

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

## Магістерська кваліфікаційна робота

на тему:

ПОЛІПШЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ  
ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АСТРА АГРО»  
СЕЛО САЛИВОНКИ ВАСИЛЬКІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ  
ШЛЯХОМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ЇХ ГАЛЬМІВНИХ  
ВЛАСТИВОСТЕЙ



Виконав: студент 2 курсу,  
групи 1АТ-19мз  
спеціальності

274 – Автомобільний транспорт

Козачишин Я.М. 

Керівник: д.т.н., професор каф. АТМ  
Кашканов А.А. \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Рецензент: д.т.н., зав. кафедри ТАМ  
Козлов Л.Г. \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Робота допускається до захисту  
В.о. завідувача кафедри АТМ  
д.т.н, професор Макаров В.А \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Вінниця ВНТУ – 2021 року

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 4 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 122 стор., 37 літературних джерела.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є питання діагностування технічного стану АТЗ та забезпечення стабільності їх гальмівних властивостей, математичні моделі аналізу зв'язків причин та наслідків, які забезпечують стабілізацію показників ефективності гальмування АТЗ в умовах експлуатації.

Робота складається з чотирьох частин :

1. Науково-технічне та техніко-економічне обґрунтування розробок з поліпшення безпеки руху автотransпортних засобів товариства з обмеженою відповідальністю «Астра Агро» село Саливонки Васильківського району Київської області.

2. Діагностування технічного стану транспортних засобів та аналіз стабільності їх гальмівних властивостей для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки.

3. Забезпечення стабільності гальмівних властивостей автотransпортних засобів в умовах експлуатації.

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

Метою роботи є зниження рівня дорожньо-транспортних пригод та випуск на лінію технічно справних автомобілів ТОВ «Астра-Агро» с. Саливонки Васильківського району Київської області на основі розробки заходів із забезпечення стабільності гальмівних властивостей автотransпортних засобів.

## ABSTRACT

The master's qualification work consists of an introduction, 4 sections and general conclusions. The total volume of work is 122 pages, 37 literary sources.

The subject of the master's qualification work is the issue of diagnosing the technical condition of cars and ensuring the stability of their braking properties, mathematical models of analysis of the causes and effects, which provide stabilization of braking efficiency of cars in operation.

The work consists of four parts:

1. Scientific-technical and technical-economic substantiation of developments on improvement of traffic safety of motor vehicles of the limited liability company "Astra Agro" in the village of Salivonky, Vasylkiv district, Kyiv region.
2. Diagnosing the technical condition of vehicles and analysis of the stability of their braking properties to ensure operational safety requirements.
3. Ensuring the stability of the braking properties of vehicles in operating conditions.
4. Occupational health and safety in emergencies.

The purpose of the work is to reduce the level of road accidents and release on the line of technically serviceable cars LLC "Astra-Agro" v. Salivonky, Vasylkiv district, Kyiv region, based on the development of measures to ensure the stability of the braking properties of vehicles.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК З ПОЛПШЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АСТРА АГРО» СЕЛО САЛИВОНКИ ВАСИЛЬКІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	8
1.1 Вплив умов експлуатації та динамічних якостей автомобілів на ефективність їх роботи та безпеку руху .....	8
1.2 Вплив технічних несправностей АТЗ на рівень аварійності .....	13
1.3 Процес гальмування як засіб попередження аварійних ситуацій ...	14
1.4 Гальмові властивості автомобілів та їх регламентація нормативно-технічною документацією .....	16
1.5 Параметри, які визначають стабільність показників ефективності гальмування .....	18
1.6 Обґрунтування вибору базового підприємства по дослідженню параметрів забезпечення стабільності гальмових властивостей АТЗ .....	19
Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження .....	32
РОЗДІЛ 2. ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА АНАЛІЗ СТАБІЛЬНОСТІ ЇХ ГАЛЬМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМОГ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ .....	34
2.1 Вимоги до експлуатаційної безпеки транспортних засобів .....	34
2.2 Склад агрегатів і систем що діагностуються для забезпечення безпеки дорожнього руху .....	46
2.3 Формування раціональної сукупності діагностичних параметрів об'єктів діагностування і обґрунтування діагностичних нормативів безпеки транспортних засобів .....	57

2.4 Порядок ухвалення рішень за результатами контролю працездатності складових частин транспортних засобів .....	63
2.5 Аналіз функціональної стабільності елементів гальмівних систем транспортних засобів .....	69
Висновки до розділу 2 .....	75
<b>РОЗДІЛ 3. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ГАЛЬМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ .....</b>	<b>76</b>
3.1 Вплив несправностей на ефективність гальмування АТЗ .....	76
3.2 Аналіз стабільності роботи гальмівних механізмів АТЗ .....	81
3.3 Оцінювання впливу стабільності гальмівних властивостей АТЗ на їх траєкторію руху при гальмуванні .....	85
3.4 Розрахунок техніко-економічної ефективності виконаних досліджень .....	97
Висновки до розділу 3 .....	101
<b>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>102</b>
4.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи .....	103
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії .....	105
4.3 Пожежна безпека .....	111
Висновки до розділу 4 .....	112
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>113</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>114</b>
<b>ДОДАТОК А ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ .....</b>	<b>117</b>
<b>ДОДАТОК Б ГРАФІЧНА ЧАСТИНА .....</b>	<b>122</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Безпека дорожнього руху – це комплексна система правил, заходів і засобів, призначена для захисту і збереження здоров'я та життя учасників дорожнього руху, захисту і збереження довкілля та майна. Широке застосування автотранспортних засобів (АТЗ) підвищує імовірність збільшення втрат матеріальних та людських, причиною яких є аварійність. У звітах Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) вказується, що кожен рік у світі гине на дорогах близько 1,3 млн. людей та близько 50 млн. отримує травми [1]. ВООЗ прогнозує, що у 2030 році дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) після серцево-судинних захворювань та тяжких депресій стануть третіми у світі серед причин втрати здоров'я.

Статистика свідчить, що за 2011–2020 роки в Україні зареєстровано близько 1 млн. 800 тис. ДТП, у яких загинуло 41 тис. та травмовано 350 тис. осіб [2-4]. Рівень травматизму та смертності внаслідок ДТП в Україні є одним з найвищих в Європі. Організація безпеки дорожнього руху в нашій країні залишається на низькому рівні за висновками Світового банку, ВООЗ та інших міжнародних інституцій.

До причин високого рівня аварійності на автошляхах країни можна віднести:

- низький рівень правової культури учасників дорожнього руху;
- нехтування елементарними вимогами безпеки (невикористання ременів безпеки; ведення переговорів за допомогою мобільних телефонів за кермом автомобіля; перевезення маршрутними таксі кількості пасажирів більшої, ніж наявність посадкових місць; перехід пішоходами дороги поза спеціально облаштованими переходами і т.д.);
- технічний стан транспортних засобів;
- жахливий стан автомобільних доріг (особливо у весняний період);
- безкарність осіб, які скоїли правопорушення, пов'язані з транспортом.

Випадки ДТП через несправність транспортних засобів супроводжуються найбільш тяжкими наслідками. Так, в 2020 р. з кожних 100 постраждалих в ДТП, що виникли з цієї причини, приблизно 13 чоловік загинуло.

Несправності автомобілів, як правило, приводять до раптового порушення стійкості їх руху, втрати управління і, як наслідок, до виїзду на узбіччя дороги і перекидання. Водіям в таких випадках рідко вдається понизити швидкість руху. Цим пояснюється висока тяжкість отриманих травм учасників руху в результаті ДТП, пов'язаних з технічною несправністю.

Висока вірогідність виникнення аварійної обстановки спостерігається при експлуатації транспортних засобів з несправними гальмівними системами. Від технічного стану гальмівної системи залежить не лише можливість запобігання ДТП, але і тяжкість їх наслідків.

Дослідження реальних випадків в Київській області за 2020 рік показують, що, застосовуючи гальмування, водії до моменту наїзду на пішохода зменшують швидкість автомобіля приблизно в 2,3 рази. При цьому доля пішоходів і велосипедистів, що отримали легкі травми і травми середньої важкості, складають близько 40 %. Відповідно на 30 % знизилася доля цих категорій учасників дорожнього руху, що отримали тяжкі і смертельні тілесні ушкодження. Звідси можна зробити висновок, що чим з більшою ефективністю відбувається гальмування автомобіля, тим менш вірогідна смерть людини в ДТП.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась відповідно розпорядження Кабінету Міністрів України (КМУ) від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р «Про схвалення Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року» та розпорядження КМУ «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року» № 430-р. від 30.05.2018 р. Дане дослідження є частиною основної наукової тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ.

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи – зниження рівня дорожньо-транспортних пригод та випуск на лінію технічно справних автомобілів ТОВ

«Астра-Агро» с. Саливонки Васильківського району Київської області на основі розробки заходів із забезпечення стабільності гальмівних властивостей автотранспортних засобів.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- встановити вимоги до експлуатаційної безпеки АТЗ та параметри, які визначають стабільність показників ефективності гальмування;
- теоретично обґрунтувати методичні підходи щодо діагностування технічного стану АТЗ та аналізу стабільності їх гальмівних властивостей для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки;
- розробити методику забезпечення стабільності гальмівних властивостей автотранспортних засобів в умовах експлуатації;
- розробити питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях;
- визначити економічну ефективність запропонованих рішень.

**Об'єкт дослідження** – процес функціонування «водій – автомобіль – дорога – середовище» при русі автомобіля в гальмовому режимі.

**Предмет дослідження** – питання діагностування технічного стану АТЗ та забезпечення стабільності їх гальмівних властивостей, математичні моделі аналізу зв'язків причин та наслідків, які забезпечують стабілізацію показників ефективності гальмування АТЗ в умовах експлуатації.

**Методи досліджень.** Системний аналіз, математичне моделювання, статистична обробка даних.

**Наукова новизна одержаних результатів.**

Отримали подальший розвиток методи діагностування технічного стану АТЗ та забезпечення стабільності їх гальмівних властивостей, що дозволяє підвищити ефективність експлуатації автомобілів.

**Практична значимість отриманих результатів.**

Використання основних результатів магістерської кваліфікаційної роботи:

- А дозволяє оцінити експлуатаційні гальмові властивості автомобілів в дорожніх умовах шляхом моделювання;



–**А** покращує техніко-економічні показники ефективності експлуатації автомобілів ТОВ «Астра-Агро» с. Саливонки Васильківського району Київської області;

–**А** підвищує якість проведення робіт по вчасному виявленню несправностей гальмової системи автомобілів шляхом діагностування;

–**А** дозволяє покращити технологію та якість ТО і ПР гальмової системи автомобілів, що підвищує їх безпеку в експлуатації, забезпечуючи стабільність курсового руху автомобілів при гальмуванні.

–**А** дозволяє покращити систему організації ТО і ПР на підприємстві.

**Достовірність теоретичних положень** магістерської роботи засвідчує коректність використання математичних методів та строгість постановки задач наукового дослідження, порівняння отриманих результатів з відомими та пунктуальне визначення аналітичних співвідношень, збіжність результатів моделювання та експериментальних даних.

**Апробація результатів роботи.** Результати роботи доповідались та обговорювались на І Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2021), м. Вінниця, 10-12 березня 2021 року.

**Публікації.** Деякі положення та результати досліджень опубліковані в матеріалах конференції [5].

**РОЗДІЛ 1.**

**НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ  
ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК З ПОЛПШЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ  
АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АСТРА АГРО» СЕЛО САЛИВОНКИ  
ВАСИЛЬКІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**1.1 Вплив умов експлуатації та динамічних якостей автомобілів на ефективність їх роботи та безпеку руху**

Ефективність роботи будь-яких транспортних засобів оцінюється основними і додатковими показниками (рис. 1.1). Видно що, швидкість руху є основним чинником, що впливає на безпеку дорожнього руху, залежить від умов експлуатації і динамічних якостей автомобіля. Швидкість руху надає вирішальний вплив на основні і додаткові показники ефективності роботи.

Річна продуктивність вантажних автомобілів в тоннах і тонно–кілометрах визначається по формулах:

$$P_{\Gamma} = \frac{D_{\Gamma} \cdot \alpha_B \cdot T_H \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_{\Gamma} + V_a \cdot \beta \cdot t_{np}} \quad \text{т/ГОД,} \quad (1.1)$$

$$W_{\Gamma} = \frac{D_{\Gamma} \cdot \alpha_B \cdot T_H \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_{\Gamma}}{l_{\Gamma} + V_a \cdot \beta \cdot t_{np}} \quad \text{т·км/ГОД,} \quad (1.2)$$

де  $D_{\Gamma}$  – кількість робочих днів в рік;

$\alpha_B$  – коефіцієнт випуску автомобілів на лінію;

$T_H$  – час наряду за добу, год;

$q$  – вантажопідйомність автомобіля, т;

$\gamma$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності;

$\beta$  – коефіцієнт використання пробігу;

$V_a$  – середня технічна швидкість руху, км/год;

$l_T$  – довжина навантаженої їзди, км;

$t_{пр}$  – час простою під вантаженням і розвантаженням, год.

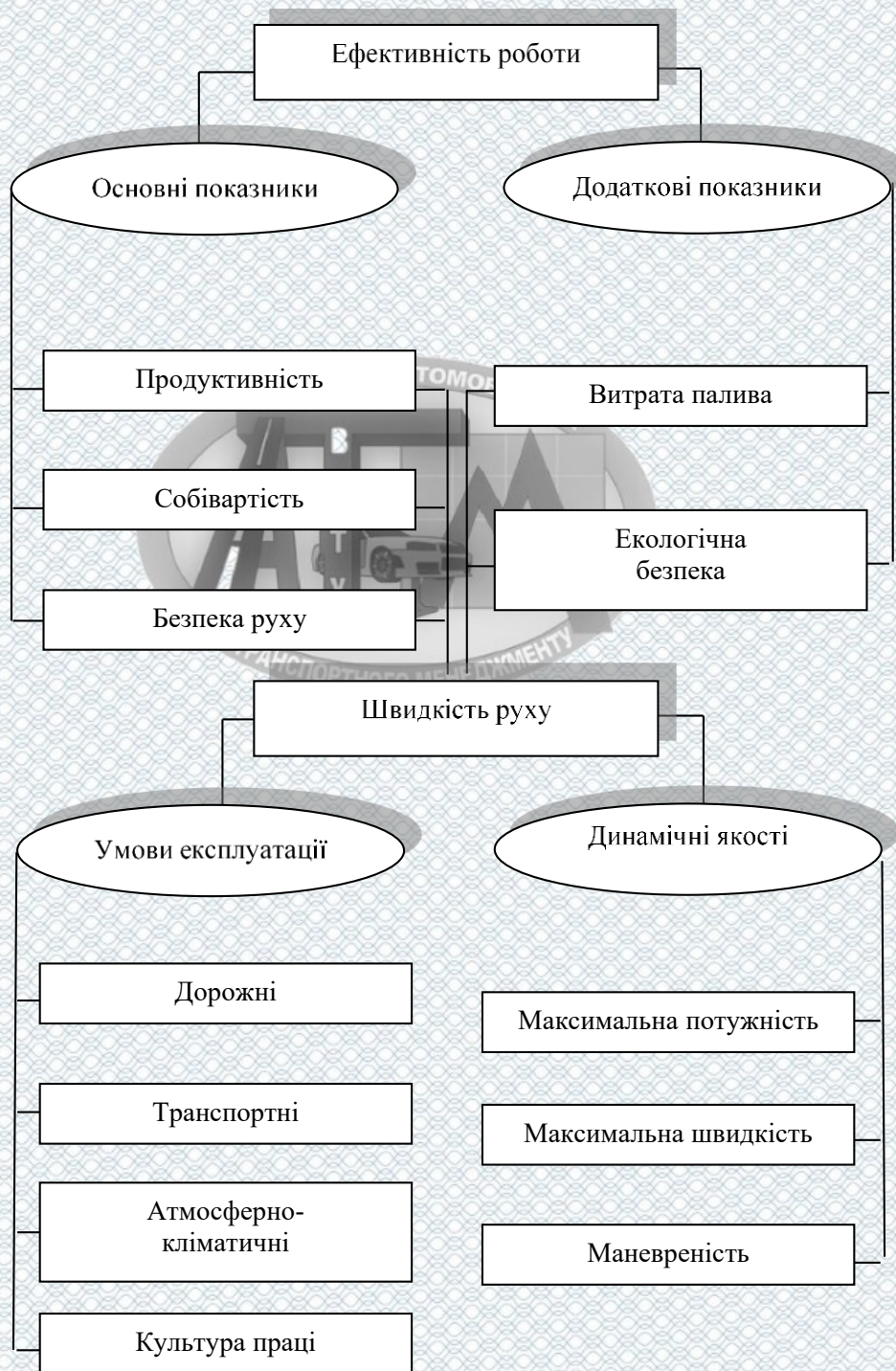


Рисунок 1.1 – Взаємозв'язок ефективності роботи транспортних засобів із швидкістю руху

З формул (1.1) і (1.2) видно, що продуктивність вантажних автомобілів із збільшенням кількості робочих днів в році, часу у вбранні, вантажопідйомності і коефіцієнта використання вантажопідйомності зростає за законом прямої лінії.

Продуктивність в ткм/год і т/год із збільшенням середньої технічної швидкості і коефіцієнта використання пробігу зростає за законом гіперболи. По цьому ж закону змінюється продуктивність в ткм/год залежно від довжини навантаженої їздки.

Умови експлуатації автомобілів чинять значний вплив на собівартість транспортної роботи. Для спрощеного аналізу собівартості скористаємося наступним виразом

$$C_{\text{б}} = \frac{I}{q \cdot \gamma} \cdot \left( \frac{R_{\text{пер}} \cdot V_a + R_{\text{нос}}}{V_a \cdot \beta} + \frac{R_{\text{нос}} \cdot t_{\text{пр}}}{l_{\Gamma}} \right) \text{ коп/т} \cdot \text{км}, \quad (1.3)$$

де  $R_{\text{пер}}$  – змінні витрати, віднесені до 1 км. пробігу;

$R_{\text{нос}}$  – постійні витрати на 1 час;

$t_{\text{пр}}$  – час простою під навантаження – розвантаження, ч;

$l_{\Gamma}$  – довжина навантаженої їздки, км.

Змінні витрати сильно залежать від швидкості і умов роботи автомобілів. Ці витрати складаються з вартості паливно-мастильних матеріалів, вартості шин, вартості профілактичного обслуговування і ремонту автомобілів, амортизаційних відрахувань і заробітної плати водіїв. Постійні витрати за 1 годину роботи автомобіля практично не залежать від його швидкості і умов роботи.

Як видно з рис. 1.1 ефективність роботи автомобільного транспорту визначається не лише продуктивністю і собівартістю, але і безпекою руху. Розвиток автотранспорту приносить не лише суспільні і економічні вигоди, але, на жаль, приводить до зростання ДТП з каліцтвами і смертю людей. Як

показують спеціальні дослідження, відносна небезпека перевезень на автомобільному транспорті вища, ніж на інших видах транспорту.

По класифікації, розробленій ученими ХНАДУ [6-8], до дорожніх умов відносяться профіль, висота над рівнем моря, тип і стан покриття, зчеплення коліс з дорогою. До транспортних умов відносяться рід вантажу, що перевозиться, щільність потоку, режим руху, швидкість руху. Атмосферно-кліматичні умови визначаються температурою повітря, тиском, вологістю, осіданнями, видимістю. Під культурою експлуатації мається на увазі рівень організації робіт і управління, кваліфікація і старанність водіїв, матеріально-технічна база і тому подібне. На наш погляд оптимальною є комплексна система обліку і контролю функціонування системи “автомобіль-водій” в різних умовах експлуатації (рис. 1.2).

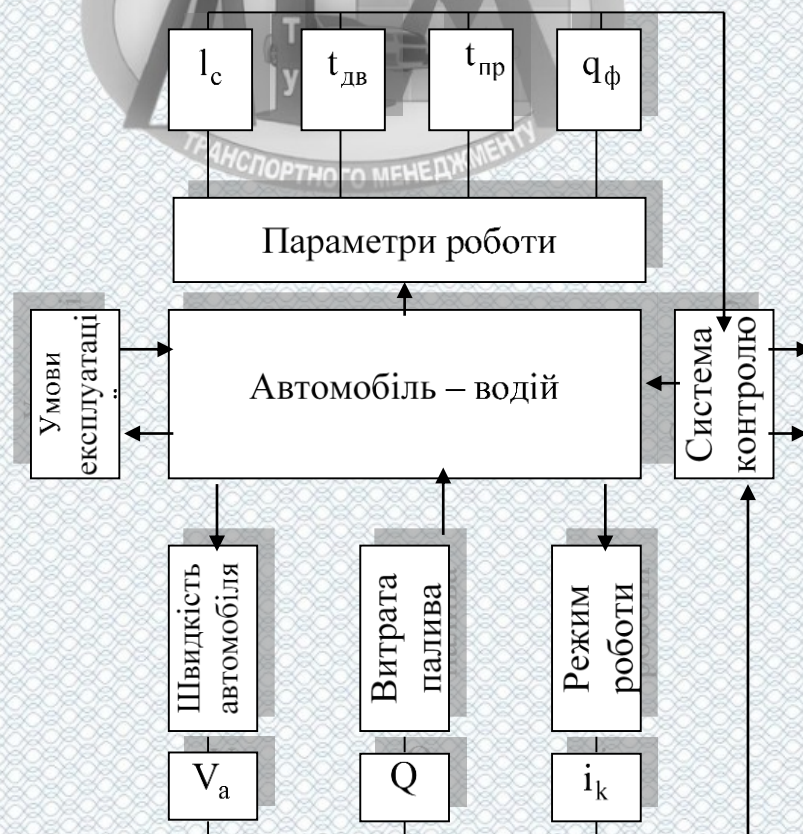


Рисунок 1.2 – Схема комплексної системи обліку і контролю функціонування системи “автомобіль-водій”

Кінцевою метою всякого управління є набуття певного значення вихідного параметра. Якщо він не вимірюватиметься і не контролюватиметься, то він не може і регулюватися. Систему управління із зворотним зв'язком, що складається з об'єкту управління (безпека дорожнього руху), діагностичної станції, блоку ухвалення рішення по розробці заходів щодо зниження рівня аварійності і блоку реалізації прийнятих рішень шляхом усунення технічних несправностей, вчення водіїв, організації дорожнього руху, інвестиційних проектів і тому подібне.

Пропонована структурна схема управління, унаслідок багатofакторності залежності безпеки дорожнього руху, фактично є багатоконтурною (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Структура управління ефективністю функціонування системи “автомобіль-водій” у напрямі забезпечення безпеки дорожнього руху

Вживання замкнутої системи оперативного управління поряд із здобуттям ряду переваг, різко підвищує вимоги до об'єму і якості облікової інформації, до її достовірності і оперативності. Це у свою чергу, викликає необхідність широкого використання сучасної обчислювальної техніки.

З представленого вище матеріалу можна зробити важливий вивід, що громадяни України стали заручниками в боротьбі держави за зростання тонно-кілометрів і пасажиро-кілометрів.

## 1.2 Вплив технічних несправностей АТЗ на рівень аварійності

Сучасний стан аварійності в Україні характеризується наступним розподілом ДТП, пов'язаних з технічними несправностями транспортних засобів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – ДТП в Україні в 2020 році, пов'язані з технічними несправностями АТЗ та офіційно зареєстровані причини ДТП [2]

Несправність	Кількість ДТП, %
Гальмівна система	47,1
Рульове керування	16,4
Шини	13,9
Прилади освітлення і сигналізації	7,4
Ходова частина	6,2
Дзеркала заднього огляду, склоочисники, дефекти скла	1,9
Зчіпного пристрою	1,5
Офіційно зареєстровані причини ДТП у 2020 році, %	
Керування транспортним засобом у нетверезому стані	6,67
Перевищення встановленої швидкості	1,98
Перевищення безпечної швидкості	31,56
Невиконання вимог сигналів регулювання	1,65
Порушення правил маневрування	20,09
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	5,53
Порушення правил надання безперешкодного проїзду	1,17
Порушення правил обгону	1,53
Виїзд на смугу зустрічного руху	3,21
Порушення правил проїзду перехресть	10,38
Недодержання дистанції	9,07
Перехід у невстановленому місці	2,98
Неочікуваний вихід на проїзну частину	1,52
Інші	2,66

Слід зазначити, що поза населеними пунктами щорік здійснюється більше половини випадків даної категорії, хоча розподіл всієї сукупності ДТП по місцях їх здійснення незалежно від причин інший: поза населеними пунктами відбувається лише 28,2–31,7 % випадків.

Випадки через несправність транспортних засобів супроводжуються найбільш тяжкими наслідками. Так, в 2019 р. з кожних 100 постраждалих в ДТП, що виникли з цієї причини, приблизно 13 чоловік загинуло.

Несправності автомобілів, як правило, приводять до раптового порушення стійкості їх руху, втрати управління і, як наслідок, до виїзду на узбіччя дороги і перекидання. Водіям в таких випадках рідко вдається понизити швидкість руху. Цим пояснюється висока тяжкість отриманих травм учасників руху в результаті ДТП, пов'язаних з технічною несправністю.

Висока вірогідність виникнення аварійної обстановки спостерігається при експлуатації транспортних засобів з несправними гальмівними системами. Від технічного стану гальмівної системи залежить не лише можливість запобігання ДТП, але і тягар їх наслідків.

Дослідження реальних випадків в Київській області за 2019 рік показують, що, застосовуючи гальмування, водії до моменту наїзду на пішохода зменшують швидкість автомобіля приблизно в 2,3 рази. При цьому доля пішоходів і велосипедистів, що отримали легкі травми і травми середньої важкості, складають близько 40 %. Відповідно на 30 % знизилася доля цих категорій учасників дорожнього руху, що отримали тяжкі і смертельні тілесні ушкодження. Звідси можна зробити вивід, що чим з більшою ефективністю відбувається гальмування автомобіля, тим менш вірогідна смерть людини в ДТП.

### **1.3 Процес гальмування як засіб попередження аварійних ситуацій**

Гальмова система потрібна на автомобілі для зниження його швидкості, зупинки й утримування на місці.



Гальмівна сила, яка виникає між колесом та дорогою, спрямована проти напрямку обертання колеса, тобто перешкоджає його обертанню. Максимальне значення гальмівної сили на колесі залежить від можливостей механізму, який створює цю силу, від навантаження, що припадає на колесо, та від коефіцієнта зчеплення з дорогою. За умови однаковості всіх факторів, що визначають силу гальмування, ефективність гальмової системи залежатиме насамперед від особливостей конструкції механізмів, які гальмують автомобіль [9, 10].

На сучасних автомобілях для підвищення безпеки руху встановлюють кілька гальмових систем, що за призначенням поділяються на: робочу; запасну; стоянкову; допоміжну [11, 12].

В процесі експлуатації автомобіля внаслідок частого користування гальмами спрацьовуються поверхні спряжених деталей гальмових механізмів та їхніх приводів. Якщо спрацювання не виходить за межі, що встановлюються заводами-виготовлювачами, то нормальна робота гальмових систем не порушується. В протилежному разі виникають несправності, які треба негайно усунути, оскільки від нормального функціонування гальмових систем значною мірою залежить безпека дорожнього руху.

Обов'язки контролю та нагляду за технічним станом вузлів та механізмів, що забезпечують безпеку руху, покладені на співробітників Патрульної поліції, які мають право затримати транспортний засіб, аж поки не усунуть несправності, якщо технічний стан та обладнання транспортного засобу не відповідають вимогам Правил дорожнього руху.

Але навіть якщо несправності, що виникли в дорозі, і були виявлені, то водій згідно з пунктом [31.5] Правил дорожнього руху України “повинен вжити заходів для їх усунення, а якщо це зробити не можливо - рухатися до місця стоянки або ремонту”. В більшості випадків відбувається останнє, тому що усунення несправностей в дорожніх умовах є практично неможливим.

Однак абсолютно немає гарантії, зважаючи на психологію більшості водіїв, що технічно несправний автомобіль буде рухатися до місця стоянки або ремонту.

Таким чином, потенційно небезпечні для населення транспортні засоби потрапляють на поживавлені вулиці міст та сіл, створюючи загрози для життя та здоров'я інших учасників дорожнього руху.

#### **1.4 Гальмові властивості автомобілів та їх регламентація нормативно-технічною документацією**

Основною властивістю, що забезпечує активну безпеку ТЗ, є гальмівна динаміка. Вона пов'язана з конструктивними можливостями, технічним станом та ефективністю дії гальмівної системи (ГС) в різних умовах експлуатації.

В залежності від призначення ГС автомобіля класифікують за чотирма типами: робоча, запасна або аварійна, стоянкова і допоміжна.

Вимоги до ГС в країнах з розвинутою автомобілізацією встановлено і для автомобілів, що сходять з конвеєра, і тих, що знаходяться в експлуатації. При цьому для ГС автомобілів, що експлуатуються, враховується певне, в межах 10% (Правила № 13 ЄЕК ООН) зниження вимог щодо гальмівних властивостей.

Ефективність гальмування і стійкість автомобіля при гальмуванні (ефективність дії ГС) в експлуатації згідно ДСТУ 3649:2010 перевіряють на стендах (табл. 1.2) і в дорожніх умовах (табл. 1.3). Для показників ефективності встановлені ДСТУ 3649:2010 нормативні значення та умови, за яких гальмівне управління вважається відповідним вимогам безпеки.

Зокрема, для перевірок на стендах встановлені значення зусилля на органі управління робочої, стоянкової та запасної ГС, значення питомих гальмівних сил, величини відносної різниці гальмівних сил коліс осі (у відсотках від найбільшого значення), вимоги урегульованості дій робочої і запасної гальмової систем.

Таблиця 1.2 – Показники, які застосовуються при перевірках ГС на стендах

Найменування показника	Гальмівна система				
	робоча		запасна	стоянкова	
	Ефективність гальмування	Стійкість	Ефективність гальмування	Ефективність гальмування ТЗ масою	
				спорядженою	дозволеною максимальною
Питома гальмівна сила	+	-	+	+	+
Відносна різниця гальмівної сили коліс осі	-	+	-	-	-
Блокування коліс ТЗ на роликівому стенді*	+	-	+	+	+

\*Допускається використовувати замість показника питомої сили для АТЗ, не обладнаних АБС

Таблиця 1.3 – Показники, які застосовуються при перевірках ГС в дорожніх умовах

Найменування показника	Гальмівна система				
	робоча		запасна	стоянкова	допоміжна
	Ефективність гальмування	Стійкість	Ефективність гальмування		
Гальмівний шлях	+	-	+	-	-
Усталене уповільнення*	+	-	+	-	+
Час спрацювання гальмівної системи	+	-	-	-	-
Коридор руху	-	+	+	-	-
Ухил дороги, на якому ТЗ утримується нерухомо	-	-	-	+	-

\*Використовується тільки замість показника гальмівного шляху

Засоби вимірювань, що застосовуються при перевірці, повинні бути працездатні і метрологічно повірені. Похибка вимірювання не повинна перевищувати при визначенні [11]:

- гальмівної сили  $\pm 3,0\%$ ;
- зусилля на органі управління  $\pm 4,0\%$ ;
- параметрів часу  $\pm 0,01$  с;
- тиску стисненого повітря  $\pm 3,0 \%$ ;
- маси транспортного засобу  $\pm 3,0\%$ .

АТЗ піддають перевірці при «холодних» гальмівних механізмах.

### **1.5 Параметри, які визначають стабільність показників ефективності гальмування**

Автотранспортні засоби повинні забезпечувати необхідні показники ефективності гальмування не тільки на початку, але і протягом всього періоду експлуатації, при будь-якому поєднанні зовнішніх дій і внутрішніх збурень в гальмівному управлінні.

Внутрішні зміни (збурення) в гальмівному управлінні можуть бути оборотними і необоротними, а також - усуненими в результаті технічного обслуговування або ремонту. До числа оборотних змін, що роблять вплив на ефективності гальмування машини, відноситься зміна коефіцієнта тертя гальмівних пар. Це пов'язано з нагрівом гальмівних пар в результаті інтенсивних, частих або тривалих гальмувань, а також попаданням вологи або бруду. Оцінку здатності гальмівного управління пристосовуватися до вказаних змін проводять при гальмівних випробуваннях [13]. Оцінку ефективності гальмування при нагрітих гальмах здійснюють в процесі випробувань I і II. Крім того, передбачений спеціальний етап випробувань - визначення термонагруженості і ефективності охолодження гальмівних механізмів. В стандарті [13] передбачений також етап випробувань, що полягає у визначенні залишкової

ефективності і відновлюваності «мокрих» гальмівних механізмів. До числа необоротних змін, що впливають на ефективність гальмування, відносяться зміна властивостей робочого тіла (рідини або повітря), використовуваних в гальмівному приводі. Ці зміни роблять вплив на збільшення часу спрацьовування гальмівного приводу, зниження приводного тиску і гальмівних моментів на колесах. Зменшення передавальної функції гальмівного приводу може викликати утворенням пробок, відкладень або вм'ятин на внутрішніх поверхнях трубопроводів. Для пневматичного гальмівного приводу представляє небезпеку утворення конденсату.

До числа змін в гальмівному управлінні, що усувається при технічному обслуговуванні або ремонті відносяться збільшений зазор між поверхнями гальмівної пари і неприпустимий знос останніх.

Застосування дискових гальм замість барабанних дозволило збільшити стабільність показників ефективності гальмування. Запропоновані також варіанти конструкції гальмівних механізмів, що володіють підвищеною стабільністю [14].

## **1.6 Обґрунтування вибору базового підприємства по дослідженню параметрів забезпечення стабільності гальмових властивостей АТЗ**

В якості базового підприємства по дослідженню стабільності гальмових властивостей АТЗ було обране ТОВ «Астра-Агро», розташоване за адресою вул. Леніна 8, с. Саливонки Васильківського р - ну Київської області.

ТОВ «Астра Агро» є підприємницьким, що створено з метою найбільш ефективного використання власного майна шляхом запровадження сучасних технологій, форм організації виробництва, залучення інвестицій (в тому числі іноземних) для насичення продовольчого споживчого ринку, задоволення потреб населення в продукції (роботах, послугах) та одержання прибутку для наступного його розподілу відповідно до рішення загальних зборів учасників.

ТОВ «Астра-Агро» є юридичною особою, що створена і діє відповідно до чинного законодавства України.

Предметом діяльності ТОВ «Астра-Агро» є не заборонені законодавством України види господарської діяльності, а саме:

- надання платних послуг по здійсненню капітального, поточного заявочного ремонту та технічне обслуговування автотранспортної техніки та обладнання, агрегатів вузлів пристроїв та іншої техніки;
- ремонт та обслуговування сільськогосподарської техніки;
- сільськогосподарське виробництво, переробка сільськогосподарської і харчової продукції, її закупівля і реалізація;
- аграрно-промислове виробництво;
- вирощування сільськогосподарських культур;
- тваринництво;
- торгово-посередницька діяльність, надання послуг та виконання всіх видів діяльності, безпосередньо пов'язаних з вище наведеним переліком предмету діяльності ТОВ;
- проведення іншої господарської, комерційної та фінансової діяльності, що не заборонена чинним законодавством України;
- надання транспортних послуг по перевезенню вантажів іншим с/г та фермерським підприємствам, приватним особам.

Для забезпечення транспортними послугами всіх підрозділів ТОВ створено транспортний підрозділ (гараж).

Транспортний підрозділ на протязі року завантажений нерівномірно. Найбільш завантаженим періодом роботи є сезон сільськогосподарських робіт, як посівні, так і збирання урожаю певних с/г культур на території даного району.

Тому підприємству необхідно зорганізувати свої сили на пошук нових клієнтів на свої послуги та більше заохочувати постійних ділових партнерів.

Так як специфіка роботи підприємства пов'язана з сільським господарством, то деяка частина продукції використовується для власних потреб

(корма для тварин, продукція для закладів громадського харчування) і переробляється силами господарства.

В перспективі господарство планує впроваджувати в виробництво нові сільськогосподарські культури (ріпак, мало опіумний мак). Для задоволення потреб у складських приміщеннях планується реконструкція власних складів також можливо будуть використовуватись елеватори та хлібоприймальні пункти, що знаходяться в сусідніх селах на відстані від господарства 6 – 20 км.

Господарські угіддя знаходяться на відстані 1 – 6 км від пунктів прийому та зберігання. Потенційні партнери (цукрові заводи, ремонтні підприємства) розташовані на відстані 8 – 60 км.

Для задоволення власних транспортних потреб на базі господарства було створено транспортний підрозділ. Наявний рухомий склад виконує перевезення сільгоспвантажів, доставку всіх необхідних супутніх вантажів. Через такий напрямок роботи транспорту спостерігаються сезонні коливання потреби в транспорті. Дані коливання є негативною тенденцією, для зменшення якої потрібно здавати рухомий склад в оренду.

Даний регіон відноситься до сільськогосподарського з невеликим розвитком промисловості. Більшість підприємств займаються сільськогосподарською діяльністю та мають власні автомобільні підрозділи, які використовуються для задоволення власних потреб.

Загалом в структуру основних виробничих фондів господарства входять наступні основні засоби: будинки та споруди; машини та обладнання; транспортні засоби; інструменти, прилади та інвентар.

Вартісну оцінку вищезгаданих фондів станом на 2020 р. проведемо по наявним фінансовим даним, які заносимо в таблицю 1.4.

Проаналізувавши дані таблиці 1.4 можна сказати, що вартість пасивної частини ОВФ, куди входять будинки та споруди на початок і кінець року залишилась стабільною через те, що на протязі звітного року не проводились роботи по будівництву нових будівель та по демонтажу вже існуючих.

Таблиця 1.4 – Вартісна оцінка основних виробничих фондів

Основні засоби	Наявні на початок року	Наявні на кінець року
Будинки та споруди	1211125	1211125
Машини та обладнання	434875	434875
Інструменти, прилади та інвентар	5500	5660
Транспортні засоби	1277600	1277526
Разом	2929100	2929186

Балансова вартість машин та обладнання збільшилась на 0.2% - це пов'язано з проведенням капітальних ремонтів існуючого обладнання та частковим оновленням вже існуючого.

Показники вартості транспортних засобів також зменшились на 0.4% - це пов'язано зі значним зношенням транспорту в цілому, що є одним з показників, який свідчить про те, що транспорт виконує роботу. Зменшення балансової вартості рухомого складу свідчить також про те, що не проводиться оновлення рухомого складу – це є негативною тенденцією.

В цілому автомобільний парк представлений вантажними автомобілями малої та середньої вантажопідйомності (ГАЗ-3307, ГАЗ-СА3, ГАЗ 3302) в кількості 18 одиниць, великої вантажопідйомності (MAN TGL) – 6 одиниць, особливо великої вантажопідйомності (IVECO EuroCargo) – 5 одиниць. Автомобілі ГАЗ працюють на газу (бензині), решта автомобілів на дизельному паливі. Загальний віковий розподіл транспорту заносимо в таблицю 1.5. Розподіл рухомого складу по вантажопідйомності заносимо в таблицю 1.6.

В таблиці 1.6 наведені дані про автотранспорт за типами рухомого складу на кінець 2020 р.

Використовуючи звітну документацію про діяльність автотранспорту складемо таблицю 1.7 на основі якої проведемо аналіз діяльності транспорту.



Таблиця 1.5 - Групування власних автомобілів залежно від часу перебування в експлуатації

Тип автомобіля (кузова)	Всього	В т.ч., які перебували в експлуатації з моменту випуску заводом виготовлювачем				
		до 3 років включно	від 3,1 до 5 років включно	від 5,1 до 8 років включно	від 8,1 до 10 років включно	більше 10 років
Автомобілі - всього	35					
в тому числі: вантажні	29	2	6	10		11
пасажирські автобуси	-					
пасажирські легкові автомобілі	6	1	2			3

Таблиця 1.6 - Наявність автотранспорту на кінець 2020 року

Найменування показників	Наявність автомобілів, одиниць	Загальна вантажопідйомність, тонн (з точністю до 0,1), пасажиромісткість, місць для сидіння
Автомобілі: всього	35	163
За вантажопідйомністю:		
до 1499 кг	-	-
1500-4999 кг	13	52
5000-6999 кг	11	66
7000-9999 кг	5	45
10000-14999 кг	-	-
15000 кг	-	-
Легкові	6	-

Таблиця 1.7 - Основні результати діяльності ТОВ за 2019 - 2020 рік

Показник	2019р.	2020р.	Абсолютний період	Темп росту, %
1 Автомобіле – дні перебування в господарстві АГ <sub>госп</sub> , тис.	16,425	16,425	-	-
2.Автомобіле – дні перебування в наряді АГ <sub>н</sub> , тис	10,67	11,0	0,33	3,09
3.Відпрацьовано автомобіле-годин АГ <sub>р</sub> , тис	91,76	96,8	5,04	5,4
4.Загальний пробіг L <sub>заг</sub> , тис.км.	950,31	983,4	33,4	3,51
5.Пробіг з вантажем L <sub>в</sub> , тис.км	482,3	494,3	1,2	2,48
6.Загальний обсяг перевезень Q, тис.т.	190,7	200,17	9,47	4,98
7.Загальний вантажообіг Р, тис.ткм	1429	1587	158	11,0

Аналізуючи дані таблиці 1.7 стає видно, що в порівнянні з 2019 роком на поточний 2020 рік перебування автомобілів в наряді збільшилось на 3,09%, кількість відпрацьованих рухомим складом годин збільшилась на 5,45%, загальний пробіг збільшився на 3,51%, степінь росту пробігу наявного рухомого складу з вантажем збільшився на 2,48%. Ріст вищезгаданих величин на протязі звітного періоду привів до збільшення обсягів перевезень на 4,97%, а загальний вантажообіг зріс на 11,1%.

Для ефективнішого аналізу виробничо-господарської діяльності транспортного підрозділу скористаємось матричним методом аналізу. Матрична схема дає можливість приблизно оцінити ефективність об'єкта, який аналізується, у всьому різноманітті зв'язків, тому її доцільно використовувати на діагностичній стадії аналізу виробничо-господарської діяльності.

Суть даного методу зводиться до наступного. Система найважливіших показників діяльності підприємства зображується у вигляді квадратної матриці, елементами якої є відношення вибраних показників з колонки матриці до

вихідного показника з рядка вихідні параметри з рядка  $A_i$  є активними, а колонки  $B_j$  – пасивними .

Під системно-матричним діагностичним аналізом мається на увазі одночасне узгоджене дослідження системи показників виробничо-господарської діяльності підприємства на основі матричної моделі з метою оперативної оцінки рівня ефективності роботи підприємства, встановлення внутрішніх резервів і розробки комплексу заходів щодо їх реалізації.

Вихідні параметри матричної моделі поділяються на три групи в залежності від їх ролі і значення в процесі виробництва: кінцеві, проміжні, початкові. Для реалізації даного методу складемо п'ять матриць, які покажемо у вигляді таблиць 1.8 -1.11.

Таблиця 1.8 – Індексна матриця динаміки цільових елементів за 2019 р.

$B_j / A_i$		$A_{Г\text{госп}}$	$A_{Г\text{н}}$	$A_{Г\text{р}}$	$L_{\text{заг}}$	$L_{\text{в}}$	Q	P
		1	2	3	4	5	6	7
$A_{Г\text{госп}}$	1	1,000	0,650	5,587	57,858	29,364	11,610	87,002
$A_{Г\text{н}}$	2	1,538	1,000	8,600	120,064	45,201	17,873	133,927
$A_{Г\text{р}}$	3	0,179	0,116	1,000	10,356	5,256	2,078	15,573
$L_{\text{заг}}$	4	0,017	0,011	0,097	1,000	0,508	0,201	1,504
$L_{\text{в}}$	5	0,034	0,022	0,190	1,970	1,000	0,395	2,963
Q	6	0,086	0,056	0,48	4,983	2,529	1,000	7,493
P	7	0,011	0,007	0,064	0,665	0,338	0,133	1,000

Таблиця 1.9 – Індексна матриця динаміки цільових елементів за 2020 р.

$B_j / A_i$		$A_{Г\text{госп}}$	$A_{Г\text{н}}$	$A_{Г\text{р}}$	$L_{\text{заг}}$	$L_{\text{в}}$	Q	P
		1	2	3	4	5	6	7
$A_{Г\text{госп}}$	1	1,000	0,670	5,893	59,872	30,094	12,187	96,621
$A_{Г\text{р}}$	3	0,170	0,114	1,000	10,159	5,106	2,068	16,395
$L_{\text{заг}}$	4	0,017	0,011	0,098	1,000	0,510	0,204	1,614
$L_{\text{в}}$	5	0,033	0,022	0,196	1,989	1,000	0,405	3,211
Q	6	0,082	0,055	0,48	4,913	2,469	1,000	8,23
P	7	0,010	0,007	0,061	0,620	0,311	0,126	1,000

Таблиця 1.10 – Абсолютні значення цільових елементів

B <sub>j</sub> / A <sub>i</sub>		АГ <sub>госп</sub>	АГ <sub>н</sub>	АГ <sub>р</sub>	L <sub>заг</sub>	L <sub>в</sub>	Q	P
		1	2	3	4	5	6	7
АГ <sub>госп</sub>	1	1,000	0,970	0,948	0,966	0,976	0,953	0,900
АГ <sub>н</sub>	2	1,031	1,000	0,977	0,996	1,006	0,982	0,928
АГ <sub>р</sub>	3	1,055	1,023	1,000	1,019	1,029	1,005	0,950
L <sub>заг</sub>	4	1,035	1,004	0,981	1,000	1,010	0,986	0,932
L <sub>в</sub>	5	1,025	0,994	0,972	0,990	1,000	0,976	0,923
Q	6	1,050	1,018	0,995	1,014	1,024	1,000	0,945
P	7	1,111	1,077	1,053	1,073	1,084	1,058	1,000

Таблиця 1.11 – Динаміка цільових елементів матриці.

B <sub>j</sub> / A <sub>i</sub>		АГ <sub>госп</sub>	АГ <sub>н</sub>	АГ <sub>р</sub>	L <sub>заг</sub>	L <sub>в</sub>	Q	P
		1	2	3	4	5	6	7
АГ <sub>госп</sub>	1	0,000	-0,020	-0,307	-2,015	-0,731	-0,577	-9,619
АГ <sub>н</sub>	2	0,046	0,000	-0,200	-0,336	0,265	-0,325	-10,34
АГ <sub>р</sub>	3	0,009	0,003	0,000	0,197	0,150	0,010	-0,821
L <sub>заг</sub>	4	0,001	0,000	-0,002	0,000	0,005	-0,003	-0,110
L <sub>в</sub>	5	0,001	0,000	-0,006	-0,019	0,000	-0,010	-0,248
Q	6	0,004	0,001	-0,002	0,070	0,06	0,000	-0,435
P	7	0,001	0,001	0,003	0,045	0,026	0,007	0,000

По результатам проведеного матричного аналізу можна зробити наступні висновки:

- коефіцієнт випуску на лінію за базисний період склав 0,65, за звітний період він склав 0,67 (таблиця 1.8 – 1.9);

- час в наряді за базисний період – 8,7 год., за звітний період – 8,8 год., що пов'язано зі збільшенням коефіцієнта випуску на лінію;

- середньодобовий пробіг за базисний період склав 120 км, за звітний період він склав 131 км;

- коефіцієнт використання пробігу на базисний період склав 0,51, на звітний період він склав 0,51;

- середня відстань їздки з вантажем на базисний період складала 7,49 км, на звітний період вона збільшилась до 8,23 км.

Важливим фактором внутрішнього середовища організації є стан виробничо-технічної бази.

В склад виробничо-технічної бази гаража входять: адміністративний корпус; виробничий корпус, в якому розташовано чотири тупикових постів ТО і ПР, діють агрегатна, слюсарно-механічна, акумуляторна з зарядною, ремонту і регулювання паливної апаратури дільниці.

Роботи по ТО і ПР автомобілів виконуються на тупикових універсальних постах з оглядовими канавами.

На території ТОВ знаходиться стоянка рухомого складу, автозаправна станція із складом паливно-мастильних матеріалів, мийка із очисними спорудами, котельня та культурно-оздоровчий комплекс.

Для проведення цього аналізу будемо використовувати два відомі методи, які широко застосовуються на практиці: експрес-діагностування і комплексної оцінки.

Техніко – економічні показники призначені для виконання проектних розрахунків при визначенні необхідності реконструкції, розширення і технічного переозброєння даного підприємства для оцінки, співставлення і вибору варіантів проектних рішень.

Для ВТБ встановлені такі нормативні питомі показники:

- чисельність виробничих робітників, чоловік на 1 автомобіль;
- кількість робочих постів для ПР рухомого складу на 1 автомобіль;
- площа виробничо-складських приміщень, м<sup>2</sup> на 1 рухомого складу;
- площа допоміжних (адміністративно – побутових) приміщень, м<sup>2</sup> на 1 рухомого складу;
- площа стоянки на 1 автомобіль, м<sup>2</sup>.

Для визначення нормативних показників, які будуть порівняні з реальними, використовують коефіцієнти корегування.

$$R_{pp} = R^e \cdot A_{cn} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_6 \cdot K_7$$

Для умов, які відрізняються від еталонних застосовують такі коефіцієнти:

Pe - нормативне значення показника;

Асп – списочна кількість автомобілів;

K1 – коефіцієнт, який враховує облікову кількість технологічно сумісних груп автомобілів;

K2 – коефіцієнт, який враховує тип рухомого складу;

K3 – коефіцієнт, який враховує наявність причіпного складу до вантажних автомобілів;

K4 – коефіцієнт, який враховує середньодобовий пробіг одиниці РС;

K5 – коефіцієнт, який враховує умови зберігання рухомого складу;

K6 – коефіцієнт, який враховує категорію умов експлуатації рухомого складу;

K7 – коефіцієнт, який враховує природно-кліматичні умови експлуатації рухомого складу.

Питомі ТЕПи ТОВ і коефіцієнти корегування наведені в таблиці 1.12.

Чисельність виробничих робітників;

$$R_{pp} = R^e \cdot A_{cn} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_6 \cdot K_7 \quad \text{чол.}$$

де Re – нормативне значення чисельності виробничих робітників.

Кількість робочих постів:

$$N_n = N_n^e \cdot A_{cn} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_6 \cdot K_7$$

де N<sub>п</sub> – нормативне значення кількості робочих постів.

Площа виробничо-складських приміщень;

Таблиця 1.12 – Розрахунок ТЕПів для ТОВ

Показники	Коефіцієнти корегування								
	Pe	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Пн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чисельність виробничих робітників									
ГАЗ	0,32	1,24	1,2	1,0	0,7	-	1,08	0,95	0,342
MAN	0,32	1,24	0,75	1,0	0,85	-	1,08	0,95	0,235
IVECO	0,32	1,24	1,0	1,0	0,85	-	1,08	0,95	0,346
Кількість робочих постів									
ГАЗ	0,1	1,4	0,72	1,0	0,89	-	1,07	0,97	0,093
MAN	0,1	1,4	0,77	1,0	0,95	-	1,07	0,97	0,114
IVECO	0,1	1,4	1,0	1,0	0,95	-	1,07	0,97	0,138
Площа виробничо- складських приміщень, м <sup>2</sup>									
ГАЗ	19,0	1,35	0,6	1,0	0,76	-	1,07	0,82	10,26
MAN	19,0	1,35	0,6	1,0	0,88	-	1,07	0,82	13,90
IVECO	19,0	1,35	1,0	1,0	0,88	-	1,07	0,82	19,80
Площа адміністративно- побутових приміщень, м <sup>2</sup>									
ГАЗ	8,7	1,36	0,88	1,0	0,88	-	1,04	0,98	9,33
MAN	8,7	1,36	1,05	1,0	0,94	-	1,04	0,98	11,14
IVECO	8,7	1,36	1,05	1,0	0,94	-	1,04	0,98	11,90
Площа стоянки, м <sup>2</sup>									
ГАЗ	37,2	-	0,85	1,0	-	1,32	-	-	41,73
MAN	37,2	-	0,92	1,0	-	1,32	-	-	45,17
IVECO	37,2	-	1,0	1,0	-	1,32	-	-	56,96
Площа території, м <sup>2</sup>									
ГАЗ	120,0	1,3	0,76	1,0	0,92	1,16	1,03	0,93	121,20
MAN	120,0	1,3	0,87	1,0	0,96	1,16	1,03	0,93	144,77
IVECO	120,0	1,3	1,0	1,0	0,96	1,16	1,03	0,93	166,41

$$F = F_{в.с} \cdot A_{сн} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_6 \cdot K_7$$

де  $F_{в.с}$  – нормативне значення площі виробничо-складських приміщень.

Площа адміністративно-побутових приміщень;

$$F_{a.n} = F_{a.n}^6 \cdot A_{cn} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_6 \cdot K_7$$

де  $F_{a.n}$  – нормативне значення площі адміністративно-побутових приміщень.

Площа стоянки (зони зберігання);

$$F_{cm} = F_{cm}^6 \cdot A_{cn} \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_5$$

де  $F_{cm}$  – нормативне значення площі стоянки (зони зберігання).

Площа території.

$$F_m = F_m^6 \cdot A_{cn} \cdot K \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7$$

де  $F_m$  – нормативне значення площі території.

В основі аналізу лежить порівняння фактичних і нормативних значень техніко-економічних показників (табл. 1.13).

Таблиця 1.13 – Техніко – економічні показники по всьому підприємству

ТЕП	Нормативні	Фактичні
1. Чисельність виробничих робітників	14	15
2. Кількість робітничих постів	5	6
3. Площа виробничо – складських приміщень, м <sup>2</sup>	518,04	549,5
4. Площа адміністративно-доп. приміщень, м <sup>2</sup>	427	443
5. Площа стоянки, м <sup>2</sup>	1860	1871
6. Площа території, м <sup>2</sup>	5613	5620



Аналізуючи дані таблиці 1.13 видно, що чисельність виробничих робітників відрізняється від нормативної на 2,8%. Кількість постів перевищує потребу, що свідчить про більшу кількість транспорту, для якого розраховувались дані пости. Площа складських приміщень перевищує нормативні значення на 3,09%, площа адміністративно – побутових приміщень більша за необхідну на 3,76%, площа стоянки збільшена на 0,41%, площа території відрізняється від нормативної на 0,13%

Для того, щоб підприємство розвивалось нормально йому потрібна стабільність цін, збільшення доходів, а також залучення різних кредитів та позик. Так для постійного, сталого розвитку підприємства потрібно, щоб доходи зростали, змінювались ціни на послуги, а також економія при виконанні робіт. Але і є негативний чинник: це зростання цін на паливо, що змушує підприємство збільшувати видатки на закупівлю пального, тим самим втрачаючи клієнтів, які не спроможні платити. Щоб зменшити вплив цих факторів транспортний підрозділ переводить свій рухомий склад на дешевші види палива: газ та дизель, що здешевлює перевезення, але не втрачаються клієнти; наступна дія це використання сучасних автомобілів.

Як і будь-яке підприємство ТОВ «Астра Агро» дуже сильно залежить від природних ресурсів та енергії. На сучасному етапі розвитку підприємство зіткнулось з проблемою постійного зростання цін на енергоносії, а особливо на бензин та дизельне паливо. Тому в подальшому вартість палива буде зростати, що для підприємства є негативним чинником та може відбитись на розвитку

Оскільки транспортні підприємства є одним з найбільших джерел забруднення навколишнього середовища, а тим більше використовуючи дешеве паливо, до підприємств можуть застосовуватись санкції, стягнення і т.п. Тому транспортний підрозділ ТОВ постійно проводить ТО і Р рухомого складу, щоб привести в норму показники викидів.

Теперішній розвиток технологій на АТ призводить до того, що підприємство використовує обладнання, діагностичні стенди не тільки за

власними потребами, але і надає послуги населенню, та іншим організаціям, які того потребують. Основними напрямками НТП на АТ є: зменшення людської праці та використання механізованих, автоматизованих засобів виробництва, а також виробництво нових авто.

Основним видом діяльності транспортного підрозділу ТОВ «Астра Агро» є виконання сільськогосподарських вантажних перевезень, на районних та міжміських маршрутах, що не вимагає ліцензування.

Крім цього транспортний підрозділ займається виконанням роботи по ремонту та технічному обслуговуванню транспортних засобів, що належать населенню, підприємствам, організаціям.

Паливно-мастильні матеріали, що використовуються для автомобілів є найдорожчою статтею затрат на підприємстві і становлять 27% від загальних витрат.

На даний час є актуальним придбання самоскидного парку, оскільки є тенденція збільшення обсягів посіву зернових та коренеплодів, використання недорогих вантажних автомобілів на міжрайонних перевезеннях вантажів.

Оскільки підприємство розвивається в ринкових умовах, то воно повинно бути готовим до різних змін державного масштабу та регіону, шукати вигідні пропозиції, нових клієнтів та збільшувати обсяги площ посівів.

Таким чином, аналіз показників ВТБ та діяльності підприємства показує наявність необхідних ресурсів для проведення запланованих наукових досліджень та підтверджує обґрунтованість вибору ТОВ «Астра Агро» в якості базового.

### **Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження**

На основі проведеного науково-технічного та техніко-економічного обґрунтування розробок, аналізу літературних джерел в подальшому в магістерській кваліфікаційній роботі слід розв'язати наступні задачі:

- встановити вимоги до експлуатаційної безпеки АТЗ та параметри, які визначають стабільність показників ефективності гальмування;
- теоретично обґрунтувати методичні підходи щодо діагностування технічного стану АТЗ та аналізу стабільності їх гальмівних властивостей для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки;
- розробити методику забезпечення стабільності гальмівних властивостей автотранспортних засобів в умовах експлуатації;
- розробити питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях;
- визначити економічну ефективність запропонованих рішень.



## РОЗДІЛ 2.

# ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА АНАЛІЗ СТАБІЛЬНОСТІ ЇХ ГАЛЬМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМОГ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

### 2.1 Вимоги до експлуатаційної безпеки транспортних засобів

На думку багатьох дослідників, основні зусилля із забезпечення захисту АТЗ від небезпечних несправностей, що впливають на зростання аварійності в країні, є прерогативою сфери експлуатації. Досягненню мети вилучення АТЗ з небезпечними несправностями з дорожнього руху служить система допуску до дорожнього руху при технічному контролі.

До конструкцій АТЗ пред'являють як обов'язкові, так і необов'язкові вимоги, що іменуються "конструкційними". Об'єктами пред'явлення цих вимог служать параметри функціонування і експлуатаційних властивостей складових частин АТЗ, схильних і не схильних до погіршення в процесі експлуатації.

До обов'язкових відносяться тільки вимоги безпеки, що пред'являються до експлуатаційних властивостей і параметрів функціонування складових частин АТЗ [15-17]. Оцінки, отримані за результатами пред'явлення обов'язкових конструкційних вимог, характеризують міру безпеки конструкцій АТЗ, адекватні тільки перед початком їх експлуатації. Методами підтвердження відповідності конструкцій АТЗ "конструкційним" вимогам безпеки служать повномасштабні випробування в умовах автомобільних полігонів [18], що усебічно регламентуються нормативними документами конструкційного характеру, і, передусім - Правилами ЕЭК ООН.

Більшість експлуатаційних властивостей, у тому числі і що характеризують безпеку ТЗ, значно знижуються у міру вироблення ресурсу, а оцінка конструкційної безпеки при експлуатації вже не адекватна. Класичним складом експлуатаційних властивостей [19] неможливо оцінювати

експлуатаційні зміни безпеки ТЗ. Інтегральна властивість безпеки ТЗ, що об'єднує базові властивості гальмівної динамічності, керованості, стійкості [20, 21] і специфічні властивості інформативності, пасивній, післяаварійній, екологічній безпеці [12], доцільно доповнити властивістю захищеності від несправностей, що безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху.

Властивість захищеності від цих несправностей відбиває сукупність особистих властивостей ТЗ, що забезпечують їх визначення, попередження розвитку і запобігання катастрофічним наслідкам. Ці властивості досягаються конструкційними заходами автомобілебудування і організаційними заходами експлуатації автотранспорту.

Несправності сучасних ТЗ не призводять в обов'язковому порядку до ДТП. У числі причин ДТП разом з незадовільним технічним станом ТЗ майже завжди присутні і інші чинники. Але вірогідність подібних ДТП істотно залежить від характеру несправності. До теперішнього часу несправності класифікувалися залежно від їх фізичної природи, причин і місця виникнення, частоти, характеру розвитку і технологій усунення.

Віднесемо до "небезпечних несправностей" такі несправності, які визнані за встановлений період часу причиною, щонайменше, одного ДТП, що супроводжується пораненням або загибеллю людини. Таке визначення узгоджується з сучасним підходом до цього питання органів державної влади. Тільки такі ДТП враховуються статистикою Патрульної поліції України і дорожньої поліції низки країн. Абсолютна більшість несправностей, що представляють небезпеку зважаючи на підвищення ними вірогідність залучення АТЗ в ДТП, лише частково знижують базові або окремі експлуатаційні властивості безпеки ТЗ. Подібне часткове зниження небезпечне тільки при порівняно маловірогідному збігу обставин, режимів, умов дорожнього руху і експлуатації.

Доцільно виділити з числа небезпечних несправностей порівняно невелику групу особливо небезпечних несправностей, наявність яких значно підвищує

вірогідність ДТП. Саме особливо небезпечні несправності статистика найчастіше фіксує як головну причину ДТП. Із сказаного потрібно зробити важливий висновок, що виявлення таких несправностей повинне стати головним при проведенні контролю технічного стану АТЗ.

Згідно із статистичними даними, до особливо небезпечних несправностей відносяться такі несправності, як різке зниження ефективності гальмування, відрив колеса, поломка рульової тяги і руйнування їх з'єднань, витоки гальмівної рідини, руйнування гальмівних трубопроводів від ресиверів до гальмівного крану та ін.

Представляється необхідним в рамках роботи приділити підвищену увагу оцінці ефективності гальмування автомобілів, як одному з основних чинників, що безпосередньо впливає на рівень аварійності в країні.

Усі режими гальмування транспортних засобів діляться на дві категорії [5, 10]: екстрені гальмування, що відбуваються з максимально-можливим сповільненням; службові гальмування.

Екстрені гальмування складають декілька відсотків від усіх випадків гальмування, але саме вони визначають більшість вимог до ефективності гальмування. Екстрене гальмування характеризується високою динамічністю, відбувається в обмежених дорожніх умовах і визначає безпеку руху [10]. Службове гальмування - це один із способів регулювання швидкості руху залежно від зовнішніх умов.

На практиці, для оцінки гальмівних властивостей транспортних засобів використовується шлях, що вони проходять за час гальмування з максимальною ефективністю, - гальмівний шлях. Еквівалентними показниками ефективності гальмування є максимальне або середнє сповільнення машини. В таблиці. 2.1 приведені основні параметри, по яких контролюється технічний стан гальм в різних країнах [12].

Гальмівний шлях транспортного засобу залежить як від початкової швидкості гальмування і дорожніх умов, так і від тривалості динамічної стадії

процесу (часу, що пройшов з моменту дотику до педалі управління до моменту досягнення уповільненням або гальмівною силою максимальних значень). Для визначення величини гальмівного шляху на прямолінійній ділянці дороги нині використовується ряд формул [9, 10, 12, 16], а також залежності, запропоновані Я. Табореком, Д.П. Великановым, М. Д. Артамоновым, Норманом і О. Боді.

Залежності, приведені в цих роботах, дозволяють розраховувати гальмівний шлях колісної машини з урахуванням часу спрацьовування гальмівного приводу, фаз блокування коліс, поправки на швидкість росту гальмівної сили і так далі. Різноманіття робіт, присвячених дослідженню цього питання, обумовлене прагненням авторів отримати точніший результат розрахунку гальмівного шляху. Проте природний розкид значень параметрів, що входять в розрахункові формули, не дозволяє однозначно виділити адекватну залежність.

Таблиця 2.1 - Контрольні параметри технічного стану гальм, використовувані в різних країнах

Країни	Вимірники гальмівної ефективності			
	Гальмівний шлях	Сповільнення		Гальмівна сила
		Максимальне	середнє	
США	+	-	+	+
Франція	+	+	-	-
Італія	+	-	-	-
СНД	+	+	-	-

Відомі рівняння не дають можливості для розрахунку гальмівного шляху колісних машин при дії бічної сили (гальмування на повороті і на поперечному ухилі), а також на подовжньому ухилі, що не дозволяє виконувати оцінку гальмівних властивостей колісних машин в різних умовах експлуатації.

Стале уповільнення не залежить від початкової швидкості гальмування і характеризує здатність транспортного засобу створювати максимальну

гальмівну силу. Цей показник не враховує вплив динамічної стадії процесу гальмування.

Для забезпечення необхідного рівня безпеки руху необхідно мати не лише спочатку високі показники ефективності гальмування, але і зберігати їх протягом усього періоду експлуатації колісної машини.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що критеріями ефективності робочої гальмівної системи при дорожніх випробуваннях транспортних засобів є гальмівний шлях і стале сповільнення. Крім того, як критерій оцінки ефективності гальмування може використовуватися час гальмування [13].

Стале уповільнення є критерієм ефективності гальмування і тому нормується його мінімально допустима величина [11, 12], тобто повинна виконуватися умова  $j_{уст} \geq |j_{уст}|$ , где  $|j_{уст}|$  – нормована стандартами величина сталого уповільнення.

У роботах [16, 22] запропоновано виразити рівняння руху при гальмуванні за допомогою формули

$$j_a = \frac{g}{\delta \cdot G_a} \cdot \left[ G_a \cdot (f \pm i) + 0,077 \cdot k \cdot F \cdot V_a^2 + P_{тор} \right], \quad (2.1)$$

де  $j_a$  – прискорення автомобіля, м/с<sup>2</sup>;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$\delta$  – коефіцієнт обліку мас, що обертаються;

$G_a$  – вага автомобіля, Н;

$(f \pm i)$  – сумарний опір дороги;

$kF$  – чинник опору повітря при русі, Н·с<sup>2</sup>·м<sup>2</sup>;

$V_a$  – швидкість руху км/год;

$P_{\delta i \delta}$  – гальмівна сила, Н.



Якщо прийняти, що  $f \approx 0$  та  $i \approx 0$  і нехтувати силами опору повітря, то при максимальному використанні гальмівної сили ( $P_{\text{тор}} = G_a \cdot \varphi$ ) уповільнення автомобіля  $j_a \approx \varphi \cdot q$ , де  $\varphi$  - коефіцієнт зчеплення коліс автомобіля з дорогою.

Можна приблизно прийняти, що уповільнення автомобіля залежить тільки від коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою, і гальмівний шлях при цьому в цьому випадку визначатиметься по формулі

$$S_T = \frac{V_a^2}{2 \cdot q \cdot \varphi} = \frac{V_a^2}{254 \cdot \varphi} \text{ м.} \quad (2.2)$$

Останній вираз справедливий за умови одночасного доведення усіх коліс до грані блокування коліс в процесі гальмування. Залежність 2.2. визначає гальмівний шлях при гальмуванні з найбільшою ефективністю, коли повністю включені гальма. Вона не враховує час реакції водія і час спрацьовування гальмівного приводу. Значну частину часу гальмування складає підготовчий період, при якому включається гальмівна система.

Кінетична енергія рухомого автомобіля під час гальмування витрачається на подолання роботи тертя в гальмівних механізмах і роботи тертя шин об дорогу. При гальмуванні гальмівним механізмом окружна швидкість колеса  $V_0$  знижується швидше, ніж поступальна  $V_a$ . Тому колесо ковзатиме по дорозі з швидкістю  $V_\lambda$ , і колесо котитиметься з прослизанням. Можна прийняти, що окружна швидкість колеса, що котиться  $V_0 = \lambda \cdot V_k$ , а швидкість ковзання колеса  $V_\lambda = V_a \cdot (1 - \lambda)$ , де  $\lambda$  - коефіцієнт пропорційності, що змінюється від 0 до 1.

При гальмуванні автомобіля з колесами, що котяться і частково прослизаючими, кінетична енергія витрачається на роботу сили гальмування в гальмівному механізмі  $P_{TM} \cdot \lambda$  і сили гальмування при ковзанні  $P_c \cdot (1 - \lambda)$ . З урахуванням сказаного можна написати наступне вираження:

$\frac{G_a \cdot V_a^2}{2 \cdot q} = [P_c \cdot (1 - \lambda) + P_{TM} \cdot \lambda] \cdot S_T$ . При  $P_c = G_a \cdot \psi$  останнє вираження набере вигляду

$$S_T = \frac{G_a \cdot V_a^2}{2 \cdot q \cdot [G_a \cdot \psi \cdot (1 - \lambda) + P_{TM} \cdot \lambda]} \text{ м.} \quad (2.3)$$

Для оцінки технічного стану гальмівної системи використовуються, разом з гальмівним шляхом і середнім сталим уповільненням, також максимальне сповільнення і гальмівна сила [16, 18] (таблиця. 2.1). Нормативи ефективності гальмування автотранспортних засобів і методи проведення випробувань регламентуються міжнародними і національними стандартами [11, 12].

Діючі на сьогодні в країнах СНД стандарти передбачають залежно від категорії автотранспортного засобу (таблиця 2.2) нормативи ефективності гальмування (максимально допустимий гальмівний шлях і мінімальне допустиме стале уповільнення) при проведенні випробувань "нуль", випробувань 1 і випробувань 2 [10].

Випробування "Тип 0" призначені для визначення ефективності робочої гальмівної системи і її окремих контурів при температурі зовнішніх поверхонь гальмівних барабанів або дисків перед початком кожного випробування, що не перевищує 1000 С.

Випробування "Тип 1" призначені для визначення залишкової ефективності робочої гальмівної системи АТС при нагрітих гальмівних механізмах.

Випробування "Тип 2" призначені для визначення залишкової ефективності робочої гальмівної системи АТС при русі на зтяжних спусках.

При випробуваннях визначається ефективність робочою, запасною, стоянкою і допоміжною гальмівних систем.

Сучасний рівень розвитку автомобільної техніки і економічний стан ряду країн-виготівників, не дозволяють забезпечити масове виробництво транспортних засобів, усебічно захищених від небезпечних несправностей.

В ТЗ вкрай обмежено число деталей гарантованої міцності, для яких забезпечується ресурс безвідмовної роботи не менш декларованого ними ресурсу ТЗ до капітального ремонту. Це небагато деталей і вузли гальмівного і рульового управління. До того ж виготівники часто не виконують навіть ці помірні вимоги по переліку деталей і вузлів гарантованої міцності.

Нині захищеність ТЗ від небезпечних несправностей ототожнюється з надійністю і безвідмовністю експлуатації. При усій близькості цих властивостей теорія надійності дає лише оцінки частоти несправностей і пристосованості технічних об'єктів до їх усунення при експлуатації, не підрозділяючи ці оцінки навіть за ознаками безпеки несправностей. Вивчення ознак і безпеки наслідків експлуатації технічних об'єктів з несправностями, оцінка і виконання в сферах виробництва і експлуатації заходів протидії загрози від небезпечних несправностей виявилися на стику теорії надійності і технічної діагностики. Досліджувану властивість безпеки сучасної техніки стосовно ТЗ пропонується іменувати захищеністю від небезпечних несправностей.

Таким чином, експлуатаційна безпека - це сукупність встановлених нормативними документами параметрів, схильних до зміни в процесі експлуатації і що визначають безпеку ТЗ.

Об'єктивними параметрами (вимірниками) окремих властивостей захищеності від небезпечних несправностей теоретично могли б бути емпіричні оцінки ризику кожної з цих несправностей, сумарні оцінки ризику небезпечних несправностей по вузлах, системах, агрегатах і інтегральні оцінки по ТЗ в цілому [19]. Побудова таких імовірнісних за своєю природою оцінок добре відома, у тому числі і стосовно ризику від експлуатації ТЗ з несправностями [23]. Оцінкою ризику служить добуток частоти виникнення безпеки на міру цієї безпеки,

вимірюваної величиною збитку від можливої аварії (стосовно автомобільного транспорту - ДТП).

Для оцінки частоти виникнення небезпеки запропонований добуток вірогідності несправності на умовну вірогідність ДТП за наявності цієї несправності при експлуатації ТЗ. З урахуванням відмінностей в мірі небезпеки несправностей і дії інших чинників як супутніх причин абсолютної більшості ДТП унаслідок незадовільного технічного стану ТЗ, імовірнісну оцінку несправності доцільно представити в наступному виді

$$R_i = P(XBD) \cdot Q_i = Q_i \cdot P(B/X) \cdot P(D/XB), \quad (2.4)$$

де  $P(XBD) = P(X \cap B \cap D)$ ,

$R_i$  – імовірнісна функція ризику  $i$ -ої небезпечній несправності;

$X$  –  $i$ -а небезпечна несправність як одна з причин ДТП;

$B$  – помилка водія або інший чинник як не основна причина ДТП;

$D$  – подія, що полягає в ДТП, причинами якого послужили  $X$  і  $B$ ;

$P(B/X)$  – умовна вірогідність добутку  $BX$  ;

$Q_i$  – середня величина економічного збитку від ДТП, однією з причин яких була  $i$ -а небезпечна причина.

Подібна оцінка в принципі застосована до ризику не лише окремих несправностей, але і складових частин ТЗ в цілому. Несправності і умовна вірогідність ДТП розглядаються при цьому як незалежні. Джерелом початкових даних для подібних оцінок теоретично можуть служити результати експлуатаційних випробувань (моніторинг безпеки ТЗ). Проте в реальності такі дані відсутні, як і можливості їх накопичення (моніторингу).

Слід зазначити той факт, що ці статистики Патрульної поліції по ДТП, пов'язаних з незадовільним технічним станом ТЗ, є лише вибіркою,

репрезентативність якої не має підтверджень, а розмір залишається не виявленим.

Для умов експлуатації автомобілів, що накопичує дані по частоті ДТП унаслідок незадовільного технічного стану ТЗ, замість не забезпечених початковими даними і тому нездійснених кількісних оцінок пропонується дискретна оцінка. Введемо дискретну функцію ризику несправностей, визначувану за дискретними оцінками складових ризику.

До вірогідних відноситимемо несправності, визнані в числі причин, щонайменше, одного ДТП за встановлений період. Введемо дискретну характеристику  $X$  частоти таких ДТП



$$\left. \begin{array}{l} X = 1 \\ N_{ДТП} \geq 1 \end{array} \right\} \text{и} \left. \begin{array}{l} X = 0 \\ N_{ДТП} = 0 \end{array} \right\} \quad (2.5)$$

де  $N_{ДТП}$  – число ДТП, що реєструються у встановлений період спостережень, в числі причин яких була ця несправність.

До небезпечних віднесемо несправності, визнані в числі причин, щонайменше, одного ДТП з наслідками у вигляді поранення або загибелі людини. Як міра її небезпеки використовуємо дискретну функцію  $Q$  від величини соціально-економічного збитку  $V$  від ДТП. При збитку  $V$ , що перевищує мінімальний збиток  $M$  від ДТП з одним пораненим, функція збитку  $Q$  рівна

$$\left. \begin{array}{l} Q = 1 \\ V \geq M \end{array} \right\} \text{и} \left. \begin{array}{l} Q = 0 \\ V < M \end{array} \right\}$$

Використовуючи математичний апарат алгебри логіки, визначимо дискретну функцію ризику  $R$  як

$$R = \cap XQ$$

Ризик несправностей характеризується як значущий при значенні функції ризику  $R = 1$  і як незначущий при  $R = 0$ . Для отримання пропонованої дискретної оцінки ризику експлуатації ТЗ з несправностями у відсутність кількісних даних про частоту і збиток від несправностей досить наявності про них відомості якісного характеру. Потрібна лише інформація про перелік несправностей, кожна з яких, щонайменше, раз була в числі причин ДТП за встановлений період. Для пред'явлення вимог до експлуатаційної безпеки ТЗ буде потрібно дані про перелік небезпечних несправностей, обов'язкових для виявлення, склад складових частин ТЗ і діагностичних параметрів, що діагностуються.

За відсутності відомостей про частоту небезпечних несправностей і тим більше, частоті обумовлених ними ДТП, єдино доступним методом залишається метод експертних оцінок. Пропонується експертна оцінка ризику несправностей ТЗ наступного виду [51]

$$\hat{R}_i = n \cdot k_i \cdot l_i \cdot P_i \cdot Q, \quad \hat{R}_0 = \sum_{i=1}^N m_i \cdot \hat{R}_i, \quad (2.6)$$

де  $\hat{R}_i$  і  $\hat{R}_0$  – експертні оцінки ризику  $i$ -ої несправності і комбінації  $N$  несправностей ТЗ відповідно;

$n$  – коефіцієнт виду ТЗ ( $n = 1$  – для вантажних автомобілів і причепів до них;  $n = 0,73$  – для легкових автомобілів і причепів до них; автобусів);

$m_i$  – коефіцієнт підвищення вірогідності ДТП при збігу  $i$ -ої несправності з іншою небезпечною несправністю ТЗ;

$Q$  – середня величина збитку від ДТП з причини  $i$ -ої несправності ТЗ;

$\hat{P}_i$  – експертна оцінка вірогідності або об'єктивне наслідків ДТП з причини  $i$ -ої несправності ТЗ ( $0 < \hat{P}_i < 1$ );

$k_i$  – коефіцієнт підвищення вірогідності ДТП залежно від умов виявлення несправностей ( $k_i = 5 \cdot 10^{-4}$ ) – за відсутності контролю при експлуатації;  $k_i = 10^{-4}$  – при контролі з періодичністю ТО;  $k_i = 3 \cdot 10^{-5}$  – за умови планово-запобіжної заміни складової частини;  $k_i = 10^{-5}$  – при контролі вбудованими (бортовими) засобами);

$l_i$  – коефіцієнт підвищення вірогідності ДТП залежно від міри небезпеки  $i$ -ої несправності ( $l_i = 0$  – для безпечних несправностей;  $l_i = 1$  – для небезпечних несправностей;  $l_i = 3$  – для особливо небезпечних несправностей;  $l_i = 10$  – для несправностей з ознаками більш ніж однієї особливо небезпечній несправності).

У числі конструктивних заходів забезпечення нечутливості ТЗ до відмов складових частин, що забезпечують захищеність від небезпечних несправностей, найбільше застосування отримали: резервування гальмівних систем і їх розподіл на незалежні контури; реалізація функції аварійного (автоматичного) гальмування робочої гальмівної системи причепів з пневматичним приводом; збереження керованості ТЗ при відмовах антиблокувальної гальмівної системи або гідропідсилювача рульового керування; розподіл і захист від коротких замикань електричних ланцюгів в системі електропостачання [24].

Виходячи з викладеного вище, сформулюємо перелік першочергових заходів щодо забезпечення захищеності ТЗ від небезпечних несправностей:

1. Необхідно забезпечити декларування заводами-виготівниками переліків індивідуальної комплектації, діагностичних параметрів і нормативів, переліків небезпечних і особливо небезпечних несправностей ТЗ, ресурсу складових частин, несправності яких небезпечні при експлуатації.

2. Забезпечення прийняття відповідальності заводів-виготівників за ДТП унаслідок несправностей, не вказаних в числі декларованих небезпечних несправностей.
3. Забезпечення підвищення безвідмовності ТЗ.
4. Забезпечення включення в конструкцію ТЗ вбудованих (бортових) засобів контролю з функцією виявлення наявності небезпечних несправностей.
5. Забезпечення підвищення числа складових частин гарантованої міцності в конструкціях ТЗ.

## 2.2 Склад агрегатів і систем що діагностуються для забезпечення безпеки дорожнього руху



В основу пропонованої методології нормування технічного стану покладено структурне представлення конструкції автомобіля у вигляді взаємозв'язаної безлічі складових частин, елементам кожного з яких поставлені у відповідність спеціальний алгоритм перевірки і періодичність виконання певного виду профілактичних робіт. Об'єктами контролю по критеріях безпеки мають бути такі складові частини, технічний стан яких схильний при експлуатації змінитися, що знижують рівень безпеки автомобіля, і для оцінки створені відповідні алгоритми перевірки.

Для формалізованого представлення завдання введемо наступні припущення. Нехай ТЗ складається з  $L$  деталей,  $N$  вузлів і  $n$  агрегатів. При цьому деталі складають кінцеву рахункову множину  $D$ :  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_L\}$ ; вузли складають кінцеву рахункову множину  $U$ :  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_N\}$ , а агрегати складають кінцеву рахункову множину  $A$ :  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ .



Кожному елементу великої кількості  $U : u_i$  відповідає підмножина  $D_i : D_i \in D$  [54]. Таким чином, кожен  $i$ -ий вузол складається з безлічі деталей

$$D_i : D_i = \{d'_1, d'_2, \dots, d'_{N_i}\}. N_i - \text{кількість деталей у вузлі } u_i, (i = 1, 2, \dots, N).$$

Тоді

$$\bigcup_{j=1}^n D_i = D, \quad \sum_{j=1}^N N_i = L.$$

Елементу великої кількості  $A : a_j$  відповідає підмножина  $U_j : U_j \in U$ .

Таким чином, кожен  $j$ -ий агрегат складається з безлічі вузлів  $U_j : U_j = \{u'_1, u'_2, \dots, u'_{n_j}\}. n_j - \text{кількість вузлів в агрегаті } a_j, (j = 1, 2, \dots, n).$

Тоді

$$\bigcup_{j=1}^n U_j = U, \quad \sum_{j=1}^n n_j = N.$$

Об'єктами діагностування по критеріях безпеки мають бути складові частини, технічний стан яких схильний до експлуатаційних змін, що знижують безпеку автомобіля, і для оцінки яких створюються алгоритми перевірок з відповідною періодичністю їх проведення.

Нехай  $U'$  – безліч вузлів ТЗ, схильних до змін  $U' \in U$ .

Введемо дискретну функцію  $P$  таку, що

$$\forall i : P(u_i, u'_i) = p_i = \begin{cases} 1 - \text{якщо вузол } u_i \text{ зазнає несправності}, \\ 0 - \text{если вузол } u_i \text{ не зазнає несправності} \end{cases}, \quad (2.7)$$

де  $p_i$  – індикатор схильності несправностям  $i$ -го вузла.

Тоді  $u'_i = u_i \cdot p_i$  і  $U' = \{u'_1, u'_2, \dots, u'_{N'}\}$ ,  $N' < N$

Нехай  $A'$  – множина агрегатів, схильних до несправностей  $A' \in A$ .

Введемо дискретну функцію  $Q$  таку, що

$$\forall j: Q(a_j, a'_j) = q_j = \begin{cases} 1 - \text{якщо агрегат } a_j \text{ зазнає несправності} \\ 0 - \text{якщо агрегат } a_j \text{ не зазнає несправності} \end{cases}, \quad (2.8)$$

де  $q_j$  – індикатор схильності несправностям  $j$  – го агрегата.

Тоді

$$a'_j = a_j \cdot q_j \text{ і } A' = \{a'_1, a'_2, \dots, a'_{n'}\}, \quad n' < n. \quad (2.9)$$

Перелік складових частин, працездатність яких при експлуатації прямо впливає на безпеку ТЗ і може бути причиною ДТП, значно менше загальної номенклатури складових частин ТЗ. Він має відмінності для різних типів ТЗ і зазнає уточнення у міру еволюції конструкцій автомобілів.

Для строгого обґрунтування цього переліку недостатньо використовувати статистичну цю аварійність унаслідок незадовільного стану ТЗ зважаючи на укрупнення відбиваних статистикою причин ДТП. Відомості статистики служать лише попередньою аргументацією на попередньому етапі обґрунтування такого переліку.

Основні резерви зниження аварійності внаслідок незадовільного технічного стану криються в підвищенні ефективності діагностування гальмівного і рульового керування, зовнішніх світлових приладів, коліс і інших складових частин, до працездатності яких передбачені обов'язкові вимоги.

Основним джерелом змін у складі агрегатів, систем і вузлів, що впливають на безпеку ТЗ, являється експлуатація ТЗ з новими вузлами або вузлами нових конструкцій. Нові вузли і системи, що впливають на безпеку ТЗ, також мають бути об'єктом діагностування. Підтвердження такого впливу статистика аварійності дає зі значним тимчасовим запізнюванням, у міру насичення ними автомобільного парку країни.

У зв'язку з цим ці статистики аварійності про вплив працездатності агрегатів, систем і вузлів на безпеку ТЗ при аналізі доповнюють експертними обґрунтуваннями причин ДТП. Ці експертні обґрунтування коригують і розвивають вхідні речення, що ґрунтуються на результатах аналізу статистичних даних аварійності.

Нехай  $U''$  – безліч вузлів, схильних до несправностей при експлуатації і впливаючих на безпеку ТЗ  $U'' \in U$ .

Введемо дискретну функцію  $R$  таку, що:

$$\forall j: R(u_m', u_m'') = r_m = \begin{cases} 1 - \text{якщо несправність вузла } u_m' \text{ знижує безпеку ТЗ} \\ 0 - \text{якщо несправність вузла } u_m' \text{ не знижує безпеку ТЗ} \end{cases}, \quad (2.10)$$

де  $r_m$  – індикатор схильності небезпечним несправностям  $m$ -го вузла.

Тоді  $u_m'' = u_m' \cdot r_m$  и  $U'' = \{u_1'', u_2'', \dots, u_{N''}''\}$ ,  $N'' < N' < N$ .

Нехай  $A''$  – множина агрегатів, схильних до несправностей, що впливають на безпеку ТЗ  $A'' \in A'$ .

Введемо дискретну функцію  $T$

$$\forall j: T(a'_f, a''_f) = t_f = \begin{cases} 1 - \text{якщо несправність агрегата } a'_f \text{ знижує безпеку ТЗ} \\ 0 - \text{якщо несправність агрегата } a'_f \text{ не знижує безпеку ТЗ} \end{cases}, \quad (2.11)$$

де  $t_f$  – індикатор схильності небезпечним несправностям  $f$  –го агрегата.

Тоді  $a''_f = a'_f \cdot t_f$  і  $A'' = \{a''_1, a''_2, \dots, a''_n\}$ ,  $n'' < n' < n$ .

Нехай  $G$  – безліч алгоритмів перевірки вузлів  $u'_i$ , схильних до несправностей при експлуатації.

Введемо дискретну функцію  $F$  таку, що

$$\forall k: F(u''_k, u'''_k) = g_k = \begin{cases} 1 - \text{якщо відомий алгоритм перевірки вузла } u''_k \\ 0 - \text{якщо не відомий алгоритм перевірки вузла } u''_k \end{cases}, \quad (2.12)$$

де  $g_k$  – індикатор схильності несправностям  $k$  –го вузла.

Тоді  $u'''_k = u''_k \cdot g_k$  і  $G = \{g_1, g_2, \dots, g_{N''}\}$ ,  $N''' < N'' < N' < N$ .

Нехай  $H$  – множина алгоритмів перевірки агрегатів  $a''_e$ , схильних до несправностей, що впливають на безпеку ТЗ.

Введемо дискретну функцію  $H$  таку, що

$$\forall l: H(a''_e, a'''_e) = h_e = \begin{cases} 1 - \text{якщо відомо алгоритм перевірки агрегата } a''_e \\ 0 - \text{якщо невідомо алгоритм перевірки агрегата } a''_e \end{cases} \quad (2.13)$$

де  $h_e$  – індикатор схильності несправностям  $e$  –го агрегата.

Тоді  $a'''_e = a''_e \cdot h_e$  і  $H = \{h_1, h_2, \dots, h_{n''}\}$ ,  $n''' < n'' < n' < n$ .

Таким чином, умовами  $Z_q$  і  $W_I$  вибору відповідно  $q$ -го вузла і  $I$ -го агрегату для діагностування з метою забезпечення безпеки ТЗ будуть [24]

$$Z_q = \prod_{k=1}^{N'''} \cdot p_i \cdot r_m \cdot g_k = 1, \quad q = 1, 2, \dots, N''' . \quad (2.14)$$

$$W_I = \prod_{j=1}^{n'''} \cdot q_j \cdot t_f \cdot h_e = 1, \quad I = 1, 2, \dots, n''' . \quad (2.15)$$

При формуванні складу агрегатів і систем ТЗ, що діагностуються для забезпечення їх експлуатаційної безпеки, допустимо враховувати додаткові умови і обмеження. Наприклад, можливий облік інформації про майбутнє застосування нових конструкцій ТЗ або початку їх виробництва.

Для оцінки експлуатаційної безпеки ТЗ не вимагається діагностування кожної із складових частин, несправності яких можуть бути небезпечні при експлуатації. Таке діагностування еквівалентне пошуку несправностей з граничною (до деталей) глибиною діагностування. Експлуатаційну безпеку ТЗ повною мірою відбивають укрупнені оцінки працездатності агрегатів, систем і вузлів, так що досить узагальнити ці окремі оцінки стосовно ТЗ в цілому.

Критерієм допустимості укрупнення складових частин ТЗ до агрегату, системи або вузла служить наявність алгоритму перевірки (діагностичні параметри і методи перевірки) цього агрегату, системи, вузла як єдиного цілого.

Розроблений метод обґрунтування вибору агрегатів, систем і вузлів для діагностування може бути застосований при розробці вимог державної нормативно-технічної бази. При розробці необхідно проаналізувати і застосувати результати раніше виконаних експериментальних досліджень по вивченню і систематизації несправностей, що знижують безпеку експлуатації ТЗ, а також вітчизняні і зарубіжні розробки методів діагностування [12].

За допомогою розробленого методу обґрунтований укрупнений перелік агрегатів, що діагностуються, систем і вузлів ТЗ, їх експлуатаційних властивостей, що діагностуються, і відповідних методів діагностування (таблиця. 2.2).

Отриманий укрупнений перелік може бути використаний при підготовці номенклатури вимог в проектах нормативних документів, що встановлюють вимоги до експлуатаційної безпеки ТЗ і методи її перевірки, у тому числі при підготовці Державних стандартів. Після визначення укрупненого складу агрегатів, систем і вузлів, що діагностуються з метою забезпечення безпеки дорожнього руху, по кожному з них може бути сформована оптимальна за чисельністю сукупність діагностичних параметрів.

Таблиця 2.2 - Перелік систем і вузлів транспортного засобу, що діагностуються по критеріях безпеки дорожнього руху

Агрегат, система, вузол - об'єкт діагностування по критеріях безпеки	Властивість (складова частина), що діагностується	Метод діагностування
1	2	3
1. Робоча гальмівна система	Ефективність гальмування	На барабанних стендах
		У дорожніх умовах по гальмівному шляху
		У дорожніх умовах за часом спрацювання приводу і сталому уповільненню
2. Стоянкова гальмівна система	Ефективність гальмування	На барабанних стендах ТЗ дозволеної максимальної маси
		На барабанних стендах ТЗ спорядженої маси
		На ухилі ТЗ категорій М і N дозволеної максимальної маси
		На ухилі ТЗ категорій М і N спорядженої маси
		У дорожніх умовах по сталому уповільненню ТЗ категорій М <sub>2</sub> , М <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> і N <sub>3</sub>

Продовження табл. 2.2

1	2	3
3. Запасна гальмівна система	Ефективність гальмування	На барабанних стендах
		У дорожніх умовах по гальмівному шляху
		У дорожніх умовах за часом спрацювання приводу і сталому уповільненню
4. Допоміжна гальмівна система	Ефективність гальмування	У дорожніх умовах по сталому уповільненню
5. Інерційний гальмівний привід	Правильність регулювання	За величиною вільного ходу пристрою управління на відчепленому причепі
6. Гальмівний привід	Регулювальник гальмівних сил	Тиск на контрольному виводі або параметр, встановлений виготівником
	АБС	По сигналізаторах АБС
		У дорожніх умовах по збереженню стійкості ТЗ при гальмуванні
	Система сигналізації і манометри	По адекватності спрацювання світлових сигналізаторів і свідчень манометрів
	Герметичність гальмівного приводу і тиск на контрольних виводах	Органолептичний контроль, вимір величин і падіння тиску за встановлений час
7. Рульове керування	Зміна зусилля при повороті рульового колеса і його обмеження	Органолептичний контроль
	Сумарний люфт в рульовому управлінні	Вимір приладом при опорі ТЗ на керовані колеса
	Деталі кріплення і фіксації положення, рухливість рульової колонки, рульового механізму і деталей рульового приводу	Органолептичний контроль (для деталей рульового приводу - з можливою силовою дією на керовані колеса при їх установці на стенд)
	Натягнення ремня приводу насоса гідروпідсилювача	Вимір прогину під впливом фіксованого зусилля
	Підтікання робочої рідини з гідропідсилювача	Органолептичний контроль

Продовження табл. 2.2

1	2	3
8. Фари	Положення і форма світлового пучка в режимі "ближнє світло"	На робочому майданчику з використанням приладу і орієнтуючого пристосування або матового екрану
	Сила світла по верхніх і нижніх межах світлового пучка в режимі "ближнє світло"	Вимір на робочому майданчику з використанням приладу і орієнтуючого пристосування
	Сила далекого світла	Вимір на робочому майданчику з використанням приладу і орієнтуючого пристосування
	Положення і форма світлового пучка протитуманних фар	На робочому майданчику з використанням приладу і орієнтуючого пристосування
	Сила світла протитуманних фар по верхній і нижній межах світлового пучка	Вимір на робочому майданчику з використанням приладу і орієнтуючого пристосування
9. Сигнальні ліхтарі	Відмінності в силі світла парних симетрично розташованих сигнальних ліхтарів	Органолептичний контроль
	Включення і режими роботи	Органолептичний контроль
	Сила світла	Вимір з використанням приладу для перевірки сигнальних ліхтарів
10. Колеса і шини	Комплектування шинами і установка коліс	Органолептичний контроль
	Висота малюнка протектора шин	Вимір за допомогою пристосування або контроль по індикаторах зносу
	Місцеві ушкодження шин	Органолептичний контроль
	Наявність і затягування гайок кріплення коліс	Органолептичний контроль, при необхідності вимір динамометричним ключем
	Тріщини дисків і обіддя, порушення форми і розмірів кріпильних отворів	Органолептичний контроль



Продовження табл. 2.2

1	2	3
11. Двигун	Зміст шкідливих речовин в газах, що відпрацювали	Вимір на швидкісних режимах за допомогою газоаналізатора або димоміра
	Відсутність підтікань палива	Органолептичний контроль
	Герметичність газової системи живлення	Вимір за допомогою течешукача
	Відсутність витоків в системі випуску	Органолептичний контроль
	Роз'єднання в системі вентиляції картера	Органолептичний контроль
12. Склоочисники і склоомивача	Наявність склоочисників і склоомивачів	Органолептичний контроль
	Частота переміщень щіток по склу	Вимір за допомогою секундоміра
	Забезпечення подачі води	Органолептичний контроль
13. Тягово-зчіпний пристрій	Працездатність механізмів зчіпного пристрою	Органолептичний контроль при приведенні зчіпного пристрою в дію
	Діаметри деталей, що найбільш зношуються	Контроль за допомогою калібру-шаблону або вимір штангенциркулем
	Ушкодження деталей	Органолептичний контроль
	Запобіжні ланцюги	Органолептичний контроль
	Передні буксирні пристрої	Органолептичний контроль
	Пристрій підтримки зчіпної петлі дишла причепа	Органолептичний контроль
14. Скло і оглядовість	Укомплектованість ТЗ дзеркалами заднього виду	Органолептичний контроль
	Відсутність тріщин на стеклах	Органолептичний контроль
	Наявність предметів, що обмежують огляд водієві	Органолептичний контроль
	Світлопроникність стекол	Вимір за допомогою приладу
	Пристрої обігріву стекол	Органолептичний контроль

Продовження табл. 2.2

1	2	3
15. Комплектність ТЗ	Наявність аптечки, знаку аварійної зупинки, упорів противідкатів, вогнегасників, надколісних брудозахисних пристроїв	Органолептичний контроль
	Кольорографічні схеми забарвлення, спеціальні світлові і звукові сигнальні прилади	Органолептичний контроль
	Наявність на автобусах додаткового вогнегасника, упору противідкату, позначень аварійних виходів	Органолептичний контроль
	Задні захисні пристрої, бампери	Органолептичний контроль
16. Кріплення складових частин і приладдя	Кріплення запасного колеса, акумуляторної батареї, вогнегасників	Органолептичний контроль
	Кріплення поручнів в автобусах	Органолептичний контроль
17. Сидіння і ремені безпеки	Кріплення сидінь	Органолептичний контроль
	Робота механізмів подовжнього регулювання і фіксації положення сидінь	Органолептичний контроль з приведення механізму в дію
	Висота підголовників	Вимір лінійкою
	Дефекти ременів безпеки	Органолептичний контроль
18. Спідометри і тахографи	Адекватність свідчень спідометра	Органолептичний контроль з приведенням спідометра в дію
	Адекватність свідчень тахографа	Органолептичний контроль з приведенням тахографа в дію
	Метрологічна перевірка і пломбування тахографа	Органолептичний контроль
19. Підвіска і карданна передача	Затягування болтових з'єднань	Органолептичний контроль
	Руйнування деталей	Органолептичний контроль

Продовження табл. 2.2

1	2	3
20. Замки дверей, замки бортів і горловини, вимикачі	Працездатність замків дверей, замків бортів і горловини	Органолептичний контроль з приведенням замків в дію
	Аварійний вимикач дверей, пристрої приведення їх в дію і сигнал вимоги зупинки автобусів	Органолептичний контроль з приведенням в дію вузлів, що перевіряються
	Протиугонний пристрій	Органолептичний контроль
21. Каплепадіння	Наявність каплепадіння робочих рідин або масел	Органолептичний контроль
22. Маркіровка ТЗ	Державні реєстраційні знаки	Органолептичний контроль
	Таблички виготівника і заводські номери агрегатів	Органолептичний контроль і перевірка достовірності за допомогою приладу
	Маркіровка газових балонів	Органолептичний контроль

### 2.3 Формування раціональної сукупності діагностичних параметрів об'єктів діагностування і обґрунтування діагностичних нормативів безпеки транспортних засобів

Пропонований метод формування сукупностей діагностичних параметрів передбачає розробку таких сукупностей для кожного з агрегатів, що діагностуються, систем і вузлів ТЗ окремо. Цей метод застосовний і для вибору переважної сукупності діагностичних параметрів і ознак з числа тих сукупностей, що можуть конкурувати між собою.

До теперішнього часу методики формування сукупностей діагностичних параметрів для підтвердження безпеки ТЗ були відсутні, як і методи вибору переважної сукупності діагностичних параметрів і ознак з числа можливих. У відомих роботах обґрунтовувалися знову пропоновані одиничні і сукупності діагностичних параметрів, а також відповідні методи діагностування для конкретних складових частин ТЗ без зіставлення конкуруючих варіантів вибору [52,55,56]. Методи порівняльного аналізу і вибору переважної сукупності

діагностичних параметрів з числа можливих для діагностування з метою забезпечення безпеки дорожнього руху не опрацьовувалися. Зусилля дослідників були зосереджені, передусім, на створенні методів локалізації і розпізнаванні несправностей.

Для формування сукупностей діагностичних параметрів і ознак по кожному з агрегатів, систем і вузлів, відібраних для діагностування з метою забезпечення безпеки дорожнього руху, розроблена двоступінчата методика відбору.

На першій стадії виконується перевірка відповідності кожного з діагностичних параметрів (ознак) окремо певним методичним обмеженням їх придатності для використання у складі формованої сукупності при діагностуванні з метою забезпечення безпеки ТЗ.

Пропонується система методичних обмежень для включення діагностичних параметрів агрегату (системи, вузла) в сукупність, призначену для підтвердження безпеки ТЗ.

1. Діагностичні параметри мають бути можливо загальнішими, щоб їх застосовність не залежала від тривалості знаходження в експлуатації або місця виготовлення, і якомога менше від конструкції ТЗ і часу його виготовлення. Діагностичні параметри складових частин певних конструкцій мають бути загальними для ТЗ, обладнаних такими частинами.

2. Діагностичні параметри мають бути такі, що можна перевірити в умовах експлуатації, а методи перевірки адекватні умовам і технологічним можливостям застосування з урахуванням виробничо-технічної бази і засобів технічного діагностування.

3. Недопустимі діагностичні параметри, відповідність яким неможливо оцінити в тому стані і в тих режимах функціонування ТЗ, які доступні при експлуатації (наприклад, в спорядженому стані ТЗ і при невисоких швидкостях руху).

Логічна процедура перевірки відповідності діагностичних параметрів приведеним обмеженням дозволяє без подальшого аналізу і зіставлень відхилити параметри, непридатні для діагностування з метою забезпечення безпеки дорожнього руху.

Нехай  $S$  – безліч діагностичних параметрів одного агрегату (системи):  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$ , де  $k$  – загальна кількість діагностичних параметрів агрегату.

Умовою відбору конкретного діагностичного параметра в сукупність служить відображення ним порушення, щонайменше, одного структурного параметра, на додаток до структурних параметрів, що відображуються сукупністю без цього діагностичного параметра.

Нехай заданий перелік несправностей агрегату виявляють  $M$  різних сукупностей діагностичних параметрів:  $S_1, S_2, \dots, S_M$ .  $S_i \in S$ . Ці  $M$  можливих варіантів формування сукупності діагностичних параметрів відображуються  $M$  підмножинами  $S$  - дискретна рахункова множина [25].

Кожна  $i$  – я сукупність  $S_i$  містить  $k_i$  діагностичних параметрів агрегату, тобто потужність підмножини [26]  $S_i : |S_i| = k_i$ .

Тоді:  $\bigcup_{i=1}^n S_i = S$ ,  $\sum k_i > k$ , оскільки одні і ті ж діагностичні параметри можуть входити в різні сукупності.

Нехай  $X$  – безліч можливих несправностей агрегату:  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ , відповідно  $m$  - загальна кількість можливих несправностей агрегату, тоді  $|X| = m$ .

Кожному  $j$  – му діагностичному параметру  $s_j$  відповідає детермінована сукупність несправностей  $X_j : |X_j| = \{x_1^j, x_2^j, \dots, x_n^j\}$ .

Сукупність усіх діагностичних параметрів дозволяє виявити усі можливі несправності агрегату, тобто  $\bigcup_{j=1}^k X_j = X$ .

Кількість несправностей, що виявляються за допомогою діагностичного параметра  $s_j : |X_j| = m_j$ .

Кожній  $i$ -ій сукупності діагностичних параметрів  $S_i$  відповідає сукупність несправностей  $X_i^d : X_i^d = \{x_1^{di}, x_2^{di}, \dots, x_{mi}^{di}\}$ .

Кількість несправностей, що виявляються за допомогою сукупності діагностичних параметрів  $S_i : |X_i^d| = m_i^d$ .

Сукупність діагностичних параметрів дозволяє виявити більше несправностей, чим один діагностичний параметр з цієї сукупності, тобто, якщо  $S_j \in S_i$ , то  $m_j < m_i^d$ .

Серед безлічі усіх можливих несправностей агрегату є детермінований перелік несправностей, виявлення наявності яких має бути забезпечене при контролі.

Позначимо цей перелік підмножиною  $X''$  з множини  $X$  ( $X'' \in X$ ).

$X'' = \{x_1'', x_2'', \dots, x_t''\}$ , відповідно [26]  $|X''| = t$ .

Тоді серед усіх сукупностей діагностичних параметрів знайдуться  $V_{max}$  таких сукупностей  $S'_v : S'_1, S'_2, \dots, S'_{v_{max}}$ , які дозволяють виявити усе  $t$  необхідних несправностей.  $V_{max}$  – кількість сукупностей діагностичних параметрів, які дозволяють виявити необхідний перелік несправностей.

Оцінка переваги варіантів має бути виконана і для сукупності діагностичних параметрів в цілому, і для одиничних параметрів або їх груп. Для вибору раціональної сукупності діагностичних параметрів пропонується використовувати критерій, єдиний для різних агрегатів, систем і вузлів ТЗ. Сукупність діагностичних параметрів повинна забезпечувати виявлення без розпізнавання встановленого для кожного агрегату (системи, вузла) переліку несправностей при мінімальному числі цих параметрів.

Критерієм оптимальності вибору сукупності діагностичних параметрів буде співвідношення [24]

$$k_v'' = \text{Min } k_v', \quad \text{де } k_v' = |S_v'| \quad \text{для всіх } v = 1, 2, \dots, v_{\max}. \quad (2.16)$$

Окрім визначення раціональної сукупності діагностичних параметрів для кожного з них необхідно розробляти діагностичні нормативи (граничні значення діагностичних параметрів). Універсального методу розробки діагностичних нормативів для діагностичних параметрів різних складових частин ТЗ не існує.

Незалежно від методу визначення діагностичних нормативів їх розробка і регламентація повинні відповідати наступним методичним правилам:

1. Має бути забезпечене чітке розмежування допустимого і неприпустимого стану складових частин, що забезпечує виявлення несправностей, у тому числі, прихованих.

2. Передбачені виробником жорсткіші нормативи для конкретної моделі (модифікації) ТЗ мають бути пріоритетними по відношенню до визначуваних при експлуатації нормативів.

3. Діагностичні нормативи для експлуатованих ТЗ мають бути не жорсткіше за конструкційні, передбачені вітчизняними і міжнародними стандартами.

4. Нормативи, встановлені українськими нормативними документами не мають бути м'якше передбачених міжнародними угодами і стандартами для експлуатованих ТЗ.

5. Рівень нормативів повинен забезпечувати виявлення наявності найбільш вірогідних прихованих небезпечних несправностей переліку, що задається, і запобігання ДТП унаслідок незадовільного технічного стану.

Відомі статистичні, розрахункові і експертні методи визначення діагностичних параметрів. Результати застосування кожного з цих методів для

отримання нормативів працездатності агрегатів, систем і вузлів також піддаються емпіричному підтвердженню.

Замість виконання тривалих і дорогих досліджень по розробці діагностичних нормативів все ширше використовуються нормативи, що встановлюються виробниками для моделей ТЗ., що випускаються ними. Їх застосування виправдане тільки для діагностичних параметрів, по яких неможливо призначити єдині нормативи для широких класів або видів ТЗ і доводиться вводити нормативи, індивідуальні для кожної моделі або сімейства.

Так, застосування подібних індивідуальних діагностичних нормативів, розроблених виробником, передбачено для тиску стислого повітря на контрольних виводах пневматичного гальмівного приводу, сумарного люфту в рульовому керуванні, натягнення ременя приводу насоса гідропідсилювача рульового керування, величини підвищеної частоти обертання колінчастого валу двигуна, вмісту шкідливих речовин і димності відпрацьованих газів двигуна і інших параметрів. Зважаючи на високу міру вивчення моделей ТЗ, що випускаються, кожен виробник розробляє раціональні за величиною діагностичні нормативи. Міра їх обґрунтованості, найчастіше, вище, ніж для розроблених в експлуатації нормативів ширшої сфери застосування, зважаючи на тривалі і усебічні випробування на моделях, що випускаються, і модифікаціях ТЗ. Для таких нормативів це служить гарантією запобігання методичним помилкам діагностування при їх широкому застосуванні.

Для діагностичних параметрів є актуальною відповідність українських діагностичних нормативів приписам міжнародних угод і стандартів. Нині таку відповідність можна віднести лише до невеликої частини діагностичних параметрів, для яких в міжнародних угодах, до яких приєдналася Україна, передбачені загальні діагностичні нормативи для широких класів і видів ТЗ. Для цієї частини діагностичних параметрів відповідність можна розглядати як повноправне джерело отримання ефективних діагностичних нормативів.



Для розробки діагностичних нормативів по відібраних діагностичних параметрах доцільно застосовувати методи аналітичного розрахунку за умовами безпеки ТЗ, емпіричні нормативи, встановлені заводами - виробниками ТЗ або Правила ЕЭК ООН. У одиничних випадках можливе застосування статистичних методів обробки емпіричних результатів діагностування ТЗ.

Можливості виявлення несправностей, що знижують безпеку ТЗ, визначаються не лише умовами і технологіями діагностування, але і специфікою самих ТЗ як об'єктів діагностування.

Глибина діагностування по критеріях безпеки задається номенклатурою вимог до технічного стану. Нині ці вимоги встановлюються розділом 32 Правил дорожнього руху України на підставі ДСТУ 3649:2010. Після отримання результатів діагностування по одній складовій частині, незалежно від їх змісту, перевірка перемикається на інші. Об'єм перевірок недостатній для локалізації несправностей, а технічний стан ТЗ відображує набір розрізнених оцінок стану складових частин. Формовані оцінки допустимості подальшої експлуатації АТЗ можуть не відбивати наявності деяких, найбільш складних несправностей.

Вимоги безпеки, як і отримувані на їх основі оцінки технічного стану, нерівнозначні. Стосовно ТЗ в цілому потрібне узагальнення окремих розрізнених результатів діагностування.

#### **2.4 Порядок ухвалення рішень за результатами контролю працездатності складових частин транспортних засобів**

На відміну від більшості інших завдань діагностування оцінка експлуатаційної безпеки ТЗ вимагає узагальнення результатів контролю сукупності діагностичних параметрів. Враховуючи, що загальне число діагностичних параметрів і ознак сучасних ТЗ перевищує 200, завдання їх узагальнення вимагає коректного рішення.

Методичним інструментом подібних узагальнень в діагностиці служить моделювання ТЗ як об'єкту діагностування. Відомі діагностичні моделі створювалися з метою підтвердження економічності експлуатації або локалізації несправностей і не відбивали експлуатаційну безпеку ТЗ [24, 26], не задовольняли обмеженням в її отриманні.

Специфіка і обмеження можливостей оцінки експлуатаційної безпеки ТЗ полягають в наступному:

1. Складові частини ТЗ діагностують нарізно і оцінюють різними показниками.
2. Вимагається єдина оцінка експлуатаційної безпеки ТЗ, яку відображують логічним узагальненням оцінок складових частин.
3. Статистичні зв'язки між оцінками працездатності складових частин залишаються не виявленими, а прогнозування її змін не досягається.
4. Оцінка працездатності складової частини в об'ємі передбачених нормативними документами вимог безпеки може не відбивати наявності найбільш рідкісних несправностей.
5. Встановлені діагностичні нормативи допускають лише імовірнісні оцінки допустимості продовження експлуатації складової частини на ТЗ з позицій безпеки.

Стосовно специфіки оцінки експлуатаційної безпеки ТЗ пропонується метод узагальнення результатів діагностування складових частин ТЗ. У його основу покладено математичне моделювання експлуатаційної безпеки ТЗ як об'єкту діагностування [24, 26]. ТЗ в ній представляється сукупністю  $N$  "чорних ящиків" по числу складових частин, що окремо діагностуються, до яких нормативними документами передбачені вимоги безпеки.

Стани входів і виходів кожного з "чорних ящиків" однозначно визначають експлуатаційну безпеку об'єкту. За результатами діагностування стан складової частини представляється одним з безлічі помітних поєднань значень змінних на входах і виходах "чорного ящика". У такій моделі стану входів і виходів

набувають значень тільки двох рівнів, одне з яких відповідає нормативу працездатного стану об'єкту, а інше - не відповідає. Відповідність змінних на входах і виходах "чорного ящика" описують математичним апаратом булевої алгебри [24].

Кожна  $n$ -я складова частина ТЗ представляється у вигляді "чорного ящика". Графічне представлення ТЗ як об'єкту діагностування по критеріях безпеки наведено на рис. 2.1. Чорний ящик задається кінцевою множиною  $Y_n$  вхідних тестових (стимулюючих дій на  $n$ -ю складову частину або режимних параметрів (входів) об'єкту, кінцевою множиною  $S_n$  вихідних (діагностичних) параметрів (виходів) і кінцевою множиною  $X_n$  структурних параметрів внутрішнього технічного стану  $n$ -ої складовій частині об'єкту

$$Y_n = \{y_i\}, \quad i = 1, 2, \dots, H; \quad S_n = \{s_j\}, \quad j = 1, 2, \dots, J, \quad (2.17)$$

де  $y_i$  – стан  $i$ -го тестової вхідної дії (режимного параметра) на  $n$ -у складову частину об'єкту;

$s_j$  – стан  $j$ -го виходу (діагностичного параметра або ознаки)  $n$ -ої складової частини об'єкту;

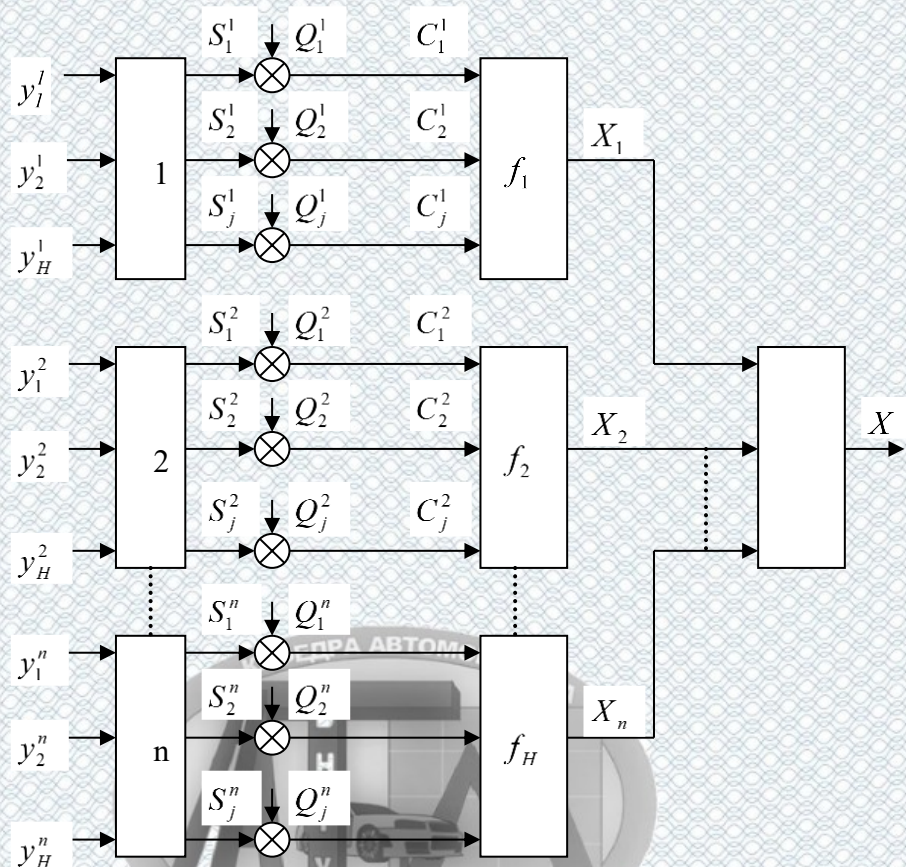
$H$  – число вхідних дій, що враховуються при діагностуванні, на  $n$ -у складову частину (режимних параметрів) об'єкту;

$J$  – число діагностичних параметрів  $n$ -ої складової частини об'єкту.

Оператор  $W$ , що перетворює множини  $S_n$  вихідних (діагностичних) параметрів і  $Y_n$  тестових вхідних (стимулюючих) дій в множину  $X_n$  відбиває внутрішній технічний стан  $n$ -го «чорного ящика»

$$X_n = W_n(S_n; Y_n).$$

З урахуванням можливості стабілізації при контролі або приведення до встановленої "тестової" форми елементів великої кількості  $Y_n$ , отримаємо



$y_j^n$  – стан  $j$  – ї тестової дії на  $n$  – у складову частину об'єкту;  $S_j^n$  – стан  $j$  – го виходу (діагностичного параметра або ознаки)  $n$  – ї складової частини об'єкту;  $Q_j^n$  – нормативне граничне значення  $j$  – го виходу  $n$  – ї складової частини об'єкту;  $C_j^n$  – нормований стан  $j$  – го виходу  $n$  – ї складовій частині об'єкту, представлений в бінарній формі;  $X_n$  – внутрішній технічний стан (структурний параметр)  $n$  – ї складової частині об'єкту в бінарному представленні;  $X$  – внутрішній технічний стан ТЗ в цілому як об'єкту перевірки в бінарному представленні

Рисунок 2.1 – Графічне представлення ТЗ як об'єкту діагностування по критеріях безпеки

$$X_n = O_n(S_n).$$

Завданням діагностування є визначення  $n$ -ої складовій частині об'єкту ("чорного ящика") невідомих значень параметрів  $X_n$  по відомих вихідних

параметрах  $S_n$  і формування загальної оцінки об'єкту в цілому по отриманих  $N$  оцінкам  $X_n$  його складових частин.

Для спрощення вводиться нормування вхідних тестових дій  $\{y_i\}$  і вихідних діагностичних параметрів  $\{s_i\}$ . При невідповідності вимогам (одностороннім або двостороннім обмеженням, що іменуються "нормативами") будь-якого з вхідних (стимулюючих) дій  $\{y_i\}$ , чи будь-якого з вихідних (діагностичних) параметрів  $S_n$ , стани відповідного входу або виходу приймаються рівними 0, а при їх відповідності встановленим вимогам - рівними 1.

Призначенням контролю експлуатаційної безпеки служить віднесення об'єкту до одного з двох станів - допустимому або неприпустимому. Безліч внутрішніх технічних станів об'єкту (нескінченне в більшості випадків) при такому бінарному (дворівневому) представленні відповідає тому, що допускається нормативними документами при  $X_n = 1$  чи не відповідає  $X_n = 0$ .

У цій моделі структурні параметри експлуатаційної безпеки  $X$  об'єкту (ТЗ) в цілому, не задаються, а при виконанні перевірок не визначаються. В процесі контролю оцінюються тільки вихідні діагностичні параметри  $S_n = \{s_j\}$  і безпосередньо по них - внутрішній технічний стан  $X = \bigcap \{X_n\}$  об'єкту в бінарній формі. У цьому принципова відмінність моделі об'єкту контролю експлуатаційної безпеки.

При невідповідності встановленим вимогам стану будь-кого  $s_j$  виходу  $n$ -го "чорного ящика" його працездатність  $X_n$  визнається незадовільною, а при незадовільному стані  $X_n = 0$  любого из  $N$  "чорних ящиків" визнається незадовільною експлуатаційна безпека  $X$  об'єкту (ТЗ) в цілому  $X = 0$ .

На мові булевої алгебри постановка діагнозу  $n$ -ій складовій частині об'єкту представляється кон'юнкцією безлічі її  $S_n$  вихідних (діагностичних) параметрів

$$X_n = \bigcap \{s_j\}, \quad (2.18)$$

а постановка діагнозу об'єкту контролю в цілому - кон'юнкцією станів усіх  $N$  "чорних ящиків", або сукупності усіх  $N$  множин  $\{S_n\}$  їх вихідних (діагностичних) параметрів

$$X = \bigcap \{X_n\} = \bigcap \{ \bigcap (s_j) \}. \quad (2.19)$$

Приведена математична модель дає алгоритм ухвалення рішення за результатами перевірок приватних параметрів: при невідповідності встановленим нормативам будь-якого показника експлуатаційної безпеки, що регламентується нормативними документами, безпека ТЗ визнається незадовільною.

Приведений формалізований опис процесу ухвалення рішення за результатами послідовного виконання заданого ряду перевірок працездатності складових частин ТЗ може легко реалізуватися програмними методами або алгоритмами вбудованих обчислювальних блоків пультів управління діагностичних стендів і приладів.

Діагностування з метою підтвердження експлуатаційної безпеки ТЗ включає лише процедури послідовного виміру ряду контрольованих параметрів, а у ряді випадків - ще і обчислення по заданих алгоритмах похідних оцінних параметрів і нормативів за результатами вимірів, їх порівняння з нормативами (встановленими або вичисленими) і просту логічну обробку результатів порівняння.

Розроблені методи обґрунтування вимог до експлуатаційної безпеки ТЗ включають відбір його складових частин для діагностування, нормування сукупностей діагностичних параметрів, розробку алгоритму ухвалення рішення за результатами перевірки складових частин і необхідних методів діагностування.

Таким чином, аналіз показав, що:

- діюча система технічного контролю транспортних засобів є формою адміністративної дії для отримання бажаних результатів і породженням адміністративно-командних методів управління;
- для істотного поліпшення системи технічного контролю транспортних засобів потрібне їх обов'язкове діагностування, за результатами якого повинне формулюватися ув'язнення про технічний стан автомобіля і можливості його подальшої експлуатації;
- на законодавчому рівні необхідно затвердити мінімальний перелік діагностичних параметрів, з визначенням реальних граничних значень при оцінці стану транспортного засобу при технічному контролі;
- періодичність проведення технічного контролю транспортних засобів в Україні повинна здійснюватися залежно від віку, терміну служби і умов експлуатації;
- виконаний теоретичний аналіз режимів і методів організації профілактики заходів свідчить про необхідність зміни існуючої технології контролю, обслуговування і ремонту автомобілів. Вибір складових частин, сукупностей діагностичних параметрів і методів діагностування методологічно має бути продуктом наукових досліджень і попереднього обґрунтування;
- визначена специфіка і введені обмеження можливостей оцінки експлуатаційної безпеки ТЗ. Також визначений перелік систем і вузлів транспортного засобу, що діагностуються по критеріях безпеки дорожнього руху.

## **2.5 Аналіз функціональної стабільності елементів гальмівних систем автотранспортних засобів**

### **2.5.1 Шляхи забезпечення стабільності гальмівних механізмів.**

Стабільність моментів, створюваних гальмівними механізмами чинить

вплив не тільки на значення гальмівного шляху, але і на стійкість АТЗ. Нерівномірність гальмівних моментів на колесах різних бортів веде до появи додаткового моменту, який спричиняє розворот автомобіля в площині дороги.

Для оцінення стабільності вихідних показників гальмівних механізмів застосовують так звану гальмівну характеристику, яка відображає залежність між внутрішнім передавальним числом гальма та коефіцієнтом тертя  $\mu$ . Чутливість гальма до зміни коефіцієнта тертя  $\mu$  визначають за коефіцієнтом чутливості

$$E = \frac{\partial c}{\partial \mu}, \quad (2.20)$$

де  $c$  – внутрішнє передавальне число (коефіцієнт ефективності) гальмівного механізму.

Коефіцієнт чутливості є безпосередньо мірою чутливості гальмівного механізму. Може використовуватися також відносна чутливість гальма

$$e = \frac{\partial c}{\partial \mu} \cdot \frac{\mu}{c} = \frac{E\mu}{c}. \quad (2.21)$$

Гальма з малим  $c$  мають, переважно, і мале значення  $E$ .

Інші критерії, щодо оцінення гальмівних механізмів:

- Коефіцієнт коливання гальмівного моменту

-  $\gamma$

$$\gamma = \frac{M_{Tmin}}{M_{Tmax}}, \quad (2.22)$$

де  $M_{Tmin}$  - мінімальна величина гальмівного моменту,

- Коефіцієнт стабільності гальмівного моменту



$$\alpha_{cm} = \frac{M_{Tcp}}{M_{Tmax}}, \quad (2.23)$$

де  $M_{Tcp}$   $M_{Tmax}$  - середня і максимальна величина гальмівного моменту,

-  $\alpha_{cm}$  - приведена ефективність гальма

$$\beta_{эфт} = \frac{\beta_{эф} \cdot n}{h} = \frac{\alpha_{cm}}{h \cdot T^2}, \quad (2.24)$$

де  $n$  - кількість однакових гальмувань;

$h$  - лінійний знос за одне гальмування (або за цикл однакових гальмувань).

-  $\beta_{эфт}$  - коефіцієнт ефективності гальмування

$$\beta_{эф} = \frac{\alpha_{cm}}{T^2} \quad (2.25)$$

Виконання вимог національних та міжнародних стандартів з ефективності гальмування АТЗ нерозривно пов'язане з потребою підвищення енергоємності гальмівних механізмів. Енергоємність гальмівних механізмів – це їх здатність розсіювати найбільшу кількість енергії загальмованого автомобіля без зменшення параметрів ефективності гальмування до мінімального допустимого рівня. Надмірний нагрів гальмівних механізмів спричиняє підвищений знос фрикційних накладок та зменшення коефіцієнта тертя  $\mu$  фрикційних поверхонь.

Гарантувати високу ефективність та стабільність дії можна при:

-  $\alpha_{cm}$  забезпеченні необхідного теплового режиму та умов охолодження фрикційних поверхонь;

-  $\alpha_{cm}$  раціональному виборі типу гальмівних механізмів для даного АТЗ;

-  $\alpha_{cm}$  застосуванні гальмівних механізмів з негативною серводією (негативним зворотним зв'язком за гальмівним моментом);

-Азабезпеченні рівномірного енергонавантаження фрикційних пар гальмівного механізму, механізмів однієї осі, механізмів різних осей, а також гальм причепа та тягача.

Найкращим типом гальмівного механізму є механізм, що має узгоджений розподіл тертя тепла, генерованого по поверхні, зі спрямуванням теплових потоків на відведення від нагрітих поверхонь. Якщо при проектуванні невідомі теплові потоки, які необхідно відвести, то потрібно прагнути до рівномірної генерації тепла на поверхнях тертя.

Слід відмітити, що не всі типи гальмівних механізмів, вживані в автотракторобудуванні, можуть забезпечити рівномірний розподіл генерованого тепла по поверхнях тертя. В стрічковому та барабанному гальмах через змінність тиску за площею тертя при однаковій швидкості ковзання епюра потужності тертя (яка характеризує розподіл тепла, що генерується) відповідає епюрі тиску. У дисковому гальмі є можливість узгодження характеристик зносу фракційних матеріалів, закону розподілу контактного тиску із швидкістю ковзання і формою фрикційних накладок, що дає можливість одержати більш рівномірний розподіл температури по поверхнях тертя [12, 27].

2.5.2 Гальмівний привод та чинники, які визначають стабільність його швидкодії.

Тривалість динамічної стадії процесу гальмування визначається швидкодією гальмівного приводу. Швидкодія гальмівного приводу зв'язана із швидкістю передачі тиску робочого тіла від джерела енергії до виконавчих пристроїв гальмівних механізмів. Основною причиною зниження швидкодії гальмівного приводу є зміна властивостей робочого тіла (рідини або повітря) під впливом температури, а також утворення пробок і звужень прохідного перетину в трубопроводах. Найменшу швидкодію має пневмопривід гальм. При

цьому він більш схильний і до температурних дій, оскільки при низьких температурах в трубопроводах і апаратах застигає конденсат, що створює пробки.

Гідростатичний привід, у зв'язку із застосуванням гальмівних рідин із стабільними температурними властивостями, володіє вищою надійністю. Основною причиною утворення пробок в трубопроводах може бути змішування робочих рідин різних сортів або механічні пошкодження (утворення вм'ятин на трубках).

### 2.5.3 Стабільність розподілу гальмівних сил між колесами.

Нестабільність розподілу гальмівних сил між бортами або колесами однієї осі, як вже наголошувалося вище, приводить до появи повертаючого моменту і занесення машини. Нестабільність розподілу гальмівних сил між осями може привести до небезпеки випереджаючого блокування задніх коліс, що, кінець кінцем, також приводить до занесення машини.

Застосування дискових гальм відкритого типу, володіючих вищою, в порівнянні з іншими типами гальмівних механізмів, стабільністю гальмівного моменту дозволило підвищити не тільки стабільність розподілу гальмівних сил між бортами, але і між осями машини. Установка дискових гальм відкритого типу на передніх колесах і барабанних гальм на задніх колесах легкових автомобілів стало поширеною схемою. Така схема установки гальмівних механізмів балу обумовлена (свого часу) простішим технічним рішенням приводу стоянки на задні барабанні гальма. При цьому враховувалося, що нерівномірність задніх гальм робить менший вплив на стійкість колісної машини, ніж нерівномірність передніх. З появою нових технічних рішень приводу стоянки дискових гальм відкритого типу проблеми застосування дискових гальм на всіх колесах легкових автомобілів не стало. На автомобілях середнього і високого класів стали застосовуватися дискові гальма на всіх колесах (при цьому на передні колеса встановлюють вентильовані гальмівні диски).

#### 2.5.4 Стабільність характеристик регуляторів гальмівних сил.

Регулятори гальмівних сил запобігають випереджаючому блокуванню задніх коліс і забезпечують максимальне використання зчпної ваги колісної машини при гальмуванні до моменту блокування коліс. Нестабільність характеристик регулятора гальмівних сил може привести до появи випереджаючого блокування задніх коліс при екстремому гальмуванні колісної машини і занесенню автомобіля. Відомі регулятори гальмівних сил підрозділяються на три категорії залежно від використання командного сигналу на спрацьовування (включення):

- А клапани, що реагують на тиск; клапани, що реагують на уповільнення;
- А клапани, що реагують на навантаження.

Проведений розрахунково-експериментальний аналіз стабільності вказаних типів регуляторів гальмівних сил показав, що клапани, що реагують на уповільнення (інерційні регулятори гальмівних сил) дозволяють забезпечити вимоги стандартів до розподілу гальмівних сил між осями легкових автомобілів всіх класів, включаючи передньоприводні, при максимальних коливаннях їх повної маси. З погляду відповідності дійсних характеристик регулювання ідеальним за умов зчеплення інерційні регулятори гальмівних сил мають перевагу перед регуляторами, що спрацьовують по тиску, але поступаються регуляторам, що реагують на зміну навантаження. Проте, оскільки інерційні регулятори не мають схильних до руйнування механічних елементів, що пов'язують їх з підвіскою автомобіля, вони значно більш надійні, ніж регулятори, що спрацьовують по навантаженню. У зв'язку з цим, застосування останніх є переважним. Запропоновані і досліджені конструкції стабільних регуляторів розподілу гальмівних сил між осями, реагуючим на тиск, але що має програму, що дозволяє забезпечувати випереджаюче блокування передніх коліс при всіх навантаженнях автомобіля і при будь-якому значенні коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою. При цьому досягається максимальне використання зчпної

ваги машини. Таким чином, можливе забезпечення найстабільнішої характеристики регулятора розподілу гальмівних сил між осями [12, 16, 28].

## Висновки до розділу 2

За результатами виконаних у другому розділі досліджень встановлено вимоги до експлуатаційної безпеки АТЗ та параметри, які визначають стабільність показників ефективності гальмування; теоретично обґрунтовано методичні підходи щодо діагностування технічного стану АТЗ та аналізу стабільності їх гальмівних властивостей для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки. Отже поставлені завдання для цього розділу виконані.



## РОЗДІЛ 3. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ГАЛЬМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

### 3.1 Вплив несправностей на ефективність гальмування АТЗ

Згідно Правил дорожнього руху України експлуатація АТЗ з несправною гальмівною системою заборонена. На практиці можливі випадки, коли несправності гальмівної системи виникають в дорозі. В таких ситуаціях рух АТЗ до місця ремонту необхідно здійснювати з безпечною швидкістю, яка дозволяє зупинити АТЗ не створюючи аварійної ситуації.

Аналіз несправностей гальмівної системи ГАЗ-3302 дозволяє виділити такі випадки її роботи:

1. Гальмують усі колеса автомобіля. У цьому випадку сповільнення АТЗ на горизонтальній дорозі можна визначити так

$$j = g \cdot \varphi, \quad (3.1)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт зчеплення;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

2. Не гальмує одне з передніх коліс

$$j = \frac{(L + a) \cdot g \cdot \varphi}{2L + h_g \cdot \varphi}, \quad (3.2)$$

де  $a$  – відстань від центру мас до передньої осі АТЗ, м;

$L$  – база АТЗ, м;

$h_g$  – висота центру мас АТЗ, м.

3. Не гальмує одне з задніх коліс

$$j = \frac{(L+b) \cdot g \cdot \varphi}{2L - h_g \cdot \varphi}, \quad (3.3)$$

де  $b$  – відстань від задньої осі автомобіля до центру мас, м.

4. Гальмує лише одне переднє колесо

$$j = \frac{b \cdot g \cdot \varphi}{2L - h_g \cdot \varphi}. \quad (3.4)$$

5. Гальмує лише одне заднє колесо

$$j = \frac{a \cdot g \cdot \varphi}{2L + h_g \cdot \varphi}. \quad (3.5)$$

6. Гальмують лише передні колеса

$$j = \frac{b \cdot g \cdot \varphi}{L - h_g \cdot \varphi}. \quad (3.6)$$

7. Гальмують лише задні колеса

$$j = \frac{a \cdot g \cdot \varphi}{L + h_g \cdot \varphi}. \quad (3.7)$$

8. Гальмують колеса лише однієї сторони

$$j = \frac{g \cdot \varphi}{2}. \quad (3.8)$$

З урахуванням теоретичних досліджень, виконаних у розділі 1, 2, в якості критеріїв ефективності гальмування приймаємо гальмівний шлях та сповільнення АТЗ. Гальмівний шлях встановлюємо відповідно до діючого в Україні ДСТУ 3649:2010, сповільнення – за залежностями (3.1)-(3.8).

Автомобіль ГАЗ-3302 має задні ведучі та передні керовані колеса, двигун розташовується спереду. База АТЗ складає  $L = 2900$  мм.

Таким чином, для даного АТЗ координати центру мас будуть

$$a = (0.65 \dots 0.7) \cdot L = 0.678 \cdot 2900 = 1966 \text{ мм.}$$

$$b = L - a = 2900 - 1966 = 934 \text{ мм.}$$

По висоті координата центру мас

$$h_g = (0.3 \dots 0.35) \cdot L = 0.324 \cdot 2900 = 940 \text{ мм.}$$

Для сухого асфальтобетону коефіцієнт зчеплення –  $\varphi = 0,7$ .

Гальмівний привод спрацьовує із запізненням –  $0,2$  с.

Сповільнення наростає за час –  $0,4$  с.

Початкова швидкість гальмування –  $40$  км/год.

Дослідимо характерні випадки:

1. Усі колеса автомобіля гальмують

$$j = 9.8 \cdot 0.7 = 6.86 \text{ м/с}^2;$$

$$S = \frac{40}{3.6} \cdot (0.2 + 0.5 \cdot 0.4) + \frac{40^2}{26 \cdot 6.86} = 4.44 + 8.97 = 13.42 \text{ м.}$$



2. Одне передне колесо не гальмує

$$j = \frac{(2.900 + 1.966) \cdot 9.8 \cdot 0.7}{2 \cdot 2.900 + 0.94 \cdot 0.7} = \frac{33.38}{6.46} = 5.17 \text{ м/с}^2;$$

$$S = \frac{40}{3.6} \cdot (0.2 + 0.5 \cdot 0.4) + \frac{40^2}{26 \cdot 5.17} = 4.44 + 11.9 = 16.34 \text{ м.}$$

3. Одне задне колесо не гальмує

$$j = \frac{(2.900 + 0.934) \cdot 9.8 \cdot 0.7}{2 \cdot 2.900 - 0.94 \cdot 0.7} = \frac{26.3}{5.14} = 5.12 \text{ м/с}^2;$$

$$S = \frac{40}{3.6} \cdot (0.2 + 0.5 \cdot 0.4) + \frac{40^2}{26 \cdot 5.12} = 16.46 \text{ м.}$$

4. Гальмує лише одне передне колесо

$$j = \frac{0.934 \cdot 9.8 \cdot 0.7}{2 \cdot 2.900 - 0.94 \cdot 0.7} = 1.25 \text{ м/с}^2;$$

$$S = \frac{40}{3.6} \cdot (0.2 + 0.5 \cdot 0.4) + \frac{40^2}{26 \cdot 1.25} = 49.23 \text{ м.}$$

5. Гальмує лише одне задне колесо

$$j = \frac{1.966 \cdot 9.8 \cdot 0.7}{2 \cdot 2.900 + 0.94 \cdot 0.7} = \frac{13.49}{6.46} = 2.09 \text{ м/с}^2;$$

$$S = \frac{40}{3.6} \cdot (0.2 + 0.5 \cdot 0.4) + \frac{40^2}{26 \cdot 2.09} = 33.88 \text{ м.}$$

6. Гальмують лише передні колеса

$$j = \frac{0.934 \cdot 9.8 \cdot 0.7}{2.900 - 0.94 \cdot 0.7} = \frac{6.4}{2.24} = 2.86 \text{ м/с}^2;$$

$$S = \frac{40}{3.6} \cdot (0.2 + 0.5 \cdot 0.4) + \frac{40^2}{26 \cdot 2.86} = 21.52 \text{ м.}$$

7. Гальмують лише задні колеса

$$j = \frac{1.966 \cdot 9.8 \cdot 0.7}{2.900 + 0.94 \cdot 0.7} = \frac{13.49}{3.56} = 3.79 \text{ м/с}^2;$$

$$S = \frac{40}{3.6} \cdot (0.2 + 0.5 \cdot 0.4) + \frac{40^2}{26 \cdot 3.79} = 16.24 \text{ м.}$$

8. Гальмують колеса лише однієї сторони

$$j = \frac{9.8 \cdot 0.7}{2} = 3.43 \text{ м/с}^2;$$

$$S = \frac{40}{3.6} \cdot (0.2 + 0.5 \cdot 0.4) + \frac{40^2}{26 \cdot 3.43} = 22.39 \text{ м.}$$

Результати розрахунків зведемо в табл. 3.1 та виконаємо їх аналіз.

Як видно з цієї таблиці максимальна втрата ефективності гальмування відбувається у випадку, коли здійснює гальмування лише одне переднє колесо; мінімальна – коли не гальмує лише одне переднє колесо. Окрім цього, є велика

ймовірність виникнення заносу АТЗ при гальмуванні через нерівномірний розподіл гальмівних зусиль.

Таблиця 3.1 – Результатів розрахунку гальмівної ефективності

Несправність	Усталене сповільнення, м/с <sup>2</sup>	Коефіцієнт втрати ефективності	Гальмівний шлях, м	Коефіцієнт втрати ефективності
–	6,86	0	13,42	0
Не гальмує 1е переднє колесо	5,17	0,75	16,34	1,218
Не гальмує 1е заднє колесо	5,12	0,74	16,46	1,226
Гальмує лише 1е переднє колесо	1,25	0,18	49,23	3,668
Гальмує лише 1е заднє колесо	2,09	0,3	33,88	2,525
Гальмують лише передні колеса	2,86	0,42	21,52	1,604
Гальмують лише задні колеса	3,79	0,55	16,24	1,21
Гальмують колеса лише однієї сторони	3,43	0,5	22,39	1,669

### 3.2 Аналіз стабільності роботи гальмівних механізмів АТЗ

Гальмівні механізми барабанного типу на АТЗ у наш час встановлюються на задніх колесах. Відомо, що максимальний вплив на ефективність гальмування чинять передні дискові гальма, проте від стабільності роботи задніх гальм залежить розподіл енергії, яка поглинається при гальмуванні між окремими гальмівними механізмами.

На ринку запчастин до АТЗ сьогодні представлена продукція різних виробників. У табл. 3.2 приводяться результати оцінення властивостей задніх барабанних гальмівних механізмів ГАЗ-3302, при комплектуванні їх гальмівними колодками різних виробників. Випробування здійснювались в лабораторії гальмівних систем на інерційному гальмівному стенді.

При гальмуваннях на стенді витримувався постійний приводний тиск відповідно до Правил ЕЭК ООН №13. Усі гальмові колодки були прироблені. При випробуваннях на нагрівання був здійснений цикл, що складається з 15 послідовних гальмувань з однаковим інтервалом. Температура нагрівання у всіх колодок (до кінця 15-го гальмування) була практично однакова і складала 180-200°C.

Барабанні гальма є гальмами непрямої дії, тобто гальмовий момент, що розвивається ними, не має прямої залежності від коефіцієнта тертя фрикційних поверхонь. Виконаємо оцінку зміни коефіцієнта тертя. В таблиці 3.2 наведені отримані значення математичного сподівання (середнього значення) гальмівного моменту, які відповідають 1-му, 10-му і 15-му гальмуванням для усіх типів колодок, аналогічно - середнє квадратичне відхилення  $M_T$  і коефіцієнт варіації. Крім того, у таблиці наведені значення максимальної абсолютної та відносної змін гальмівного моменту для кожного типу гальмівних колодок.

На ГАЗ-3302 застосовується гальмо барабанного типу з рівними приводними зусиллями [15, 16], гальмівний момент його дорівнює

$$M_T = P \cdot r_0 \cdot \frac{2\mu \cdot c \cdot (a+c)}{c^2 - \mu^2 \cdot e^2} = P \cdot r_0 \cdot \frac{2\mu \cdot \left(1 + \frac{a}{c}\right)}{1 - \mu^2 \cdot \left(\frac{e}{c}\right)^2} \quad (3.9)$$

Геометричні параметри гальма:  $a=93$  мм,  $c=84$  мм,  $e=103$ мм;  $r=250$  мм;

Приводна сила:

$$P = \frac{\pi d^2}{4} \rho, \quad (3.10)$$

де  $p$  - приводний тиск, МПа;

$d$  - діаметр робочого циліндра (для ГАЗ-3302  $d=19$ мм).

Таблиця 3.2 – Результати оцінення гальмівного моменту барабанного гальмівного механізму

Виробник гальмівних колодок	Гальмівний момент $M_T$ , Н-м			$\Delta M_{T \max}$ Н-м	$\delta M_{T \max}$
	1-е гальмування	10-е гальмування	15-е гальмування		
ОТА	370	240	200	170	0,459
Ferodo	320	270	240	80	0,250
Samko	540	360	320	220	0,407
Lucas	630	300	250	380	0,603
АТЕ	440	280	240	200	0,454
«Автодета»	580	430	380	200	0,345
«Санкт-Петербург»	600	440	350	280	0,417
«Начато»	390	330	310	80	0,205
Москва «Москва»	540	440	400	140	0,259
«Волжские»	510	270	110	400	0,784
«Сонатекс»	530	410	380	150	0,283
Математичне сподівання $\mu$	954	343	289	188	0,406
Средньо-статистичне відхилення $\sigma_\mu$	$\pm 101$	$\pm 76$	$\pm 90$	$\pm 94$	0,171
Коефіцієнт варіації $\vartheta_\mu$	$\pm 0,204$	$\pm 0,223$	$\pm 0,310$	$\pm 0,502$	$\pm 0,420$

Після підстановки геометричних параметрів у співвідношення (3.10) маємо:

$$M_T = 300119 \frac{\mu \cdot \rho}{1 - 1.503 \cdot \mu^2} \cdot H \cdot \text{мм} \quad (3.11)$$

або

$$M_T = 300,119 \cdot \frac{\mu \cdot \rho}{1 - 1.503 \cdot \mu^2} \cdot H \cdot \text{мм} \quad (3.12)$$

З виразу (3.11) визначимо величину  $\mu$ . З цією метою перетворимо (3.12) до наступного виду

$$\mu^2 + \frac{199,68}{M_T} \cdot \rho \cdot \mu - 0,665 = 0. \quad (3.13)$$

Корінь квадратного рівняння, що має фізичний зміст

$$\mu = \sqrt{9968 \cdot \frac{\rho^2}{M_T^2} + 0,665} - 99,84 \cdot \frac{\rho}{M_T} \quad (3.14)$$

Аналіз впливу параметра  $\rho$  на величину  $\mu$  у рівнянні (3.14) показав, що реальним значенням коефіцієнта тертя відповідає величина приводного тиску  $p = 1,5$  МПа.

Корінь квадратного рівняння (3.14), має фізичний зміст.

У таблиці 3.3 наведені значення коефіцієнта тертя, визначеного за (3.14) при  $p = 1,5$  МПа для значень гальмівного моменту, поданих у таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Розрахункові значення коефіцієнта тертя  $\mu$

Виробник гальмівних колодок	Гальмівний момент $M_T$ Н-м		
	1-е гальмування	10-е гальмування	15-е гальмування
1	2	3	4
ОТА	0,503	0,400	0,356
Ferodo	0,470	0,429	0,400
Samko	0,582	0,497	0,470
Lucas	0,610	0,454	0,410

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4
АТЕ	0,541	0,438	0,400
«Автодеталь»	0,595	0,536	0,509
«Санкт-Петербург»	0,601	0,541	0,490
«Начат»	0,515	0,477	0,462
«Москва»	0,585	0,541	0,520
«Волжские»	0,571	0,429	0,223
«Сонатэкс»	0,578	0,526	0,509
Математичне сподівання $\mu$	0,559	0,479	0,432
Середньостатистичне відхилення $\sigma_{\mu}$	$\pm 0,045$	$\pm 0,051$	$\pm 0,088$
Коефіцієнт варіації $\varrho_{\mu}$	$\pm 0,08$	$\pm 0,106$	$\pm 0,204$

Аналіз результатів розрахунку, наведених у таблицях свідчить про зміну гальмівного моменту на 20-30% при зміні коефіцієнта тертя на 8-20%. При цьому різниця між максимальним та мінімальним гальмівним моментом може складати до 50 %. Оскільки гальма лівої та правої сторони можуть мати неоднакові коефіцієнти тертя фрикційних поверхонь (з різних причин), то і нерівномірність гальмівних сил на задній осі ГАЗ-3302 може складати 50%.

### 3.3 Оцінювання впливу стабільності гальмівних властивостей АТЗ на їх траєкторію руху при гальмуванні

Якщо вважати відомими:

- фактори, які впливають на зміну траєкторії руху АТЗ при гальмуванні;
- умови руху АТЗ: дорожні ухили, стан і тип дорожнього покриття;
- навантаження АТЗ та його розподіл;
- схему сил, що діють на АТЗ при гальмуванні,

то можна розробити алгоритм, що дозволяє оцінити траєкторію руху АТЗ при гальмуванні, за фіксованим вектором факторів впливу, на основі якого встановлюється відхилення осі АТЗ від заданої траєкторії руху.

Розглянемо ситуацію, коли АТЗ рухається по рівній горизонтальній дорозі без поперечного ухилу (відсутня бокова сила  $P_y$ ), але центр ваги АТЗ зміщений в повздовжньому напрямку на величину  $\Delta x$ , а в поперечному на  $\Delta y$  (рис. 3.1). В цьому випадку курсова стійкість АТЗ (відхилення осі АТЗ на кут  $\gamma$  від траєкторії руху) буде залежати від дотичних реакцій  $R_{x1(2)}^{l(n)}, R_{y1(2)}^{l(n)}$  (індекси 1 і 2 позначають передню і задню осі, п і л – праві і ліві колеса), які діють на його колеса, зміщення  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  та якості зчеплення шин з дорожнім покриттям.

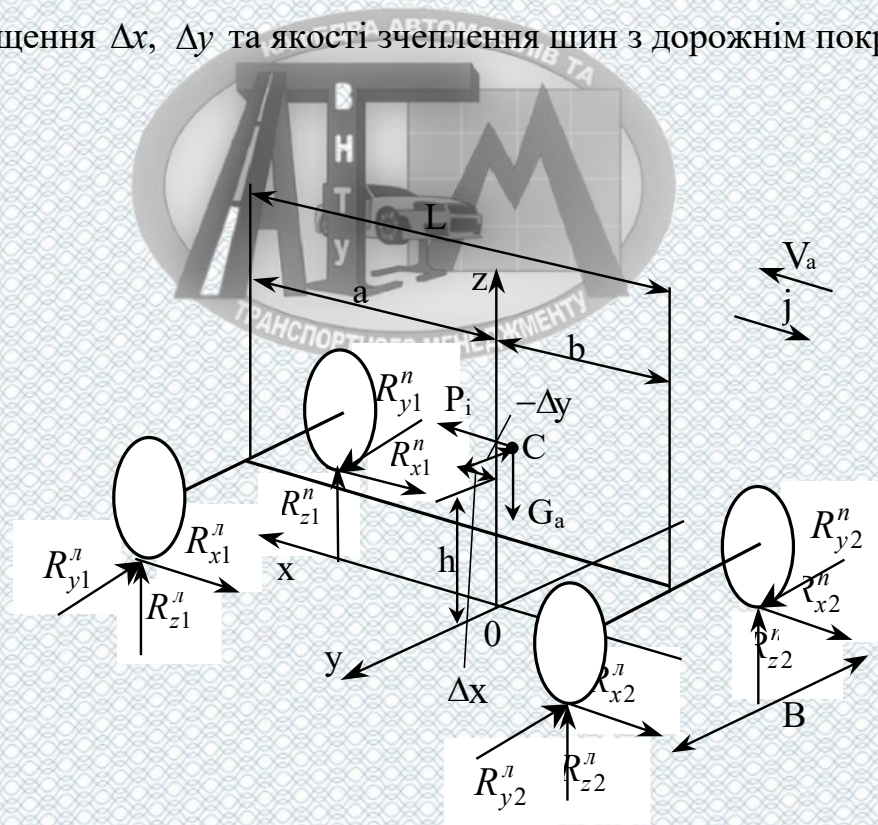


Рисунок 3.1 – Основні сили, діючі на АТЗ при гальмуванні

Величина реакцій  $R_{x1(2)}^{l(n)}, R_{y1(2)}^{l(n)}$  залежить від прикладеного до кожного колеса гальмового моменту  $M_z$ , що викликає реактивну гальмівну силу:



$$P_z = \frac{M_z}{r_k}, \quad (3.15)$$

де  $r_k$  - радіус колеса.

Ця сила направлена протилежно руху і прикладена горизонтально до поверхні дороги (тангенційна гальмівна сила). Її величина обмежується силою зчеплення коліс АТЗ з дорогою:

$$P_\varphi = R_z \cdot \varphi, \quad (3.16)$$

де  $\varphi$  - коефіцієнт зчеплення;

$R_z$  – нормальна реакція дороги.

Умовою виникнення заносу є нерівність  $R_x > P_\varphi$ , тому стійкість проти заносу буде більша зі зростанням сили зчеплення  $P_\varphi$  та зменшенням тангенційної реакції  $R_x$ , яка визначається гальмівною силою  $P_z$ .

Якщо відомі  $R_{x1(2)}^{л(n)} = f_1(M_{z1(2)}^{л(n)})$  та  $R_{y1(2)}^{л(n)} = f_2(M_{z1(2)}^{л(n)})$ , можна скласти рівняння моментів щодо миттєвого центру повороту АТЗ і знайти величину повертального моменту  $M_n$ . Тоді кутове прискорення від дії цього моменту визначається так:

$$\varepsilon = \frac{M_n}{I}, \quad (3.17)$$

де  $I$  – момент інерції АТЗ відносно вертикальної осі, який проходить через його центр ( $I = G_a \cdot (a - x) \cdot (b + x)$  [10]).

Кут відхилення осі АТЗ від траєкторії руху:

$$\gamma = \frac{\varepsilon t^2}{2} = \frac{M_n t^2}{2I}, \quad (3.18)$$


де  $t$  – час руху.

Бокове зміщення АТЗ від початкового положення (перед гальмуванням):

$$S_b = S \cdot \operatorname{tg}(\gamma), \quad (3.19)$$

де  $S$  – гальмовий шлях АТЗ (при  $\gamma = 0^\circ$ ), м.

Оскільки колесо АТЗ котиться в гальмівному режимі, то поздовжня реакція  $R_x$  визначається так



$$R_x = \frac{M_z}{r_k} + f \cdot R_z + \frac{I_k \cdot j}{r_k^2}, \quad (3.20)$$

де  $I_k$  – момент інерції колеса АТЗ відносно його осі обертання;

$f$  – коефіцієнт опору кочення;

$j$  – сповільнення АТЗ.

При повному блокуванні колеса АТЗ  $R_x = R_z \cdot \varphi$ .

Для знаходження величини реакції на кожному з коліс АТЗ, розглянемо детальніше рисунок 3.1. Силу інерції АТЗ  $P_i$ , яка виникає під час гальмування, можна знайти так

$$P_i = G_a \cdot \frac{j}{g}, \quad (3.21)$$

де  $G_a$  – вага АТЗ;

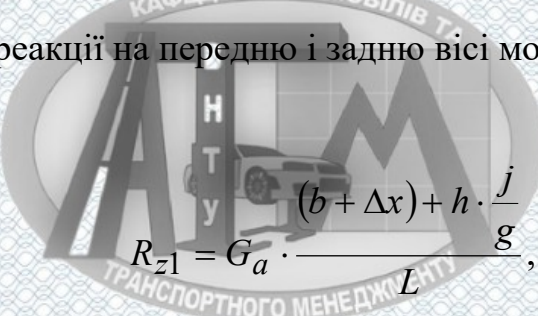
$g$  – прискорення вільного падіння ( $9,8 \text{ м/с}^2$ ).

Сила інерції  $P_i$ , яка виникає при сповільненні колеса АТЗ, дорівнює тангенційній гальмовій силі  $P_2$ . Отже сповільнення АТЗ можна знайти так

$$j = \frac{M_z \cdot g}{r_k \cdot G_a}, \quad (3.22)$$

$$\text{де } M_z = M_{z1}^n + M_{z1}^n + M_{z2}^n + M_{z2}^n.$$

За рахунок дії сили інерції та в залежності від зміщення центру ваги АТЗ  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  виникає перерозподіл навантаження між осями та колесами АТЗ. Згідно рис. 3.1 нормальні реакції на передню і задню вісі можна знайти так



$$R_{z1} = G_a \cdot \frac{(b + \Delta x) + h \cdot \frac{j}{g}}{L},$$

$$R_{z2} = G_a \cdot \frac{(a - \Delta x) - h \cdot \frac{j}{g}}{L}. \quad (3.23)$$

Формули (3.23) не враховують поперечне зміщення центру ваги  $\Delta y$ . При врахуванні його, нормальні реакції кожного з коліс АТЗ визначаються так:


$$R_{z1}^n = \frac{G_a \cdot \left( (b + \Delta x) + h \cdot \frac{j}{g} \right)}{2L} + \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a;$$

$$R_{z1}^n = \frac{G_a \cdot \left( (b + \Delta x) + h \cdot \frac{j}{g} \right)}{2L} - \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a;$$

$$R_{z2}^l = \frac{G_a \cdot \left( (a - \Delta x) - h \cdot \frac{j}{g} \right)}{2L} + \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a;$$

$$R_{z2}^n = \frac{G_a \cdot \left( (a - \Delta x) - h \cdot \frac{j}{g} \right)}{2L} - \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a. \quad (3.24)$$

Сповільнення при гальмуванні залежить від гальмівних моментів, прикладених до коліс АТЗ. Його величину можна визначити за виразом (3.22), із (3.24) маємо:



$$R_{z1}^l = \frac{G_a \cdot \left( (b + \Delta x) + h \cdot \frac{M_z}{r_k \cdot G_a} \right)}{2L} + \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a;$$

$$R_{z1}^n = \frac{G_a \cdot \left( (b + \Delta x) + h \cdot \frac{M_z}{r_k \cdot G_a} \right)}{2L} - \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a;$$

$$R_{z2}^l = \frac{G_a \cdot \left( (a - \Delta x) - h \cdot \frac{M_z}{r_k \cdot G_a} \right)}{2L} + \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a;$$

$$R_{z2}^n = \frac{G_a \cdot \left( (a - \Delta x) - h \cdot \frac{M_z}{r_k \cdot G_a} \right)}{2L} - \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a. \quad (3.25)$$

При повному блокуванні коліс на горизонтальній дорозі сповільнення АТЗ залежить від якості зчеплення:

$$j = g \cdot \varphi. \quad (3.26)$$

В цьому випадку формули для визначення нормальних реакцій на колесах АТЗ приймуть вигляд

$$\begin{aligned}
 R_{z1}^l &= \frac{G_a \cdot \left( (b + \Delta x) + h \cdot \varphi_1^l \right)}{2L} + \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a; \\
 R_{z1}^n &= \frac{G_a \cdot \left( (b + \Delta x) + h \cdot \varphi_1^n \right)}{2L} - \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a; \\
 R_{z2}^l &= \frac{G_a \cdot \left( (a - \Delta x) - h \cdot \varphi_2^l \right)}{2L} + \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a; \\
 R_{z2}^n &= \frac{G_a \cdot \left( (a - \Delta x) - h \cdot \varphi_2^n \right)}{2L} - \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a.
 \end{aligned} \tag{3.27}$$

Підставляючи знайдені значення нормальних реакцій (3.24), (3.25) на кожному з коліс автомобіля та його сповільнення (3.22), (3.26) в (3.20), отримаємо вирази для визначення повздовжніх реакцій  $R_x$ :


1) При неповному блокуванні колеса:

$$\begin{aligned}
 R_{x1}^l &= \frac{M_{z1}^l}{r_k} + f \cdot \left( \frac{G_a \cdot \left( (b + \Delta x) + h \cdot \frac{M_z}{r_k \cdot G_a} \right)}{2L} + \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a \right) + \frac{I_k \cdot M_z \cdot g}{r_k^3 \cdot G_a}, \\
 R_{x1}^n &= \frac{M_{z1}^n}{r_k} + f \cdot \left( \frac{G_a \cdot \left( (b + \Delta x) + h \cdot \frac{M_z}{r_k \cdot G_a} \right)}{2L} - \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a \right) + \frac{I_k \cdot M_z \cdot g}{r_k^3 \cdot G_a},
 \end{aligned}$$

$$R_{x2}^l = \frac{M_{z2}^l}{r_k} + f \cdot \left( \frac{G_a \cdot \left( (a - \Delta x) - h \cdot \frac{M_z}{r_k \cdot G_a} \right)}{2L} + \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a \right) + \frac{I_k \cdot M_z \cdot g}{r_k^3 \cdot G_a},$$

$$R_{x2}^n = \frac{M_{z2}^n}{r_k} + f \cdot \left( \frac{G_a \cdot \left( (a - \Delta x) - h \cdot \frac{M_z}{r_k \cdot G_a} \right)}{2L} - \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a \right) + \frac{I_k \cdot M_z \cdot g}{r_k^3 \cdot G_a}; \quad (3.28)$$

2) При повному блокуванні колеса:



$$R_{x1}^l = \left( \frac{G_a \cdot \left( (b + \Delta x) + h \cdot \varphi_1^l \right)}{2L} + \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a \right) \cdot \varphi_1^l,$$

$$R_{x1}^n = \left( \frac{G_a \cdot \left( (b + \Delta x) + h \cdot \varphi_1^n \right)}{2L} - \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a \right) \cdot \varphi_1^n,$$

$$R_{x2}^l = \left( \frac{G_a \cdot \left( (a - \Delta x) - h \cdot \varphi_2^l \right)}{2L} + \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a \right) \cdot \varphi_2^l,$$

$$R_{x2}^n = \left( \frac{G_a \cdot \left( (a - \Delta x) - h \cdot \varphi_2^n \right)}{2L} - \frac{\Delta y}{2B} \cdot G_a \right) \cdot \varphi_2^n. \quad (3.29)$$

Бічну реакцію, яка діє на АТЗ під час гальмування визначають при відомих

$R_{z1(2)}^{l(n)}$  та  $R_{x1(2)}^{l(n)}$  так

$$R_{y1(2)}^{l(n)} = \sqrt{\left( R_{z1(2)}^{l(n)} \cdot \varphi_{1(2)}^{l(n)} \right)^2 - \left( R_{x1(2)}^{l(n)} \right)^2}. \quad (3.30)$$

Знаючи реакції, які діють на загальмований АТЗ, знаходимо величину моменту, який прагне повернути АТЗ на деякий кут  $\gamma$  від заданої траєкторії руху. Якщо миттєвий центр повороту АТЗ співпадає з його центром ваги, то розглянувши рівновагу АТЗ відносно його центру на основі рис. 3.2 отримаємо:

$$M_n = (R_{x1}^n + R_{x2}^n) \cdot \left(\frac{B}{2} + \Delta y\right) - (R_{x1}^n + R_{x2}^n) \cdot \left(\frac{B}{2} - \Delta y\right) - (R_{y1}^n - R_{y2}^n) \cdot (a - \Delta x) - (R_{y2}^n - R_{y1}^n) \cdot (b + \Delta x) + G_a \cdot \Delta y \cdot \frac{j}{g}. \quad (3.31)$$

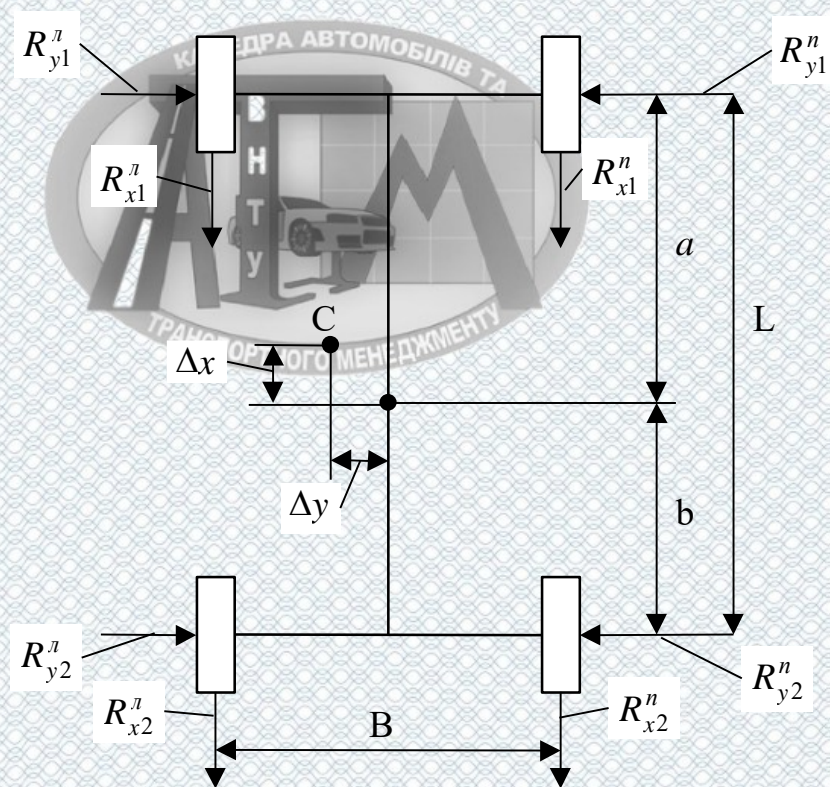


Рисунок 3.2 – Схема реакцій, які сприймає АТЗ в горизонтальній площині

Кутове прискорення АТЗ під дією моменту  $M_n$  із (3.17):

$$\varepsilon = \frac{M_n}{G_a \cdot (a - x) \cdot (b + x)} \quad (3.32)$$

Після підстановки значення кутового прискорення в (3.18), маємо функцію зміни курсового кута АТЗ в часі:

$$\gamma = \frac{M_n \cdot t^2}{2 \cdot G_a \cdot (a - x) \cdot (b + x)}. \quad (3.33)$$

Бокове зміщення АТЗ від початкового положення (перед гальмуванням) із (3.19):

$$S_b = S \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{M_n \cdot t^2}{2 \cdot G_a \cdot (a - x) \cdot (b + x)} \right), \quad (3.34)$$

де  $S$  – гальмовий шлях АТЗ, якщо б він рухався без зміщення, м.

При службовому гальмуванні гальмовий шлях АТЗ в певний момент часу можна знайти так

$$S = V_n \cdot t - 0.5 \cdot j \cdot (t - t_2) \cdot (t - t_2 - t_3), \quad (3.35)$$

де  $V_n$  - швидкість АТЗ перед гальмуванням, м/с,

$t$  - час гальмування, с,

$j$  - сповільнення автомобіля, м/с<sup>2</sup>,

$t_2$  - час запізнення спрацювання гальмівного приводу, с,

$t_3$  - час наростання сповільнення при гальмуванні, с.

Дослідження адекватності запропонованого алгоритму було проведено на базі матеріалів розслідуваних ДТП, представлених в дисертаційних дослідженнях [10]. Похибка прогнозування була в межах 10% .

На ТОВ «Астра-Агро» експлуатується велика група автомобілів ГАЗ-3302, з якими з початку 2021 року трапилось три ДТП з причини нестабільної роботи



гальмівної системи. Тому гальмівні властивості саме цих автомобілів обираємо для подальшого дослідження.

Оцінювання стабільності траєкторії руху автомобіля при гальмуванні розглянемо на прикладі конкретної ситуації, розгляд якої дасть змогу оцінити наскільки стабільність роботи гальмових механізмів впливає на курсову стійкість автомобіля.

На розгляд експертів поставлена задача дослідження траєкторії руху загальмованого АТЗ, якщо відомо:

1. Автомобіль ГАЗ-3302 рухався зі швидкістю близько 50 км/год в умовах дощової погоди при мокрому асфальті та виїхав на смугу зустрічного руху в результаті застосування гальм.

2. Проїзна частина дороги асфальтована, мокра, горизонтального профілю, шириною 15.1 м, слідів гальмування коліс АТЗ на проїзній частині не виявлено.

3. Коефіцієнт зчеплення для кожного колеса  $\varphi=0,7$ .

4. Гальмівні моменти на колесах, кг·м – переднє ліве:  $M_{г1}=34$ ; переднє праве:  $M_{г2}=34$ ; заднє ліве:  $M_{г3}=30$ ; заднє праве:  $M_{г4}=15$ .

5. Радіус колеса  $r_r=0.23$  м, момент інерції колеса  $I_k=0.073$  кг·м·с<sup>2</sup>; коефіцієнт опору коченню  $f=0.017$ ; час спрацювання приводу гальма  $t_2=0.2$ с; час наростання сповільнення  $t_3=0.4$ с.

Підставляючи вихідні дані у формули за алгоритмом, розробленим в п. 3.2, визначаємо нормальні реакції автомобіля ( $R_z$ ), повздовжні реакції автомобіля ( $R_x$ ), бічні реакції ( $R_y$ ), які діють на автомобіль під час гальмування.

Визначивши реакції ,які діють на загальмований АТЗ, знаходимо величину моменту  $M_n$  який намагається повернути АТЗ на деякий кут  $\gamma$  від заданої траєкторії руху.

Підставляючи отримане значення  $M_n$ , маємо функцію зміни курсового кута АТЗ ( $\gamma$ ) в часі:

$$\gamma = 43,188t^2$$

Бокове зміщення АТЗ від початкового положення (перед гальмуванням) в певний момент часу можна знайти за формулою:

$$S_b = 13,89t - 0,535(t-0,2)(t-0,6)tg(43,188t^2)$$

Оскільки курсовий кут приймає додатні значення, то траєкторія АТЗ в результаті гальмування буде відхилитись вліво (рис. 3.3). Результати розрахунків показують, що реакції на лівих колесах більше ніж на правих при невеликій різниці приводних гальмівних моментів, в результаті чого праві колеса раніше блокуються при гальмуванні ніж ліві. У заблокованих коліс сила зчеплення менше, при цьому сила інерції АТЗ розвертає АТЗ в сторону коліс, що мають більше зчеплення з дорогою, в даному випадку - вліво. Це призвело до раптового заносу АТЗ на смугу зустрічного руху.

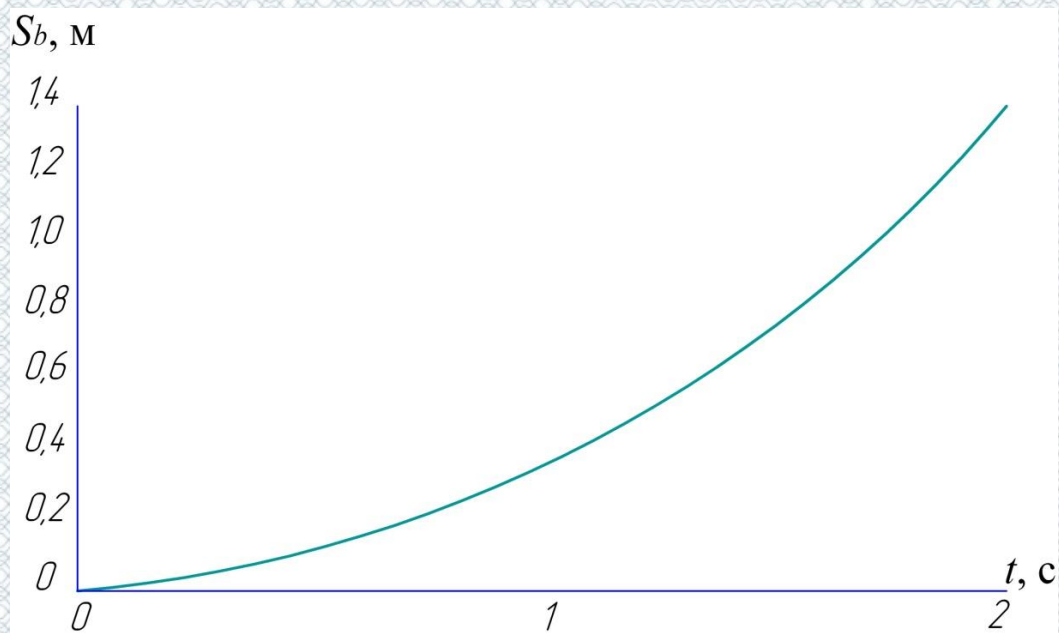


Рисунок 3.3 – Вплив стабільності роботи гальмівних механізмів ГАЗ-3302 на його курсову стійкість

Характер зміни траєкторії можна визначити дослідивши отримані функції  $\gamma = f(t)$  та  $S_b = f(S, t)$ . Функцію  $S_b = f(S, t)$  доцільно розглядати лише на відрізку зростання.

### 3.4 Розрахунок техніко-економічної ефективності виконаних досліджень

На основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень з підвищення безпеки руху економічний ефект досягається за рахунок збільшення часу роботи автомобілів на лінії та скорочення збитків від простоїв внаслідок технічних несправностей. Тоді, економічний ефект від впровадження результатів дослідження складе

$$E = (\Pi_2 - \Pi_1) \cdot A_{cn} = \Delta\Pi \cdot A_{cn}, \quad (3.36)$$

де  $E$  – річний економічний ефект, грн.;

$\Pi_1, \Pi_2$  – прибуток від використання результатів дослідження, грн;

$A_{cn}$  – облікова кількість АТЗ, од.

Слід зазначити, що капітальні вкладення для реалізації результатів досліджень не потрібні.

За [35] прибуток при роботі АТЗ визначається так

$$\Pi = D - Z_m - Z_c - Z_{ш} - Z_{мо} - Z_n - Z_o - Z_{zn}, \quad (3.37)$$

де  $D$  - дохід від транспортної роботи АТЗ, грн;

$Z_m$  - витрати на паливо, грн;

$Z_c$  - витрати на мастильні матеріали, грн;

$Z_{ш}, Z_{то}$  - витрати, відповідно, на шини та технічне обслуговування, грн;

$Z_n$  - накладні витрати, грн;

$Z_o$  - плата за основні фонди, грн;

$Z_{zn}$  - заробітна плата водія без простою, грн.

Введення витрат на ТО і ремонт в зазначену групу пов'язано з тим, що несправності, а тим більше знос сполучень силових агрегатів АТЗ, виникають внаслідок його роботи, тобто виконання транспортної роботи. Крім того, виконання ТО і ремонту служить для забезпечення працездатного стану автомобіля. У разі простою автомобіль доходу не приносить, але витрати при цьому мають місце.

До них слід віднести: накладні витрати, плату за основні фонди, амортизаційні відрахування на повне відновлення рухомого складу і зарплату водієві, яка нараховується в залежності від характеру виконаної ним роботи.

В цьому випадку збиток при простої автомобіля визначається як

$$П = Д - Z_n - Z_a - Z_o - Z_{zn}^{np}, \quad (3.38)$$

де  $Z_{zn}^{np}$  - зарплата водія при простої автомобіля в ремонті, грн;

$Z_a$  - амортизаційні відрахування на повне відновлення рухомого складу, грн.

Витрати на ТО і ремонт при простої автомобіля дорівнюють нулю, так як автомобіль не зношується (старіння в розрахунок не береться).

Віднімаючи з виразу (3.37) вираз (3.38), отримаємо величину збитку від простою

$$\Delta П = Д - Z_m - Z_c - Z_{ш} - Z_{то} - Z_{zn} - Z_{zn}^{np}. \quad (3.39)$$

Дохід, отриманий автовласником від одного автомобіля при його роботі протягом дня, визначається з виразу

$$D = l_c \cdot C_{km}, \text{ грн} \quad (3.40)$$

або

$$D = T_{\text{раб}} \cdot C_u, \text{ грн} \quad (3.41)$$

де  $l_c$  - добовий пробіг автомобіля, км;

$T_{\text{раб}}$  - час роботи автомобіля у клієнта, год;

$C_{km}, C_u$  - тариф вартості, відповідно, одного кілометра, грн / км, або однієї години роботи, грн / год.

Всі складові наведених рівнянь визначаються на підставі звітних даних автопідприємства. Простої в ТО і поточного ремонту, що приносять збитки, це наднормативні

$$P_y = P_f - P_n, \quad (3.42)$$

де  $P_f, P_n$  - фактичний і нормативний простій автомобіля, дн / тис.км.

Простої, що приносять збитки внаслідок несправності  $i$ -го найменування

$$P_{y_{зч}} = P_f \cdot K_i, \quad (3.43)$$

де  $K_i$  - частка простою автомобіля, викликана несправністю  $i$ -го найменування.

За рік такі збитки складуть на один автомобіль

$$P_{гзч} = P_{y_{зч}} \cdot \bar{L}_г, \quad (3.44)$$

де  $\bar{L}_2$  - середній пробіг автомобілів за рік, тис.км.

Таким чином, величина збитку від простою автомобіля за рік складе

$$\Delta\Pi_2 = \Delta\Pi + \Pi_{2_{3ч}}. \quad (3.45)$$

В результаті використання розробленої методики річний економічної ефект у витраті на один автомобіль складе

$$\mathcal{E}_2 = \Pi_2. \quad (3.46)$$

У табл. 3.4 наведені деякі вихідні дані і основні результати розрахунку економічної ефективності на один автомобіль.

Таблиця 3.4 – Економічна ефективність нормування і прогнозування потреби в запасних частинах до силових агрегатів

Найменування показників	Умовні позначення	Кількісні показники
1. Величина втрат від простою автомобіля, грн/день	$\Delta\Pi$	595
2. Нормативний простій автомобіля, дн / тис.км	$\Pi_n$	0,30
3. Фактичний простій автомобіля, дн / тис.км	$\Pi_f$	0,65
4. Частка простою автомобіля через несправність досліджуваного найменування, %	$K_i$	3,1
5. Простій через несправність <i>i</i> -го найменування дн / тис.км	$\Pi_{y_{3ч}}$	0,0203
6. Середній річний пробіг автомобіля, тис. км	$\bar{L}_2$	40
7. Простій автомобіля за рік через несправності гальм, дні / тис.км	$\Pi_{2y_{3ч}}$	0,11
8. Економічний ефект загальний, грн / рік	$E$	3750

Отримані результати (табл. 3.4) свідчать про високу економічну ефективність розробок.

### Висновки до розділу 3

За результатами виконаних у третьому розділі досліджень розроблено методику забезпечення стабільності гальмівних властивостей автотранспортних засобів в умовах експлуатації. Отже поставлені завдання для цього розділу виконані.



## РОЗДІЛ 4.

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – як галузь людської діяльності – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарногігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини у процесі її трудової діяльності. Основною метою охорони праці є створення безпечних умов трудової діяльності людини, забезпечення її високої та ефективної працездатності.

В даній роботі розглядаються умови праці працівника під час розробки шляхів поліпшення безпеки руху автотранспортних засобів товариства з обмеженою відповідальністю «Астра Агро» село Саливонки Васильківського району Київської області за рахунок забезпечення стабільності їх гальмівних властивостей.

Можливий вплив на працівників небезпечних та шкідливих виробничих факторів. До небезпечних виробничих факторів відносять фактори, вплив яких на працюючих приводить до травм, а шкідливих – фактори які приводять до захворювання.

В приміщенні на працюючих діють тільки дві групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 – фізичні та психофізіологічні.

До групи фізичних небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечної дії:

- підвищена чи понижена вологість повітря;
- підвищена чи понижена температура повітря;
- недостатність природного освітлення;
- недостатність освітлення робочого місця;
- підвищена чи понижена рухомість повітря.



Групу психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів по характеру дії поділяють на такі підгрупи: фізичні та нервово – психічні перевантаження. До фізичних перевантажень відносять – статичне; до нервово – психічних – монотонність праці, розумові навантаження, емоційні переживання.

Відповідно до визначених факторів формуємо рішення щодо безпечного виконання роботи.

#### **4.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи**

##### *Обладнання приміщення та робочого місця.*

Для оцінки умов праці обираємо робоче місце на етапі обробки результатів наукового дослідження за місцем функціонування підприємства у м. Ладизин Вінницької області.

Приміщення, де відбувалася обробка результатів наукового дослідження повинні в першу чергу відповідати кількості робітників і наявному комплекту технічних засобів. Площа на одного співробітника, який працює за ПК, повинна складати не менше  $6,0 \text{ м}^2$ , об'єм – не менше  $20 \text{ м}^3$ . Площа приміщень з ПК повинна розраховуватися не більш як на 12 чоловік відповідно до вимог НПАОП 0.00-7.15-18.

Перевіримо виконання даних вимог. Площа даного приміщення становить  $18,2 \text{ м}^2$ , об'єм –  $60,8 \text{ м}^3$ . відповідно на одного працівника припадає  $6,07 \text{ м}^2$  площі і  $20,27 \text{ м}^3$  об'єму повітря. Отримані дані повністю відповідають вимогам.

Робоче місце проектувальника і взаємне розташування всіх його елементів відповідає антропометричним, фізичним і психологічним вимогам ДСТУ 8604:2015. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця проектувальника були дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця і достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення.

Раціональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і сталість розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що потрібно для виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору.

Основні вимоги щодо роботи на ПК:

- Не залишати працюючі ПК і їхні пристрої без нагляду;
- Підключати і відключати роз'єм кабелів пристроїв ПК тільки при відключеній напрузі;
- Подавати напругу на пристрої і окремі блоки ПК тільки після ретельної перевірки надійності кріплення провідників заземлення, справності кабелів і роз'ємів мережі електроживлення;
- При виявленні запаху горілого в пристроях ПК необхідно вимкнути апаратуру, повторно не включати і звернутися до спеціаліста з технічного обслуговування ПК;
- Для профілактики порушень і підтримання працездатності проектувальника повинні бути введені додаткові регламентовані перерви для відпочинку;
- У період роботи за дисплеєм необхідно передбачити через кожні 40 – 45 хв три-п'ятихвилинні перерви для відпочинку. Середня сумарна тривалість роботи за монітором за день не повинна перевищувати 4 год, а за тиждень 20 год.

#### *Електробезпека приміщення.*

Приміщення із робочими місцями користувачів комп'ютерів для забезпечення електробезпеки обладнання, а також для захисту від ураження електричним струмом самих користувачів ПК повинні мати достатні технічні засоби захисту відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Категорія приміщення з електробезпеки – без підвищеної небезпеки, згідно ПУЕ.

В даному приміщенні наявні такі небезпечні фактори:

- а) наявність електричних розеток;
- б) наявність освітлювальних пристроїв;

в) наявність оргтехніки.

Виходячи з перелічених факторів згідно ДСТУ Б В.2.5-82:2016 вибираємо спосіб захисту – занулення.

Лінія електромережі для живлення приладів, периферійних пристроїв ПК та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ПК виконана як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів.

ПК, периферійні пристрої ПК та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ПК, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники тощо), електропроводи та кабелі за виконанням та ступенем захисту мають відповідати класу зони за ПУЕ, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Живлення обладнання здійснюється від трифазної мережі з заземленою нейтраллю. Потужність обладнання до 4 кВт.

## 4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### *Мікроклімат.*

Нормування мікроклімату на робочому місці відбувається згідно ДСН 3.3.6.042-99. Оптимальні показники мікроклімату розповсюджуються на всю виробничу зону, допустимі показники встановлюються диференційно для робочих місць.

Витрата енергії складає:  $(150 - 200 \frac{\text{ккал}}{\text{год}})$ . Робоче місце постійне. Категорія робіт: легка 1б. До даної категорії відноситься робота, що виконується сидячи і не потребує переміщення.

Інтенсивність теплового випромінювання працівників від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, освітлювальних пристроїв на постійних

робочих місцях не повинна перевищувати  $100\text{Вт}/\text{м}^2$  при опроміненні 25% поверхні тіла.

Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря на робочому місці приміщення повинна відповідати нормам, вказаним в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Показники мікроклімату

Період року	Категорії праці	Температура					Відносна вологість		Швидкість руху	
		Оптимі- альна	max		min		Опти- мальна	Допустима не більше	Опти- мальна	Допусти- ма не більше
			пост	непост	пост	непост				
Холодний	Легка Іб	21-23	25	27	20	17	40-60	75	0,1	0,2
Теплий	Легка Іб	22-24	28	29	21	18	40-60	24-75 25-70 26-65 27-60 28-55	0,2	0,1-0,3

В приміщенні повинні підтримуватись оптимальні параметри мікроклімату. Так як робота пов'язана з нервово-емоційною напругою.

В холодну пору року в приміщенні застосовується комбіноване опалення.

Системи опалення, вид і параметри теплоносія передбачаються з урахуванням теплової інерції огорожуючи конструкцій і у відповідності з характером і призначенням споруд і будівель. Згідно цього вибираємо водяне опалення, для даного приміщення розташування радіаторів вибираємо на стінах або нішах стін, коли стіни не несуть основних навантажень.

*Вентиляція.*

Для очищення повітря в приміщенні застосовується вентиляційна система: природна (неорганізована).

При природній вентиляції повітрообмін проходить внаслідок різниці температур повітря в приміщенні і зовні, а також в результаті дії повітря. В якості природної вентиляції використовуємо неорганізовану вентиляцію при якій попадання або видалення повітря проходить через нещільності і пори зовнішніх огорожень, через вікна.

*Склад повітря робочої зони.*

ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 2.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1
Вуглекислий газ	3	1	4

Забезпечення складу повітря робочої зони здійснюється за допомогою системи кондиціювання та вологого прибирання.

*Виробниче освітлення.*

Освітлення в приміщенні і аудиторії відповідають ДБН В.2.5-28:2018.

Розряд зорової роботи II. Нормування освітленості і КПО проводимо в горизонтальній площині на висоті 0,8 м від підлоги. Природне освітлення (КПО,  $e_n^{III}$  %) при бічному освітленні  $e_n^{III} = 2.0\%$ .

Так як місто Вінниця знаходиться в IV світловому кліматі:

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c; \quad (4.1)$$

$$e_n^{IV} = 2.0 \cdot 0.9 \cdot 0.75 = 1.35\%.$$

де  $m=0.9$ -коефіцієнт світлового клімату для IV сонячного поясу;

$C=0.75$  – коефіцієнт сонячного клімату, азимут  $90^0$ .

Штучне освітлення. Загальна освітленість приміщення – 500 лк.

Для збільшення освітленості робочої поверхні слід застосовувати місцеве освітлення. Показник дискомфорту не повинен перевищувати 40.

Для загального штучного освітлення слід передбачити газорозрядні лампи, незалежно від джерела світла місцевого освітлення. Коефіцієнт пульсації освітленості при освітленні приміщення не повинен перевищувати – 10%.

#### *Виробничий шум.*

Походження шумів у даному приміщенні пов'язано з роботами у прилеглих приміщеннях. Дані в таблиці 4.3 відповідають виду трудової діяльності, що потребує сконцентрованості над виконанням всіх видів робіт на постійних робочих місцях (згідно ДСН 3.3.6.037-99).

Таблиця 4.3 – Характеристика шумового навантаження

Рівні звукового тиску в октанових полосах з середньо геометричними частотами									Еквівалентні рівні звуку в дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
93	76	70	63	59	54	51	50	40	60

#### Методи і засоби боротьби з шумом:

Для захисту від шуму в приміщенні аудиторії, який виникає від неякісної роботи оргтехніки слід застосовувати столи з спеціальним відділенням для встановлення системних блоків.

Зниження шуму на шляху його розповсюдження в значній мірі досягається проведенням будівельно-акустичних заходів з застосуванням звукоізолюючих перегородок між приміщеннями.

#### *Виробничі випромінювання.*

Під час виконання роботи із використанням ПК на працівника діє підвищений рівень електромагнітного поля. Випромінювання ПК можуть бути небезпечними для здоров'я. Низькочастотні поля при тривалому опроміненні сидять біля ПК людей можуть привести до порушень фізіологічних процесів.

Монітор ПК є джерелом електростатичного поля; слабких електромагнітних випромінювань в низькочастотному і високочастотному діапазонах (2 Гц – 400кГц); ультрафіолетового проміння; інфрачервоних променів; випромінювання видимого діапазону.

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань на робочому місці наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань

Найменування параметра	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні відеомонітора	10В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні відеомонітора	0,3А/м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати:	
для дорослих користувачів	20кВ/м
для дітей дошкільних установ і що вчаться середніх спеціальних і вищих учбових закладів	15кВ/м

Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання на проектувальника слід дотримуватися раціонального режиму роботи та відпочинку.

#### *Психофізіологічні фактори.*

Оцінка психофізіологічних факторів під час проектування об'єкта будівництва здійснюється відповідно до Гігієнічної класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Загальні енергозатрати організму: до 174 Вт.

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну): до 40 000.

Робоча поза: вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40% часу зміни.

Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: до 50 раз.

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

–**А**міст роботи – творча діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму;

–**А**сприймання інформації та їх оцінка – сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів;

–**А**розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка.

Сенсорні навантаження:

–**А**осередження (%за зміну) – до 5-75%;

–**А**цільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;

–**А**навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;

–**А**постереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) – 4-6год.

–**А**навантаження на голосовий апарат ( протягом тижня) – від 16 до 20.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний.

Режим праці:

–**А** тривалість робочого дня – більше 8 год;

–**А** змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

За зазначеними показниками важкості та напруженості праці, робота, яка виконується належить до допустимого класу умов праці (напруженість праці середнього ступеня).



### 4.3 Пожежна безпека

За вибухопожежною і пожежною небезпекою приміщення відноситься до категорії Д. До категорії приміщення Д відносяться приміщення з наступною характеристикою речовин і матеріалів, які знаходяться у приміщенні: Негорючі речовини і матеріали в холодному стані.

Будівля, де знаходиться приміщення відноситься до I ступені вогнестійкості. До ступені вогнестійкості I відносяться будівлі з штучними і відгороджуваними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових та плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій, год. (над рискою) і максимальні межі розповсюдження вогню по ним, см. (під рискою):

—Á стіни несучі і сходинові клітини - 2,5/0;

—Á стіни самонесучі - 1,25/0;

—Á стіни зовнішні не несучі (у тому числі з навісних панелей) - 0,5/0;

—Á стіни внутрішні ненесучі (перегородки) - 0,5/0;

—Á колони - 2,5/0;

—Á сходинові площадки, косоури, ступені, балки і марші сходинових клітин - 1/0;

—Á плити, настили ( у тому числі з утеплювачем) і другі несучі конструкції перекриття - 1 /0;

—Á елементи покриття: плити, настили ( у тому числі з утеплювачем) і прогони - 0,5/0;

—Á елементи покриття: балки, ферми, арки, рами - 0,5/0.

Для категорії приміщення Д, ступені вогнестійкості I допустима кількість поверхів 10, площа поверху в межах пожежного відсіку не обмежується.

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до ближчого евакуаційного виходу із приміщення безпосередньо зовні чи в сходинову клітину

не обмежується незалежно від об'єму приміщення для категорії приміщення Д і ступені вогнестійкості будови І.

Ширину евакуаційного виходу (дверей) із приміщення необхідно приймати в залежності від загальної кількості людей, які евакуюються через цей вихід і кількості людей на 1 м ширини вихода (дверей). Для категорії приміщення Д, ступені вогнестійкості І, незалежно від об'єму кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу (дверей) повинна бути не менше 260 чол./м.

Для виробничих будов, споруд категорії Д норми первинних засобів пожежогасіння приведені в табл. 4.4 (ДСТУ Б В.1.1-36:2016).

Таблиця 4.4 – Характеристика та норми оснащення приміщення

Категорія приміщення	Гранична захищувана площа, м <sup>2</sup>	Пінні та водні вогнегасники місткістю 10 л	Порошкові вогнегасники місткістю, л		
			2	5	10
Д	1800		1+	2+	

Протипожежний захист приміщення забезпечується шляхом:

1. Створення умов для успішного гасіння пожежі (пожежної автоматики).
2. Обмеження розмірів та поширення пожежі (облаштування систем автоматичної пожежної сигналізації та пожежогасіння).
3. Безпечної евакуації людей та майна (аварійного вимкнення устаткування).

#### **Висновки до розділу 4**

В даному розділі на основі аналізу умов праці при виконанні роботи по підвищенню ефективності експлуатації автомобілів шляхом вдосконалення методів визначення потреби в запасних частинах було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи, запропоновано протипожежні заходи. Отже поставлені завдання виконані.

## ВИСНОВКИ

У даній магістерській кваліфікаційній роботі було виконано наукові дослідження, направлені на зниження рівня дорожньо-транспортних пригод та випуск на лінію технічно справних автомобілів ТОВ «Астра-Агро» с. Саливонки Васильківського району Київської області на основі розробки заходів із забезпечення стабільності гальмових властивостей автотранспортних засобів. Зокрема було зроблено:

- встановлено вимоги до експлуатаційної безпеки АТЗ та параметри, які визначають стабільність показників ефективності гальмування;
- теоретично обґрунтовано методичні підходи щодо діагностування технічного стану АТЗ та аналізу стабільності їх гальмівних властивостей для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки;
- розроблено методику забезпечення стабільності гальмівних властивостей автотранспортних засобів в умовах експлуатації;
- розроблено питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях;
- визначено економічну ефективність запропонованих рішень.

Використання основних результатів магістерської кваліфікаційної роботи:

- $\dot{A}$  дозволяє оцінити експлуатаційні гальмові властивості автомобілів в дорожніх умовах шляхом моделювання;
- $\dot{A}$  покращує техніко-економічні показники ефективності експлуатації автомобілів ТОВ «Астра-Агро» с. Саливонки Васильківського району Київської області;
- $\dot{A}$  підвищує якість проведення робіт по вчасному виявленню несправностей гальмової системи автомобілів шляхом діагностування;
- $\dot{A}$  дозволяє покращити технологію та якість ТО і ПР гальмової системи автомобілів, що підвищує їх безпеку в експлуатації, забезпечуючи стабільність курсового руху автомобілів при гальмуванні.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Road traffic injuries. World Health Organization. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/> (дата звернення 01.05.2021).
2. Статистика. Патрульна поліція України. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/> (дата звернення 01.05.2021).
3. Оpubлiкована статистика ДТП в Україні в 2018 году // Первый автоклуб «Автоуа». URL: <http://autonews.auto.ua.net/novosti/20627-opublikovana-statistika-dtp-v-ukraine-v-2018-gody.html#!> (дата звернення 01.05.2021).
4. Не за склом: стан справ з ДТП в Україні за 2017 рік. AUTO.RIA.com™: URL: <https://auto.ria.com/uk/news/autolaw/236137/ne-za-steklom-kak-obstoyali-dela-s-dtp-v-ukraine-v-2017-godu.html> (дата звернення 01.05.2021).
5. Кашканов А. А., Кашканова А. А., Козачишин Я. М. Оцінювання відстані від автомобіля до місця ДТП в момент виникнення небезпеки для руху. Матеріали конференції «L Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (2021)», Вінниця, 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2021/paper/view/11812/9867>.
6. Говорущенко Н.Я., Туренко А. Н. Системотехника транспорту. Харків: РІО ХГАДТУ, 1998. 468 с.
7. Говорущенко Н.Я., Варфоломеев В.Н. Техническая кибернетика транспорта. Харків: ХГАДТУ, 2001. 271с.
8. Варфоломеев В.М., Волошина Н.А. Економіко-математичне моделювання в оптимізації функціонування транспортних машин. Харків: ХНАДУ, 2005. 160 с.
9. Кашканов А.А., Грисюк О.Г. Безпека руху автомобільного транспорту: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2005. 177 с.

10.АКашканов А. А., Ребедайло В. М., Кашканов В. А. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2010. 148 с.

11.АДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби: вимоги щодо безпеки технічного стану та методи контролювання (Прийнято та надано чинності: наказ Держспоживстандарту України від 28 грудня 2010 р. № 630).

12.АBosch Automotive Handbook. 9th Edition. / [Reif K., Dietsche K.-H. & others]. Karlsruhe : Robert Bosch GmbH, 2014. 1544 p.

13.АЛитвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности „Автомобили и автомобильное хозяйство”. Москва: Машиностроение, 1989. 240 с.

14.АПодригало М.А., Волков В.П., Кирчатый В.И. Устойчивость колесных машин при торможении. Харьков: ХГАДТУ, 2000. 180 с.

15.АРедзюк А.М. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку. К.: ДП «Державтотранс НДІ » 2005. 400с.

16.АТуренко А.Н. Повышение эффективности торможения грузовых и пассажирских транспортных средств с пневматическим тормозным приводом. Харьков: ХГАДТУ, 1997. 353 с.

17.АЭлвик Рунэ, Боргер Аннэ, Эствик Эгиль. Справочник по безопасности дорожного движения. Копенгаген, ин-т экономики транспорта, 1996. 646 с.

18.АЛаптев С.А. Комплексная система испытаний автомобилей. Формирование, развитие, стандартизация. Москва: Издательство стандартов, 2003. 18 с.

19.АЧудаков Е.А. Теория автомобиля. – Москва.: Машгиз, 1950. 343 с.

20.АВолков В. П., Вільський Г. Б. Теорія руху автомобіля : підручник. Суми : Університетська книга, 2010. 320 с.

21.АПодригало М. А., Шелудченко В. В. Нове в теорії експлуатаційних властивостей автомобілів та тракторів: Навч. посібн. Суми.: Сумський національний аграрний університет, 2015. 213 с.

22. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника проектирования транспортных машин. Учебное пособие. – Изд. 3-е, испр. и доп. Харьков: ХНАДУ, 2004. 208 с.

23. Кацман Ф.М., Куклев Е.А. Единые теоретические подходы к оценке безопасности транспортных средств. 2004. 4 с. <http://www.ari.spb.ru/Conference/Kacman.htm>.

24. Волков В. П., Грицук І. В., Грицук Ю. В., Волков Ю. В., Володарець М.В. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів. Харків: ФОП Панов А.М., 2018. 299 с.

25. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети: монография. Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. 320 с.

26. Гольдштейн О.С., Демидов В.В., Шапошников В.С. Методика определения диагностических параметров. Кибернетика и диагностика. № 2, 1968. С. 219–223.

27. Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Автомобілі: робочі процеси та основи розрахунку : навчальний посібник МОНМС України. Вінниця: ВНТУ, 2013. 283 с.

28. Подригало М.А., Волков В.П., Кирчатый В.И. Устойчивость колесных машин при торможении. Харьков: ХГАДТУ, 2000. 180 с.

29. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Підручник. К.: Знання–Принт, 2003. 511с.

30. Абрамов О.В., Розенбаум А.П. Прогнозирование состояния технических систем. М.: Наука, 1990.126 с.

31. Зайцев Е.И. Информационные технологии в управлении эксплуатационной эффективностью автотранспорта. СПб.: ИПК СПбГИЭА, 1998. 227с.

32. Могилевич М.В. Управление автотранспортным производством. М.: Транспорт, 1986. 256с.

33. Трикозюк В.А. Повышение надежности автомобиля. М.: Транспорт, 1980. 86с.
34. Біліченко В.В., Варчук В.В., Вдовиченко О.В. Менеджмент технічних служб на автотранспортних підприємствах. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2006. 117 с.
35. Аксенова З.И., Бачурин А.А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных предприятий: Учебное пособие для вузов. М. Транспорт. 2007. 352 с.
36. Высоцкий М.С., Гильбурт А.Е., Гилелес Л.Х., Кузнецов Е.С. Обеспечение надежности автомобилей МАЗ в эксплуатации. Под. ред. Е.С. Кузнецова. М.: Транспорт, 1977. 183 с.
37. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 8.07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство / Уклад. В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 65 с.