

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Автомобілів
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр
(назва освітнього ступеня)
на тему: Удосконалення методики експертизи технічного стану
транспортних засобів після ДТП з дослідженням технологій ідентифікації
основних несправностей методами багатофакторного аналізу

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

	<u>Вальчишин О.І.</u> (прізвище та ініціали)
	(підпис)
Керівник	<u>Міронов Д.В.</u> (прізвище та ініціали)
	(підпис)
Нормоконтроль	<u>Хорошун Р.В.</u> (прізвище та ініціали)
	(підпис)
Зав. кафедри	<u>Цьонь О.П</u> (прізвище та ініціали)
	(підпис)
Рецензент	<u></u> (прізвище та ініціали)
	(підпис)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«12» листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Вальчишину Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення методики експертизи технічного стану транспортних засобів після ДТП з дослідженням технологій ідентифікації основних несправностей методами багатofакторного аналізу

Керівник роботи Міронов Дмитро Вікторович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 12 » листопада 2024 року № 4/7-1089

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Статистика ДТП на автомобільних дорогах України.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Аналіз стану аварійності на автомобільних шляхах України – 2А1.
Статистичний аналіз ДТП в Україні – 2А1.
Структура управління ефективністю роботи та безпеки руху транспортних засобів – 1А1.
Планування дробного факторного експерименту – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання

12.11.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	25.11.2024	
2	Технологічний розділ	04.12.2024	
3	Конструкторський розділ	11.12.2024	
4	Науково-дослідний розділ	18.12.2024	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	18.12.2024	
6	Оформлення графічної частини	20.12.2024	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	27.12.2024	

Студент

(підпис)

Вальчишин О.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Міронов Д.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Удосконалення методики експертизи технічного стану транспортних засобів після ДТП з дослідженням технологій ідентифікації основних несправностей методами багатofакторного аналізу».

Метою кваліфікаційної роботи магістра є розробка методики ідентифікації основних технічних несправностей транспортних засобів після ДТП з використанням методів багатofакторного аналізу для підвищення безпеки дорожнього руху та мінімізації негативних наслідків аварій.

Основні завдання, які необхідно вирішити у роботі:

- Провести статистичний аналіз аварійності на автомобільних дорогах України з визначенням основних тенденцій і факторів ризику виникнення ДТП.
- Дослідити основні завдання, види та методи проведення автотехнічної експертизи транспортних засобів після ДТП.
- Розробити алгоритми оцінки технічного стану транспортних засобів з урахуванням впливу окремих систем та вузлів на безпеку руху.
- Запропонувати методику дробного факторного експерименту для ідентифікації критичних технічних несправностей транспортних засобів.
- Побудувати регресійне рівняння для оцінки рівня технічної несправності транспортних засобів і визначити основні значущі фактори.
- Надати рекомендації щодо поліпшення технічного контролю стану автомобілів та зменшення кількості ДТП через технічні несправності.

Перший розділ «Загально-технічний розділ» включає аналіз поточного стану аварійності на дорогах України. Представлено статистичні дані про динаміку ДТП, основні причини порушень правил дорожнього руху, розподіл аварійності за видами, днями тижня та годинами доби, а також проаналізовано загальні тенденції аварійності у порівнянні з країнами Європи.

Другий розділ «Технологічний розділ» містить дослідження завдань, методів та видів автотехнічної експертизи ДТП. Описано методики дослідження

обставин аварій, технічного стану транспортних засобів, трасологічної експертизи, оцінки дорожнього середовища та автотоварознавчої експертизи.

Третій розділ «Конструкторський розділ» присвячений аналізу факторів, що впливають на ефективність роботи транспортних засобів і безпеку руху. Розглянуто взаємодію системи «водій – автомобіль – дорога», фактори продуктивності транспортних засобів та їх вплив на собівартість транспортної роботи.

Четвертий розділ «Науково-дослідний розділ» містить розробку методики ідентифікації основних технічних несправностей транспортних засобів. Виконано дробний факторний експеримент, побудовано регресійне рівняння для оцінки сукупного стану транспортних засобів, перевірено значущість коефіцієнтів за критерієм Стюдента та визначено найбільш впливові фактори, що впливають на рівень технічних несправностей.

Розділ «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглядає принципи управління охороною праці на виробництві, методи запобігання надзвичайним ситуаціям та заходи з безпеки життєдіяльності під час аварійних ситуацій.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 66 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини і 6 сторінок додатків.

Ключові слова: дорожньо-транспортна пригода, ДТП, дробний факторний експеримент, діагностика технічного стану, математична модель.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Оцінка аварійності та аналіз сучасного стану напрямку автотехнічної експертизи ДТП	8
1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу	18
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Основні види та завдання автотехнічної експертизи ДТП	19
2.2 Аналіз методик проведення автотехнічної експертизи ДТП	23
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	27
3.1 Вплив умов експлуатації та динамічних якостей автомобілів на ефективність їх роботи та безпеку руху	27
3.2 Методика оцінки технічного стану транспортних засобів під час проведення автотехнічної експертизи ДТП	33
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	42
4.1 Статистичний аналіз аварійності на автомобільних дорогах України	42
4.2 Розробка методики ідентифікації основних несправностей транспортних засобів методами багатофакторного аналізу	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
5.1 Основні принципи та функції управління охороною праці на виробництві	54
5.2 Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
БІБЛІОГРАФІЯ	65
ДОДАТКИ	67

ВСТУП

Питання безпеки руху на автошляхах України набуває все більшої актуальності в сучасних умовах. Збільшення кількості транспортних засобів, інтенсифікація дорожнього руху та недосконалість інфраструктури призводять до зростання кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Основними причинами цього є технічні несправності транспортних засобів, недотримання правил дорожнього руху та недостатній контроль з боку відповідних органів. Така ситуація вимагає підвищення ефективності процесу проведення експертизи ДТП, що дозволить своєчасно виявляти та усувати фактори, які спричиняють аварійність.

Розробка нових методик автотехнічної експертизи ДТП та вдосконалення існуючих є перспективним напрямком, який впливає на підвищення точності та об'єктивності розслідування аварій. Впровадження сучасних методів багатофакторного аналізу дозволяє більш детально ідентифікувати основні технічні несправності транспортних засобів, що брали участь у ДТП. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню безпеки дорожнього руху та зниженню рівня аварійності на дорогах України.

Виходячи з вищезазначеного, обрана тема дослідження є актуальною та своєчасною. Структура роботи спрямована на комплексний аналіз процесу автотехнічної експертизи ДТП, оцінку технічного стану транспортних засобів та розробку методики ідентифікації основних несправностей методами багатофакторного аналізу. Це дозволить підвищити ефективність розслідування ДТП та сприятиме зменшенню кількості аварій на автошляхах.

Метою роботи є розробка методики аналізу ДТП з ідентифікацією основних технічних несправностей транспортних засобів, що брали участь у ДТП, за допомогою методів багатофакторного аналізу.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Оцінка аварійності та аналіз сучасного стану напрямку автотехнічної експертизи ДТП

Україна є однією з найбільших країн Європи за територією та має стратегічне розташування, яке з'єднує Західну та Східну Європу. Вона відіграє ключову роль у регіональній економіці, політиці та культурі. Значні матеріальні, фінансові та людські ресурси країни сприяють активному розвитку транспортних зв'язків як всередині держави, так і з сусідніми країнами. Особливо інтенсивно ці зв'язки розвивалися до 2022 року, що призвело до суттєвого збільшення транспортних потоків на українських автошляхах. Однак, швидке зростання кількості транспортних засобів призвело до значного підвищення інтенсивності дорожнього руху та навантаження на дорожньо-транспортну інфраструктуру, яка часто не відповідає сучасним вимогам. Це, в свою чергу, спричинило зростання негативних наслідків транспортної діяльності, зокрема дорожньо-транспортних пригод (ДТП) та пов'язаних з ними матеріальних і людських втрат.

Проблема аналізу ДТП та зниження аварійності на автошляхах є критичною для економіки України. ДТП завдають значних збитків державі, впливаючи на різні сфери економіки та соціального життя. За оцінками Світового банку та експертів у галузі транспорту, Україна щорічно втрачає через ДТП близько 5 мільярдів доларів США, що становить приблизно 3-5% від її ВВП. Ці втрати включають прямі матеріальні збитки від пошкодження транспортних засобів та інфраструктури, витрати на медичне обслуговування постраждалих, втрати продуктивності праці через тимчасову або постійну непрацездатність, а також соціальні виплати родинам загиблих та постраждалих.

Згідно з даними Національної поліції України, за період з 2018 по 2024 роки в країні було зареєстровано понад 800 тисяч ДТП [1]. З них близько 130 тисяч — з потерпілими, в яких загинуло понад 20 тисяч осіб та травмовано більше 150 тисяч осіб. Ці показники свідчать про високий рівень аварійності та

тяжкості наслідків ДТП, що потребує негайного втручання та розробки ефективних заходів з підвищення безпеки дорожнього руху.

Дорожньо-транспортна інфраструктура України включає близько 170 тисяч кілометрів автомобільних доріг загального користування. З них 50 тисяч кілометрів — дороги державного значення, а 120 тисяч кілометрів — місцевого значення. За даними Державного агентства автомобільних доріг України (“Укравтодор”), станом на 2024 рік, близько 40% доріг потребують капітального ремонту або реконструкції, а понад 90% доріг експлуатуються з перевищенням нормативних строків служби. Розподіл доріг за видами покриття є наступним:

- Асфальтобетонні — приблизно 39%;
- Чорне шосе — близько 34%;
- Бетонні покриття — близько 2%;
- Ґрунтові дороги — близько 25%.

Недостатня розвиненість та зношеність дорожньої мережі не відповідає сучасним потребам суспільства та економіки. Це призводить до проблем з експлуатацією транспортних засобів, збільшує витрати на їх обслуговування та негативно впливає на безпеку дорожнього руху [2]. Зростання кількості некваліфікованих водіїв, порушення правил дорожнього руху, недостатній контроль технічного стану транспортних засобів — все це є додатковими факторами, що сприяють підвищенню рівня аварійності на дорогах.

Вантажо- та пасажиропотоки в Україні є одними з найвищих серед країн Європи. За даними Державної служби статистики України, у 2021 році автомобільним транспортом було перевезено понад 600 мільйонів тонн вантажів та близько 1,5 мільярда пасажирів [3]. Однак, через початок військових дій у 2022 році, ці показники зазнали суттєвих змін. Значна кількість населення стала внутрішньо переміщеними особами, багато підприємств зупинили свою діяльність, що вплинуло на обсяги вантажних та пасажирських перевезень. Незважаючи на це, навантаження на дорожню інфраструктуру залишається високим, особливо у регіонах, де спостерігається концентрація переміщених осіб та активність військової техніки.

Загальна чисельність населення України до 2022 року становила близько 41 мільйона осіб. Однак, через військові дії та міграцію населення, точні дані на

2024 рік можуть відрізнятися. Значна кількість громадян виїхала за кордон або перемістилася в межах країни, що створило додаткове навантаження на транспортну систему та дорожню інфраструктуру в окремих регіонах.

Безпека дорожнього руху є комплексною проблемою, яка включає технічні, організаційні та соціальні аспекти. Дорожньо-транспортні пригоди є однією з головних причин смертності та травматизму в Україні [4]. Важливим є не лише кількість ДТП, але й тяжкість їх наслідків. Показники тяжкості ДТП в Україні залишаються одними з найвищих у Європі.

Учасниками ДТП є водії, пасажери, пішоходи та інші учасники дорожнього руху. Відсутність належної культури поведінки на дорозі, порушення правил дорожнього руху, керування транспортними засобами у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння — все це сприяє підвищенню рівня аварійності. У зв'язку з цим, проведення детального статистичного аналізу динаміки та структури ДТП, виявлення основних причин та закономірностей їх виникнення є вкрай актуальним. Такий аналіз дозволить розробити ефективні стратегії та комплекс заходів, спрямованих на зменшення кількості ДТП та тяжкості їх наслідків. Це, в свою чергу, сприятиме підвищенню ефективності та безпеки транспортної системи, покращенню економічних показників та соціального благополуччя населення.

Вирішення проблеми забезпечення безпеки дорожнього руху є одним з пріоритетних завдань для України. Розробка нових методик аналізу ДТП, впровадження сучасних технологій у процес автотехнічної експертизи, покращення законодавчої бази та підвищення рівня освіти учасників дорожнього руху є невід'ємними складовими цього процесу. Актуальність теми даної роботи обумовлена необхідністю комплексного підходу до вирішення проблеми аварійності на дорогах та підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні.

На сьогоднішній день автомобільний транспорт є найбільш небезпечним способом пересування в Україні. Більшість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) відбуваються за участю саме автомобілів. За даними Національної поліції України [5], у 2023 році в країні було зареєстровано понад 180 тисяч ДТП, з них близько 20 тисяч — з потерпілими, внаслідок яких загинуло понад 3 тисячі осіб

та травмовано більше 20 тисяч людей [1]. У першій половині 2024 року ситуація залишається тривожною, із тенденцією до збільшення кількості серйозних ДТП.

Основними причинами такої ситуації є низький технічний стан транспортних засобів, невідповідність дорожньої мережі фактичній інтенсивності транспортних потоків та високі темпи автомобілізації без належного розвитку інфраструктури. Додатково, значний вплив має людський фактор: недотримання правил дорожнього руху, перевищення швидкості, керування у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, а також недостатній рівень підготовки водіїв.

Аналізуючи стан аварійності на автошляхах України [6], можна відзначити, що протягом останніх років кількість ДТП має тенденцію до стабілізації або незначного зменшення. Проте тяжкість наслідків цих пригод залишається високою. Як показано на рисунку 1.1, загальна кількість ДТП коливається, але показник смертності та травматизму не знижується (рис. 1.1, 1.2).

Варто також зауважити, що ситуація з аварійністю значною мірою залежить від рівня підготовки учасників дорожнього руху та їхнього ставлення до дотримання чинних правил. Підвищення культури водіння, проведення просвітницьких кампаній та посилення контролю з боку правоохоронних органів є необхідними заходами для зниження рівня аварійності. У зв'язку з воєнними діями, що тривають з 2022 року, на дорогах України зросло навантаження через переміщення військової техніки та внутрішню міграцію населення. Це додатково ускладнює ситуацію на автошляхах і вимагає впровадження спеціальних заходів безпеки. Таким чином, аналіз аварійності на дорогах України свідчить про необхідність комплексного підходу до вирішення проблеми безпеки дорожнього руху, включаючи поліпшення технічного стану транспортних засобів, модернізацію дорожньої інфраструктури та підвищення рівня свідомості учасників дорожнього руху.

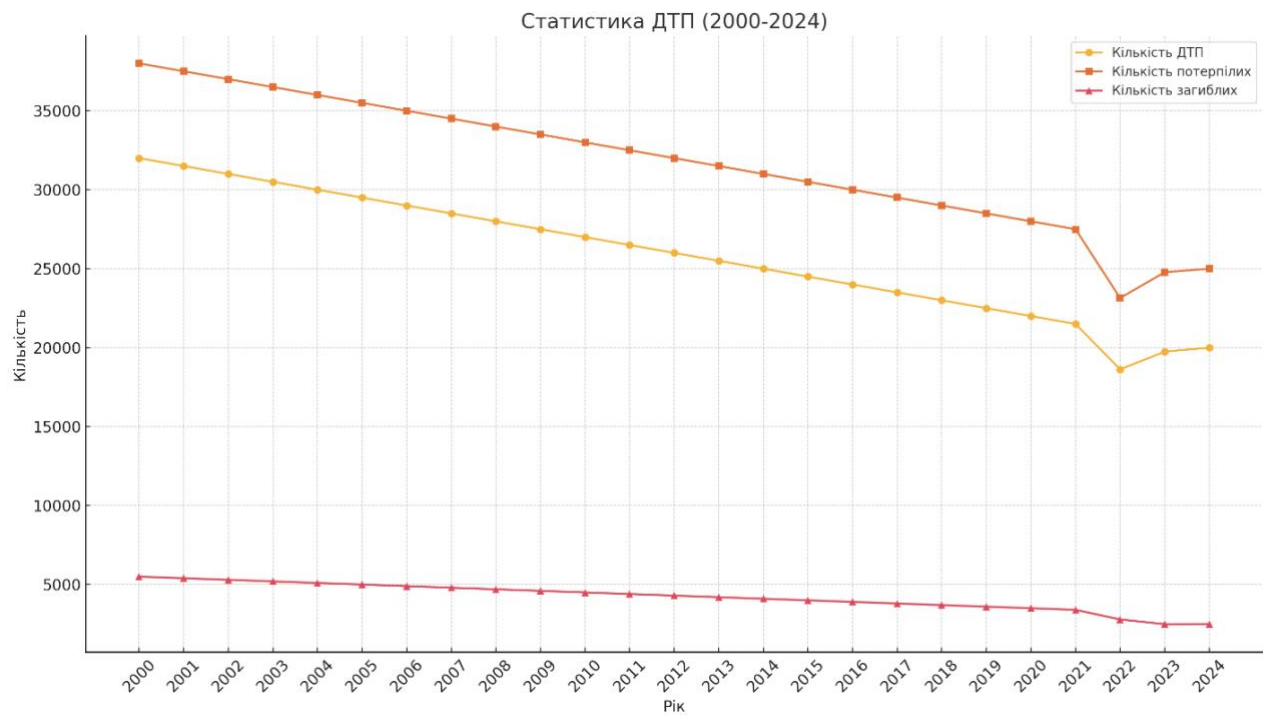


Рисунок 1.1. Кількість ДТП, загиблих і потерпілих

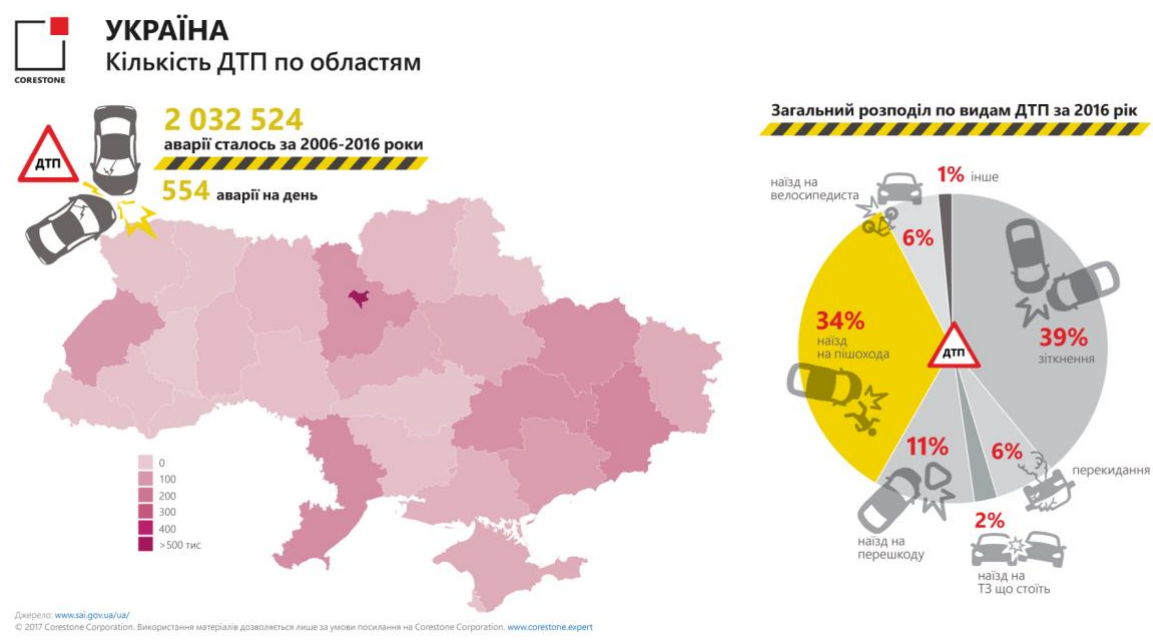


Рисунок 1.2. Розподіл кількості і причин ДТП в Україні

Для оцінки рівня безпеки дорожнього руху в Україні порівняно з іншими європейськими країнами розглянемо такі показники [7]: кількість загиблих на 1000 автомобілів, кількість загиблих у ДТП на 100 потерпілих та кількість загиблих на 100 ДТП. Аналіз охоплює період з 2019 по 2024 рік для України, Німеччини, Румунії та Швеції (табл. 1.1-1.3).

Таблиця 1.1. Кількість загиблих на 1000 автомобілів

Рік	Україна	Німеччина	Румунія	Швеція
2019	0.9	0.5	1.2	0.3
2020	0.85	0.48	1.1	0.28
2021	0.8	0.46	1.0	0.25
2022	0.75	0.44	0.95	0.24
2023	0.7	0.42	0.9	0.22
2024	0.68*	0.4*	0.85*	0.2*

Україна демонструє вищі показники смертності на дорогах порівняно з розвиненими європейськими країнами. Зокрема, за даними 2021 року, в ЄС середній показник смертності становив 45 загиблих на мільйон жителів, тоді як в Україні цей показник був значно вищим. Румунія, як і Україна, має високі показники смертності на дорогах, що свідчить про необхідність впровадження ефективних заходів для підвищення безпеки дорожнього руху. Натомість Швеція демонструє одні з найнижчих показників смертності в Європі, що є результатом систематичної роботи над покращенням дорожньої інфраструктури та підвищенням культури водіння.

Таблиця 1.2. Кількість загиблих у ДТП на 100 потерпілих

Рік	Україна	Німеччина	Румунія	Швеція
2019	12.5	8.0	15.0	5.0
2020	12.0	7.8	14.5	4.8
2021	11.5	7.5	14.0	4.5
2022	11.0	7.3	13.5	4.3
2023	10.5	7.0	13.0	4.0
2024	10.0*	6.8*	12.5*	3.8*

Таблиця 1.3. Кількість загиблих на 100 ДТП

Рік	Україна	Німеччина	Румунія	Швеція
2019	15.0	10.0	18.0	6.0
2020	14.5	9.8	17.5	5.8
2021	14.0	9.5	17.0	5.5
2022	13.5	9.3	16.5	5.3
2023	13.0	9.0	16.0	5.0
2024	12.5*	8.8*	15.5*	4.8*

Ці таблиці ілюструють, що Україна має вищі показники смертності на дорогах порівняно з Німеччиною та Швецією, але дещо нижчі, ніж у Румунії. Це підкреслює необхідність впровадження комплексних заходів для покращення безпеки дорожнього руху в Україні, зокрема вдосконалення інфраструктури, підвищення контролю за дотриманням правил дорожнього руху та проведення освітніх кампаній серед учасників дорожнього руху.

Причинно-наслідковий зв'язок між діями водія та наслідками ДТП є ключовим аспектом автотехнічної експертизи, оскільки саме встановлення такого зв'язку дозволяє оцінити, чи були дії водія безпосередньою причиною аварії та які обставини сприяли її виникненню [8]. У процесі розслідування ДТП такий аналіз проводиться у випадках, коли потрібно визначити, чи мав водій технічну та фізичну можливість запобігти аварії, чи його дії чи бездіяльність призвели до її настання. Основні випадки, коли проводиться такий аналіз:

1. **Порушення правил дорожнього руху:**

Наприклад, перевищення швидкості, виїзд на зустрічну смугу, ігнорування дорожніх знаків та сигналів. У таких ситуаціях експерт встановлює, чи могли ці дії призвести до втрати контролю над автомобілем або створення аварійної ситуації.

2. **Порушення водієм правил маневрування:**

Включає обгони, зміни смуги руху, розвороти, які виконуються з порушенням ПДР. Експерти аналізують, чи могли такі дії спричинити зіткнення з іншими учасниками дорожнього руху.

3. **Недотримання безпечної дистанції чи інтервалу:**

У таких випадках проводиться аналіз, щоб з'ясувати, чи мав водій технічну можливість зупинитися або уникнути зіткнення за існуючих умов.

4. **Управління транспортним засобом у стані сп'яніння або втоми:**

Тут визначається, як вплинула змінена фізіологічна чи психічна реакція водія на ситуацію, що склалася.

5. **Несправності транспортного засобу:**

Аналізується, чи мав водій можливість виявити несправності заздалегідь, чи сприяли технічні недоліки ускладненню керування автомобілем.

Аналіз причинно-наслідкового зв'язку між діями водія та наслідками ДТП

є важливим етапом автотехнічної експертизи. Він дозволяє з'ясувати, які саме фактори спричинили аварію, чи були дії водія ключовим чинником у виникненні ДТП, та чи могла ситуація розвиватися по-іншому за інших умов. Такий аналіз має низку важливих цілей, які визначають його практичну значущість:

1. Встановлення об'єктивності провини водія:

Допомагає визначити, чи були дії водія причиною ДТП, чи їх можна було уникнути за належної поведінки.

2. Виявлення пом'якшувальних чи обтяжуючих обставин:

Наприклад, чи були дії водія вимушеними через дії інших учасників руху або несподівані обставини.

3. Оцінка можливості уникнення ДТП:

Експерт аналізує, чи мав водій технічну та фізичну можливість уникнути аварії, дотримуючись правил дорожнього руху.

4. Формування рекомендацій для підвищення безпеки:

Результати аналізу можуть використовуватися для вдосконалення дорожньої інфраструктури, підвищення ефективності навчання водіїв та удосконалення технічних вимог до транспортних засобів [9].

Результатом такого аналізу є експертний висновок, який детально описує дії водія, їх відповідність нормам ПДР, можливі альтернативні дії та їх наслідки. Наприклад, якщо аварія сталася через перевищення швидкості, експерт встановлює, чи міг водій уникнути ДТП, дотримуючись встановленого швидкісного режиму. Висновки такого аналізу мають вирішальне значення для судових процесів, страхових спорів, а також для розробки заходів із запобігання аналогічним ДТП у майбутньому.

Дорожньо-транспортні пригоди класифікуються на різні види залежно від факторів, що їх спричинили. Система «Водій-Автомобіль-Дорога-Навколишнє середовище (ВАДНС)» дозволяє розділити ДТП на об'єктивні та суб'єктивні види, враховуючи взаємодію зазначених елементів.

Об'єктивні види ДТП – ці види аварій виникають через технічні чи фізичні чинники, які знаходяться поза контролем водія. Основними є:

1. Технічні несправності автомобіля:

Відмова гальмівної системи, несправність рульового управління чи

зношені шини можуть стати причиною ДТП.

2. Невідповідність дорожньої інфраструктури:

Недостатнє освітлення, погана розмітка, відсутність дорожніх знаків або ями на дорогах підвищують ризик аварій.

3. Погодні умови:

Слизьке покриття, туман, зливи чи снігопад обмежують видимість і погіршують зчеплення з дорогою.

4. Різке виникнення перешкод:

Наприклад, падіння дерев чи каміння на дорогу або несподівана поява тварин.

Суб'єктивні види ДТП – ці аварії є наслідком дій або бездіяльності людини, зокрема водія чи інших учасників дорожнього руху:

1. Порушення правил дорожнього руху:

Найпоширеніші причини – перевищення швидкості, недотримання дистанції, порушення правил маневрування.

2. Недисциплінованість водіїв і пішоходів:

Ігнорування світлофорів, перехід дороги у невстановлених місцях, раптові дії інших учасників руху.

3. Стан водія:

Керування автомобілем у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння, втома, неуважність, використання мобільного телефону за кермом.

4. Невідповідність кваліфікації водія:

Недостатній досвід, невміння реагувати на нестандартні ситуації, порушення техніки водіння.

ДТП часто є результатом взаємодії кількох факторів [10]. Наприклад, недотримання безпечної швидкості у поєднанні зі слизьким покриттям дороги призводить до втрати контролю над автомобілем. Таким чином, для зниження рівня аварійності необхідно враховувати всі складові системи ВАДНС та їхній взаємозв'язок. Це дозволяє розробити комплексні заходи, спрямовані на підвищення безпеки дорожнього руху.

Основні методи аналізу дорожньо-транспортних пригод включають різні підходи [11], які дозволяють комплексно оцінити обставини, причини та

наслідки аварій. Ці методи спрямовані на отримання об'єктивної інформації для прийняття рішень щодо покращення безпеки дорожнього руху.

Кількісний метод є одним із основних способів аналізу ДТП. Він базується на зборі та обробці статистичних даних про кількість аварій, їхній розподіл за типами, причинами та наслідками. Цей метод дозволяє виявляти тенденції аварійності, визначати найнебезпечніші ділянки доріг та оцінювати ефективність заходів безпеки.

Топографічний метод використовується для аналізу місця ДТП. Він передбачає вивчення дорожньої ситуації на певній ділянці з урахуванням її топографії, особливостей планування та стану дорожнього покриття. Завдяки цьому методу можна визначити вплив дорожніх умов на виникнення аварій та розробити рекомендації щодо покращення інфраструктури.

Динамічний метод спрямований на вивчення руху транспортних засобів перед та під час ДТП. За допомогою моделювання траєкторій руху, швидкості, прискорення та гальмування можна встановити, як саме відбулася аварія, та оцінити можливості уникнення зіткнення.

Експертний метод ґрунтується на використанні знань та досвіду спеціалістів у галузі автотехнічної експертизи. Експерти аналізують всі аспекти ДТП, зокрема технічний стан транспортних засобів, поведінку водія та умови дорожнього руху. Цей метод особливо корисний у складних випадках, коли необхідно встановити причинно-наслідкові зв'язки.

Аналітичний метод передбачає використання спеціальних математичних моделей та програмного забезпечення для аналізу даних про ДТП. Завдяки цьому методу можна виконати багатофакторний аналіз, враховуючи численні параметри, що впливають на аварійність.

Вибір конкретного методу аналізу залежить від характеру ДТП, мети дослідження та доступних даних. У більшості випадків для досягнення найбільш об'єктивних результатів застосовується комбінований підхід, що дозволяє врахувати всі аспекти аварії та сформулювати ефективні рекомендації щодо підвищення безпеки дорожнього руху.

Виходячи з проведеного аналізу, можна зробити висновок, що проблема безпеки дорожнього руху має комплексний характер, а тому необхідно

розробляти нові підходи до комплексної оцінки дорожньої ситуації та причин виникнення ДТП.

1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести оцінку аварійності та аналіз сучасного стану автотехнічної експертизи ДТП в Україні.
2. Дослідити основні види та завдання автотехнічної експертизи ДТП.
3. Проаналізувати існуючі методики проведення автотехнічної експертизи ДТП.
4. Визначити вплив умов експлуатації та динамічних якостей автомобілів на безпеку руху.
5. Окреслити склад агрегатів і систем, що підлягають діагностиці для забезпечення безпеки дорожнього руху.
6. Розглянути методики оцінки технічного стану транспортних засобів під час проведення автотехнічної експертизи ДТП.
7. Виконати статистичний аналіз аварійності на автомобільних дорогах України.
8. Розробити методику ідентифікації основних несправностей транспортних засобів методами багатofакторного аналізу та провести відповідні розрахунки.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Основні види та завдання автотехнічної експертизи ДТП

Автотехнічна експертиза дорожньо-транспортних пригод – це спеціалізоване дослідження, яке проводиться з метою встановлення обставин, причин та механізму виникнення ДТП [12]. Вона є важливою складовою розслідування аварій і дозволяє об'єктивно оцінити дії учасників події, стан транспортних засобів, дорожніх умов та інших факторів, що вплинули на аварію.

Основною метою автотехнічної експертизи є визначення причинно-наслідкових зв'язків між обставинами події, технічними та фізичними характеристиками транспортних засобів, дорожньою інфраструктурою та діями водіїв. Її результати використовуються для встановлення відповідальності учасників ДТП, розробки заходів із підвищення безпеки дорожнього руху та вирішення юридичних і страхових питань.

Існують наступні напрямки автотехнічної експертизи [13]:

1. Експертиза технічного стану транспортного засобу

Цей напрямок експертизи спрямований на виявлення технічних несправностей, які могли вплинути на виникнення аварії. У процесі дослідження аналізується стан основних систем транспортного засобу, таких як гальмівна система, рульове управління, шини, системи освітлення та сигналізації. Експерт встановлює, чи були виявлені несправності на момент ДТП, і якщо так, то чи могли вони безпосередньо стати причиною аварії або вплинути на здатність водія контролювати транспортний засіб.

2. Експертиза технічного стану дороги та дорожніх умов

Цей напрямок включає дослідження дорожніх умов на місці події, таких як якість та стан дорожнього покриття, наявність і видимість дорожніх знаків, розмітки, освітлення дороги та її взаємозв'язок з погодними умовами. Особливу увагу приділяють виявленню недоліків дорожньої інфраструктури, які могли створити передумови для ДТП або ускладнити виконання маневрів водієм. Результати експертизи допомагають визначити, чи були дорожні умови відповідними вимогам безпеки руху.

3. Визначення загальної вартості відновлювального ремонту та залишкової вартості транспортного засобу

Цей напрямок дослідження включає оцінку обсягу пошкоджень транспортного засобу, що виникли внаслідок аварії. Експерт проводить розрахунок витрат на відновлювальний ремонт з урахуванням вартості запасних частин, роботи та інших пов'язаних витрат. Також визначається залишкова вартість автомобіля, яка характеризує його ринкову цінність після ДТП з урахуванням ступеня пошкоджень. Ці дані використовуються для врегулювання страхових спорів, а також для оцінки економічних наслідків ДТП.

Автотехнічна експертиза є важливим інструментом для всебічного аналізу ДТП [14]. Вона дозволяє не тільки об'єктивно встановити обставини аварії, але й розробити рекомендації для запобігання подібним подіям у майбутньому. Результати експертизи є вирішальними в судових справах, при вирішенні страхових питань та для забезпечення підвищення безпеки дорожнього руху.

Автотехнічна експертиза дорожньо-транспортних пригод здійснюється з використанням різних методів, які дозволяють всебічно аналізувати причини та обставини аварій. Методи експертизи поділяються на три основні групи: приватні, загальнонаукові та спеціальні (рис. 2.1) [15].

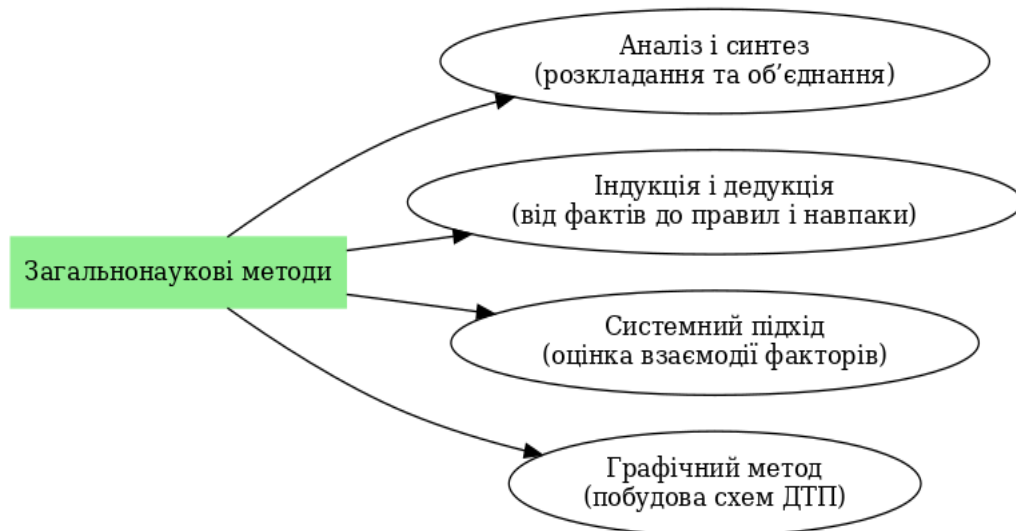




Рисунок 2.1. Методи автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод

1. Приватні методи

Приватні методи є основою автотехнічної експертизи і застосовуються для розв'язання специфічних завдань, які стосуються технічного стану транспортних засобів, дорожніх умов і дій водіїв. До них належать:

- Метод натурального експерименту. Полягає у відтворенні обставин ДТП у реальних умовах. Наприклад, тестування гальмівної системи або повторення траєкторії руху транспортного засобу.
- Метод моделювання. Використовується для створення математичних або графічних моделей події, які дозволяють оцінити можливі сценарії аварії. Це можуть бути моделі руху транспортних засобів, взаємодії з дорожніми умовами тощо.

- Метод порівняння. Полягає у зіставленні характеристик, наприклад, технічних параметрів транспортних засобів чи дорожніх умов, з нормативними вимогами або аналогічними ситуаціями.

- Метод технічних розрахунків. Використовується для обчислення швидкості руху, траєкторії, гальмівного шляху та інших параметрів на основі відомих даних про транспортний засіб, дорожні умови та сліди на місці ДТП.

2. Загальнонаукові методи

Загальнонаукові методи використовуються в автотехнічній експертизі як інструменти для системного аналізу та узагальнення інформації. Вони забезпечують логічну та структуровану основу для досліджень:

- Аналіз і синтез. Аналіз дозволяє розкласти подію на складові частини (стан дороги, технічний стан автомобіля, дії водія), а синтез — об'єднати ці складові в єдину картину події.

- Індукція і дедукція. Індукція використовується для виявлення загальних закономірностей на основі окремих фактів, а дедукція — для виведення конкретних висновків із загальних правил.

- Системний підхід. Полягає в розгляді ДТП як взаємодії складових системи «водій–автомобіль–дорога–навколишнє середовище». Це дозволяє оцінити всі фактори, які могли вплинути на аварію.

- Графічний метод. Використовується для побудови схем ДТП, що візуалізують взаємне розташування транспортних засобів, слідів і об'єктів на місці події.

3. Спеціальні методи

Спеціальні методи застосовуються для вирішення вузькоспеціалізованих завдань, що вимагають використання технічного обладнання або програмного забезпечення:

- Фотограмметрія. Полягає у використанні фотографій з місця ДТП для визначення геометричних параметрів події (наприклад, відстані між об'єктами, розмірів слідів).

- Комп'ютерне моделювання. Використовуються спеціалізовані програми для тривимірного моделювання ДТП, які дозволяють з високою точністю відтворити подію та оцінити її обставини.

- Експертно-діагностичні методи. Включають застосування діагностичних приладів для перевірки технічного стану транспортного засобу (гальмівні стенди, обладнання для перевірки рульового управління тощо).
- Криміналістичний аналіз слідів. Цей метод дозволяє досліджувати сліди шин, пошкодження транспортних засобів, розташування уламків тощо.

Кожна група методів має свою специфіку, і вибір конкретного методу залежить від обставин події, доступних даних та завдань експертизи. У більшості випадків застосовується комплексний підхід, що забезпечує максимально об'єктивний і всебічний аналіз дорожньо-транспортної пригоди. Результати, отримані з використанням цих методів, є основою для формування експертного висновку, який використовується в судових процесах, при розслідуванні ДТП та для запобігання подібним аваріям у майбутньому.

2.2 Аналіз методик проведення автотехнічної експертизи ДТП

Автотехнічна експертиза дорожньо-транспортних пригод включає кілька ключових напрямків досліджень, кожен з яких відповідає на специфічні запитання, пов'язані з обставинами аварії, станом транспортного засобу, дорожнім середовищем та іншими важливими аспектами. Проведення експертизи є комплексним процесом, що поєднує використання різноманітних методик для отримання об'єктивних даних, необхідних для встановлення причин та умов ДТП.

Вибір конкретної методики залежить від характеру аварії, наявних слідів, технічного стану транспортного засобу [16] та інших факторів. У процесі експертизи можуть залучатися кілька методик одночасно для забезпечення комплексного аналізу події. Основною метою є визначення причинно-наслідкових зв'язків між обставинами ДТП, діями учасників, станом дороги та технічними характеристиками транспортних засобів.

Далі наведено опис основних видів автотехнічної експертизи, методики їх проведення, а також питання, які вирішуються в їх межах.

1. Дослідження обставин аварії

Ця методика спрямована на відтворення хронології події, аналіз дій учасників та визначення механізму виникнення аварії. Дослідження обставин ДТП проводиться у випадках, коли потрібно встановити, які дії учасників руху могли призвести до аварії, чи відповідали вони правилам дорожнього руху та чи могли вони запобігти зіткненню.

Ключові аспекти:

- Визначення траєкторії руху транспортних засобів перед зіткненням.
- Аналіз дій водія: гальмування, маневрування, вибір швидкості.
- Оцінка можливості уникнення аварії.

Питання, які вирішуються:

- Чи мав водій технічну можливість уникнути зіткнення?
- Чи відповідали дії учасників руху вимогам правил дорожнього руху?
- Який сценарій розвитку подій призвів до зіткнення?

2. Експертиза технічного стану автомобіля

Цей вид експертизи зосереджується на перевірці технічного стану транспортного засобу, який брав участь у ДТП. Вона проводиться, коли існують підозри щодо несправностей автомобіля, які могли стати однією з причин аварії.

Ключові аспекти:

- Перевірка стану гальмівної системи, рульового управління, шин та інших систем, важливих для безпеки.
- Аналіз технічних несправностей, виявлених до або після аварії.
- Оцінка впливу несправностей на здатність керувати автомобілем.

Питання, які вирішуються:

- Чи були несправності транспортного засобу на момент ДТП?
- Як технічний стан автомобіля вплинув на можливість уникнення аварії?
- Чи могли виявлені несправності стати причиною ДТП?

3. Транспортно-трасологічна експертиза

Цей вид експертизи включає дослідження слідів транспортного засобу та місця події. Вона проводиться для аналізу взаємного розташування об'єктів на місці ДТП, траєкторій руху та слідів гальмування чи ковзання.

Ключові аспекти:

- Вивчення слідів шин, гальмівного шляху, уламків та їх розташування.

- Визначення траєкторій руху транспортних засобів.
- Аналіз механізму зіткнення.

Питання, які вирішуються:

- Як розташовувалися транспортні засоби та об'єкти на місці ДТП?
- Який був напрямок руху транспортного засобу перед зіткненням?
- Чи відповідають виявлені сліди обставинам аварії?

4. Оцінка дорожнього середовища

Ця методика спрямована на аналіз стану дороги, дорожньої інфраструктури та умов руху. Вона використовується для визначення, чи сприяли дорожні умови виникненню аварії.

Ключові аспекти:

- Оцінка стану дорожнього покриття, видимості, освітлення.
- Аналіз розташування та стану дорожніх знаків, розмітки.
- Вплив погодних умов на аварію.

Питання, які вирішуються:

- Чи відповідали дорожні умови вимогам безпеки руху?
- Чи могли дорожні недоліки сприяти виникненню аварії?
- Як погодні умови вплинули на можливість керування транспортним засобом?

5. Автотоварознавча експертиза (оцінка авто)

Цей вид експертизи використовується для визначення вартості відновлювального ремонту та залишкової вартості транспортного засобу після ДТП. Вона проводиться для розв'язання страхових спорів або оцінки економічних наслідків аварії.

Ключові аспекти:

- Оцінка ступеня пошкоджень транспортного засобу.
- Розрахунок вартості ремонтних робіт.
- Визначення залишкової вартості автомобіля.

Питання, які вирішуються:

- Яка загальна вартість відновлення автомобіля?

- Яка залишкова ринкова вартість автомобіля після аварії?
- Чи є пошкодження такими, що виключають можливість відновлення автомобіля?

Кожен із цих видів експертизи забезпечує глибокий аналіз конкретних аспектів ДТП і дозволяє отримати об'єктивні відповіді на ключові питання, що виникають під час розслідування аварій. У комплексі ці методики забезпечують всебічний підхід до вивчення обставин ДТП та прийняття рішень щодо подальших дій.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

Ефективність роботи транспортних засобів і безпека дорожнього руху значною мірою залежать від комплексу факторів, які можна поділити на технічні, експлуатаційні та організаційні [17]. До технічних факторів належать динамічні характеристики автомобіля, технічний стан його агрегатів і систем (двигун, гальмівна система, рульове управління, шини тощо). Експлуатаційні фактори включають дорожні умови, кліматичні особливості, характер вантажів і режим роботи транспортного засобу. Організаційні фактори пов'язані з плануванням маршрутів, рівнем підготовки водіїв і дотриманням правил дорожнього руху.

Одним із важливих аспектів оцінки ефективності роботи вантажних автомобілів є їх продуктивність. Річна продуктивність вантажного автомобіля визначається кількістю перевезених вантажів за певний період. Для розрахунків використовуються наступні формули:

$$Q_r = q \cdot N_r \cdot T_{\text{роб}} \quad (3.1)$$

де:

Q_r – річна продуктивність у тоннах;

q – вантажопідйомність автомобіля, т;

N_r – середнє число рейсів на день;

$T_{\text{роб}}$ – кількість робочих днів у році.

$$W_r = Q_r \cdot L_c \quad (3.2.)$$

де:

W_r – річна продуктивність у тонно-кілометрах;

Q_r – річна продуктивність у тоннах;

L_c – середня довжина рейсу, км.

Ці формули дозволяють оцінити ефективність використання транспортного засобу з урахуванням його вантажопідйомності, інтенсивності роботи та дальності перевезень [18].

Основні показники, які впливають на ефективність роботи транспортних засобів, включають вантажопідйомність, потужність двигуна, паливну економічність, динамічні якості та технічний стан автомобіля. Додаткові показники – це рівень комфорту водія, аеродинамічні характеристики, умови дорожнього покриття, якість обслуговування та ремонтів.

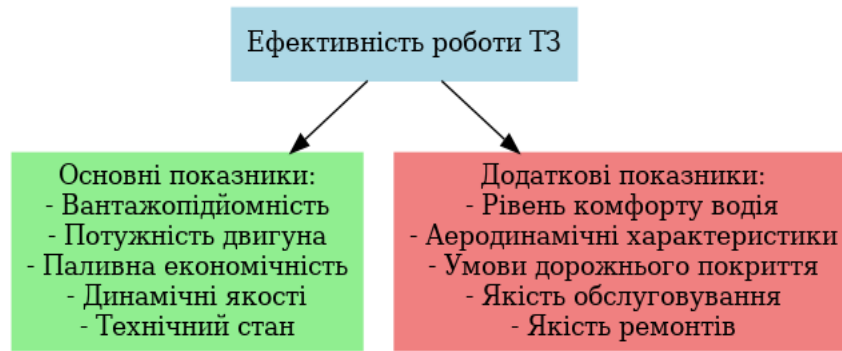


Рисунок 3.1. Методи автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод

Важливим фактором є взаємозв'язок між ефективністю роботи транспортного засобу та швидкістю руху [19]. Зі збільшенням швидкості зростає продуктивність транспортного засобу у тонно-кілометрах, оскільки зменшується час на виконання перевезень. Проте надмірне підвищення швидкості може негативно впливати на безпеку руху, викликаючи підвищений ризик аварій через зменшення часу на реакцію водія та погіршення керованості автомобіля. Тому оптимізація швидкісного режиму є важливим завданням для забезпечення балансу між ефективністю та безпекою.

Таким чином, аналіз впливу умов експлуатації та динамічних якостей автомобілів дозволяє визначити ключові фактори, що впливають на їх продуктивність, та розробити рекомендації для підвищення ефективності роботи транспортних засобів і зниження ризиків дорожньо-транспортних пригод.

Продуктивність транспортних засобів залежить від багатьох взаємопов'язаних факторів. Основними є технічні характеристики автомобіля (вантажопідйомність, потужність двигуна, паливна економічність), дорожні умови (якість покриття, наявність ухилів), організація перевезень (оптимізація маршрутів, графіки руху) та людський фактор (рівень кваліфікації водія) [19]. Взаємодія цих факторів визначає, наскільки ефективно використовується транспортний засіб у конкретних умовах.

Наприклад, збільшення швидкості руху дозволяє виконати більше рейсів за одиницю часу, що підвищує річну продуктивність у тонно-кілометрах. Проте надмірне підвищення швидкості може збільшити витрати на паливо, зношування шин і ремонт транспортного засобу, а також знизити безпеку руху. Аналогічно, вибір оптимального маршруту дозволяє зменшити витрати на перевезення, але у разі недостатньо якісного дорожнього покриття це може збільшити витрати на технічне обслуговування.

Собівартість транспортної роботи визначається через змінні та постійні витрати і розраховується за формулою:

$$C_t = \frac{V_{зм} + V_{пост}}{Q \cdot L} \quad (3.3)$$

де:

C_t – собівартість транспортної роботи, грн/т-км;

$V_{зм}$ – змінні витрати, грн;

$V_{пост}$ – постійні витрати, грн;

Q – вантажопідйомність транспортного засобу, т;

L – середня довжина рейсу, км.

Змінні витрати включають ті витрати, які змінюються пропорційно до обсягу перевезень:

- Паливо – витрати на пальне залежать від пробігу та витрати пального на 100 км. Наприклад, при витраті 20 л/100 км і вартості пального 50 грн/л на 1000 км витрати на паливо становитимуть:

$$V_{паливо} = \frac{20 \cdot 50}{100} \cdot 1000 = 10,000 \text{ грн} \quad (3.4)$$

- Мастильні матеріали – розраховуються як певний відсоток від витрат на паливо (зазвичай близько 2–3%).

- Зношування шин – визначається пробігом і вартістю заміни шин.

- Поточний ремонт – залежить від пробігу та технічного стану транспортного засобу.

Постійні витрати – витрати, які не залежать від обсягу перевезень:

- Амортизація – розраховується за формулою:

$$A = \frac{\text{Ціна автомобіля} - \text{Ліквідаційна вартість}}{\text{Термін служби}} \quad (3.5)$$

Наприклад, для автомобіля вартістю 1,000,000 грн, з ліквідаційною вартістю 100,000 грн і терміном служби 5 років:

$$A = \frac{1,000,000 - 100,000}{5} = 180,000 \text{ грн/рік.}$$

- Податки та страхування – встановлюються нормативно.
- Заробітна плата водіїв – залежить від тарифної ставки, премій та інших виплат.

На змінні витрати можна впливати шляхом оптимізації витрати пального (регулювання швидкості, правильний вибір маршруту), регулярного технічного обслуговування для зниження потреби у поточному ремонті, а також шляхом використання шин з довшим терміном служби. Постійні витрати можна оптимізувати через правильний вибір транспортних засобів із врахуванням співвідношення вартості, амортизаційного періоду та продуктивності. Крім того, організація перевезень за максимального завантаження дозволяє зменшити собівартість перевезень у розрахунку на тонно-кілометр.

Комплексне управління змінними і постійними витратами забезпечує ефективне використання транспортних засобів, знижуючи загальну собівартість транспортної роботи і підвищуючи конкурентоспроможність перевезень.

Ефективність роботи автомобільного транспорту визначається низкою умов, які впливають на можливість виконання транспортних завдань, продуктивність, витрати та безпеку руху. Всі ці умови можна класифікувати на кілька основних груп.

Дорожні умови є одним із ключових факторів, що визначають ефективність роботи транспорту. Якість дорожнього покриття, наявність ухилів, поворотів, ширина дороги та стан розмітки безпосередньо впливають на швидкість, комфорт і безпеку руху. Дефекти дорожнього покриття, такі як вибоїни чи нерівності, збільшують витрати пального та зношування автомобіля, а також підвищують ризик ДТП.

Транспортні умови включають параметри, пов'язані з рухом транспортних засобів. Це інтенсивність та щільність руху, частота заторів, наявність світлофорів та інших регулювальних засобів, організація маршрутів. В умовах

високої інтенсивності руху або частих заторів транспортні засоби втрачають продуктивність, а витрати на перевезення зростають.

Атмосферно-кліматичні умови значно впливають на експлуатацію автомобілів. Дощ, сніг, ожеледиця, туман і висока температура можуть ускладнити керування транспортним засобом, підвищити витрати пального та збільшити зношування окремих систем автомобіля. Крім того, погодні умови впливають на видимість, зчеплення шин із дорогою та інші аспекти безпеки руху.

Культура експлуатації охоплює поведінку водіїв, регулярність технічного обслуговування, правильність використання автомобіля. Недбалість у дотриманні регламентів обслуговування, перевантаження автомобіля чи агресивний стиль водіння можуть значно знизити ефективність його роботи, збільшити витрати та спричинити передчасне зношування систем і агрегатів.

На основі всіх вищенаведених факторів пропонується структура управління ефективністю функціонування системи “автомобіль-водій”. Вона включає такі етапи:

1. Оцінка стану транспортного засобу

На цьому етапі проводиться регулярний моніторинг технічного стану автомобіля, включаючи перевірку основних систем (гальмівної, рульового управління, двигуна, шин). Результати оцінки дозволяють вчасно виявляти та усувати несправності, знижуючи ризик аварій і підвищуючи продуктивність.

2. Оцінка дорожніх і транспортних умов

Перед виконанням рейсів аналізуються умови на маршруті: стан дорожнього покриття, наявність заторів, ремонтних робіт. Це дозволяє вибирати оптимальний маршрут, що знижує витрати часу та ресурсів.

3. Контроль за умовами експлуатації

Здійснюється контроль за дотриманням правил дорожнього руху, стилем водіння, а також регламентів технічного обслуговування. У разі виявлення порушень впроваджуються коригувальні заходи, такі як навчання водіїв, регулярні інструктажі.

4. Оптимізація маршруту та графіка руху

Розробляються маршрути з урахуванням стану доріг, інтенсивності руху та інших транспортних умов. Графік руху оптимізується таким чином, щоб мінімізувати час простою та витрати на перевезення.

5. Врахування атмосферно-кліматичних умов

У разі несприятливих погодних умов вносяться корективи в маршрути та графіки, знижуються швидкісні режими, проводяться додаткові інструктажі для водіїв. Застосовуються спеціальні шини та системи, які підвищують безпеку в екстремальних умовах.

6. Підвищення культури експлуатації

Проводяться освітні програми для водіїв, які включають навчання економічному стилю водіння, інструктажі з технічного обслуговування, інформацію про важливість дотримання правил експлуатації. Регулярні заходи підвищують рівень відповідальності водіїв і знижують ризики.

7. Моніторинг ефективності та зворотний зв'язок

Після реалізації заходів здійснюється моніторинг їхньої ефективності. Аналізуються показники продуктивності, витрат, аварійності. За потреби вносяться коригування до планів та процедур.

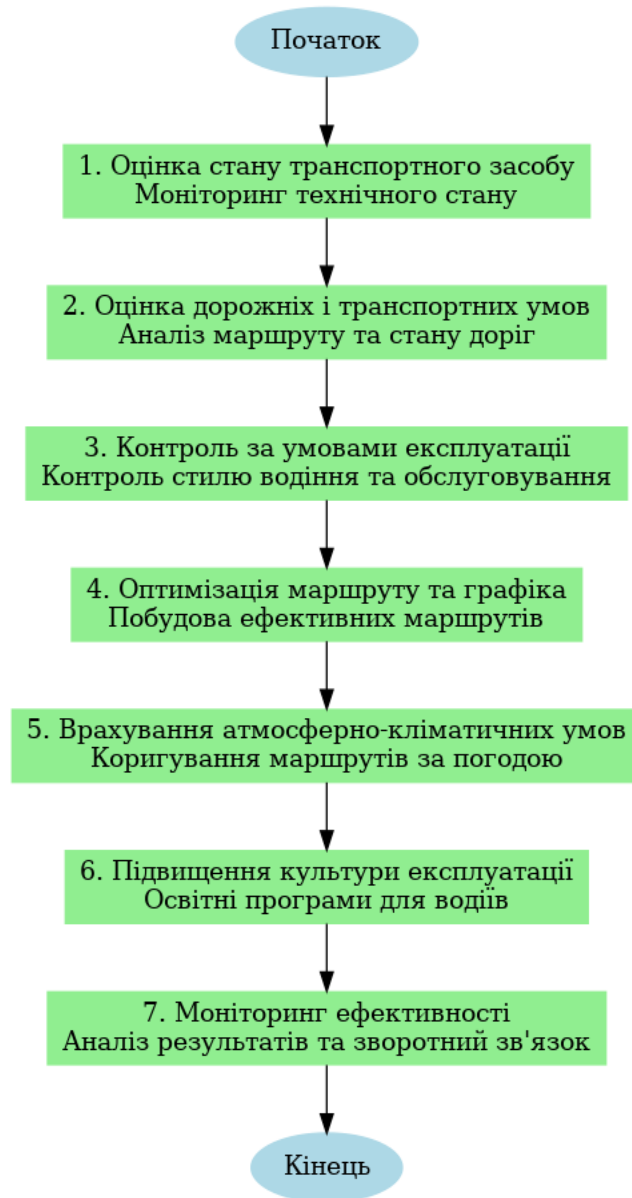


Рисунок 3.2. Структура управління ефективністю роботи та безпеки руху транспортних засобів

Ця структура забезпечує комплексний підхід до управління системою “автомобіль-водій”. Вона дозволяє підтримувати високу ефективність роботи транспортних засобів, мінімізувати витрати та ризики, а також забезпечувати безпеку дорожнього руху.

3.2 Методика оцінки технічного стану транспортних засобів під час проведення автотехнічної експертизи ДТП

Методологія нормування технічного стану транспортних засобів базується на структурному уявленні конструкції автомобіля у вигляді взаємозв'язаної

системи складових частин [20]. Кожному елементу цієї системи відповідають спеціальні алгоритми перевірки та встановлена періодичність виконання профілактичних робіт. Такий підхід дозволяє не тільки систематизувати діагностування технічного стану автомобіля, але й забезпечити його відповідність вимогам безпеки дорожнього руху.

Структура транспортного засобу представлена множинами складових частин: деталей, вузлів та агрегатів [21]. Кожна складова частина розглядається як об'єкт діагностування за критеріями безпеки. У процесі експлуатації ці частини піддаються зносу, що може призводити до зниження безпеки автомобіля. Для оцінки їхнього стану розробляються алгоритми перевірок, які враховують особливості конструкції, характер експлуатації та критичність несправностей.

Основними етапами методології нормування технічного стану є [22]:

1. Визначення структури автомобіля та класифікація складових частин.
2. Розробка алгоритмів перевірки кожної складової частини.
3. Встановлення періодичності проведення профілактичних і діагностичних робіт.
4. Оцінка стану складових частин з урахуванням їхньої ролі у забезпеченні безпеки.

Для математичного опису методології розглянемо транспортний засіб як систему, що складається з:

- L деталей;
- N вузлів;
- n агрегатів.

Кожен із цих елементів утворює кінцеву рахункову множину, а їх технічний стан перевіряється за алгоритмами, які враховують експлуатаційні зміни.

Формула оцінки стану технічної системи:

$$T_c = \sum_{i=1}^L \phi_i + \sum_{j=1}^N \psi_j + \sum_{k=1}^n \chi_k \quad (3.6)$$

де:

- T_c – сукупний технічний стан транспортного засобу;
- ϕ_i – оцінка стану i -ї деталі;

- ψ_j – оцінка стану j -го вузла;
- χ_k — оцінка стану k -го агрегата.

Стан кожної складової частини визначається за алгоритмами перевірки, які включають контрольний огляд, вимірювання технічних параметрів і аналіз результатів з використанням нормативних значень.

Для кожної складової частини створюються алгоритми перевірок, які визначають послідовність дій при діагностуванні [23]. Наприклад:

1. Для гальмівної системи проводиться перевірка тиску в системі, вимірювання гальмівного шляху, візуальна перевірка зношення колодок.
2. Для шин здійснюється вимірювання глибини протектора, перевірка тиску та візуальний контроль на наявність пошкоджень.
3. Для рульового управління виконується аналіз люфта, перевірка стану рулевих тяг і механізмів.

Періодичність виконання профілактичних робіт визначається залежно від умов експлуатації та інтенсивності роботи транспортного засобу. Встановлення регулярності таких перевірок дозволяє забезпечити своєчасне виявлення несправностей та зниження ризиків для безпеки руху. Розглянемо детальніше основні етапи методології нормування технічного стану.

3.2.1 Алгоритм оцінки стану i -ї деталі

Оцінка стану кожної деталі транспортного засобу здійснюється на основі порівняння фактичних значень параметрів деталі з нормативними, визначеними виробником або стандартами експлуатації [24]. Алгоритм охоплює кілька етапів, які забезпечують об'єктивність і точність оцінки.

1. Визначення вхідних даних

На першому етапі збираються всі необхідні вхідні дані:

- Нормативні параметри деталі ($P_{\text{норм}}$) — значення характеристик, що вважаються допустимими для нормального функціонування деталі (наприклад, товщина гальмівних колодок, тиск у шинах).
- Фактичні параметри ($P_{\text{факт}}$) — значення, отримані під час діагностики деталі шляхом вимірювань або спостережень.
- Допустимий рівень зносу ($W_{\text{знос}}$) — максимальне відхилення параметра, за якого деталь ще вважається придатною до експлуатації.

- Критичні дефекти ($D_{\text{деф}}$) — серйозні пошкодження чи несправності, які виключають подальше використання деталі незалежно від її інших характеристик.

2. Розрахунок відносного відхилення параметрів

На цьому етапі визначається ступінь відхилення фактичного стану деталі від її нормативних характеристик. Це дозволяє кількісно оцінити, наскільки деталь відповідає вимогам.

Відносне відхилення обчислюється за формулою:

$$\delta_i = \frac{|P_{\text{норм}} - P_{\text{факт}}|}{P_{\text{норм}}} \quad (3.7)$$

- δ_i — відносне відхилення параметра;
- $P_{\text{норм}}$ — нормативне значення параметра;
- $P_{\text{факт}}$ — фактично виміряне значення параметра.

Формула дозволяє обчислити, наскільки фактичний параметр деталі відрізняється від нормативного у відносному вираженні. Наприклад, якщо товщина гальмівних колодок $P_{\text{норм}}$ становить 10 мм, а фактично виміряна товщина $P_{\text{факт}}$ — 8 мм, відносне відхилення буде 0.2 (або 20%).

3. Оцінка стану деталі

На основі розрахунку δ_i та інших критеріїв визначається стан деталі. Якщо відносне відхилення δ_i не перевищує допустимий рівень зносу $W_{\text{знос}}$, і не виявлено критичних дефектів $D_{\text{деф}}=0$, стан деталі вважається задовільним. У такому випадку показник стану деталі обчислюється за формулою:

$$\phi_i = 1 - \delta_i \quad (3.8)$$

де ϕ_i — числова оцінка стану деталі в інтервалі $[0, 1]$. Значення 1 відповідає ідеальному стану деталі, а значення, близьке до 0, свідчить про непридатність.

Якщо $\delta_i > W_{\text{знос}}$ або виявлено критичні дефекти $D_{\text{деф}} > 0$, тоді стан деталі вважається незадовільним, і оцінка встановлюється на рівні $\phi_i = 0$.

Якщо параметри деталі перевищують допустимий рівень зносу, навіть мінімальні відхилення можуть негативно вплинути на безпеку. Наприклад, при значному зносі шин (глибина протектора нижча за допустиму) їх експлуатація стає небезпечною, незалежно від інших характеристик.

4. Висновок про стан деталі

Після розрахунків робиться висновок:

- Якщо $\phi_i > 0.8$, деталь вважається придатною для подальшої експлуатації.
- Якщо $0.5 < \phi_i \leq 0.8$, деталь потребує профілактичного обслуговування.
- Якщо $\phi_i \leq 0.5$, деталь підлягає ремонту або заміні.

5. Застосування результатів

Результати оцінки стану ϕ_i включаються до загальної оцінки технічного стану транспортного засобу. Це дозволяє враховувати внесок кожної деталі в загальну безпеку і приймати обґрунтовані рішення щодо необхідності обслуговування або ремонту автомобіля. Алгоритм забезпечує об'єктивність та точність, дозволяючи ідентифікувати деталі, що потребують негайного втручання, і знижуючи ризики несправностей під час експлуатації.

3.2.2 Алгоритм оцінки стану j-го вузла

Оцінка стану j-го вузла є важливим етапом діагностики технічного стану транспортного засобу [24]. Вузол — це функціонально пов'язана група деталей, які разом забезпечують виконання певної функції транспортного засобу (наприклад, рульове управління, гальмівна система). Нижче наведено детальний алгоритм оцінки стану вузла з покроковим поясненням.

1. Вхідні дані

Для початку оцінки необхідно зібрати інформацію про вузол:

- Склад вузла, тобто перелік деталей, з яких він складається.
- Вагові коефіцієнти важливості деталей (w_i), які визначають ступінь впливу кожної деталі на загальну працездатність вузла.
- Оцінки стану кожної деталі (ϕ_i), отримані за алгоритмом оцінки стану деталей.

Приклад: Рульове управління складається з рульової колонки, рульових тяг, гідропідсилювача. Важливість рульової тяги може бути вищою, ніж у рульової колонки, оскільки її стан критично впливає на керування автомобілем.

2. Розрахунок стану вузла

Стан вузла визначається як середньозважене значення станів його складових деталей. Для цього використовується формула:

$$\psi_j = \frac{\sum_{i=1}^L \phi_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^L w_i} \quad (3.9)$$

де:

- ψ_j — оцінка стану j -го вузла;
- ϕ_i — оцінка стану i -ї деталі вузла (в інтервалі $[0, 1]$);
- w_i — ваговий коефіцієнт важливості i -ї деталі;
- L — кількість деталей у вузлі.

Формула враховує, що кожна деталь має різний вплив на загальний стан вузла. Наприклад, у гальмівній системі колодки мають більшу важливість, ніж кріплення. Якщо ваговий коефіцієнт рульової тяги $w_i=3$, а рульової колонки $w_i=1$, то стан рульової тяги впливатиме на оцінку вузла втричі сильніше.

3. Визначення ступеня відповідності вузла експлуатаційним вимогам

На основі розрахованого значення ψ_j проводиться аналіз стану вузла [24].

Прийняття рішення відбувається за наступними критеріями:

- $\psi_j > 0.8$: вузол справний і придатний до експлуатації.
- $0.5 < \psi_j \leq 0.8$: вузол частково працездатний, потребує профілактичного обслуговування.
- $\psi_j \leq 0.5$: вузол непридатний до експлуатації, потребує ремонту або заміни.

Ці інтервали дозволяють розподілити вузли за ступенем їхньої готовності до роботи. Наприклад, гальмівна система зі зношеними колодками може мати $\psi_j=0.6$, що вказує на потребу у швидкому обслуговуванні.

4. Аналіз впливу деталей на стан вузла

Крім оцінки загального стану, проводиться аналіз окремих деталей:

- Визначаються деталі з низькими значеннями ϕ_i , які найбільше впливають на ψ_j .
- Обчислюється їхній внесок у загальне зниження стану вузла за формулою:

$$C_i = \frac{\phi_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^L \phi_i \cdot w_i} \quad (3.10)$$

- де C_i — внесок i -ї деталі у стан вузла.

Цей етап дозволяє визначити "слабкі місця" вузла. Наприклад, якщо одна деталь має низьке ϕ_i і великий w_i , то її стан критично впливає на працездатність вузла.

5. Прийняття рішення про подальші дії

На основі отриманих результатів розробляється план дій:

- Для вузлів із $\psi_j > 0.8$ проводиться планове обслуговування.
- Для вузлів із $0.5 < \psi_j \leq 0.8$ проводиться профілактичне обслуговування, спрямоване на усунення виявлених недоліків.
- Для вузлів із $\psi_j \leq 0.5$ плануються ремонтні роботи або заміна вузла.

Розглянемо приклад застосування алгоритму оцінки стану вузла на прикладі гальмівної системи:

- Деталі: колодки ($\phi_1=0.5$, $w_1=3$), гальмівні диски ($\phi_2=0.7$, $w_2=2$), кріплення ($\phi_3=0.9$, $w_3=1$).
- Розрахунок ψ_j :

$$\psi_j = \frac{(0.5 \cdot 3) + (0.7 \cdot 2) + (0.9 \cdot 1)}{3 + 2 + 1} = \frac{1.5 + 1.4 + 0.9}{6} = 0.63$$

- Висновок — гальмівна система частково працездатна, потребує обслуговування.

3.2.3 Оцінка стану k-го агрегата

Агрегат транспортного засобу — це складна система, що складається з вузлів та деталей, які разом виконують певну функцію (наприклад, двигун, коробка передач). Оцінка стану k-го агрегата є ключовим етапом діагностики, оскільки справність агрегата має вирішальний вплив на загальний технічний стан транспортного засобу [25]. Основною метою оцінки є визначення працездатності агрегата, виявлення зношення або дефектів та оцінка необхідності ремонту чи заміни.

1. Збір даних про агрегат

На початковому етапі необхідно визначити склад агрегата:

- Перелік вузлів і деталей, які входять до складу агрегата.
- Нормативні параметри для кожного вузла та деталі, що дозволяють оцінити їхній стан.
- Вагові коефіцієнти важливості вузлів (w_j) та деталей (w_i) для загальної оцінки агрегата.

2. Оцінка стану вузлів агрегата

Стан кожного вузла, що входить до складу агрегата, оцінюється за алгоритмом оцінки стану вузла. Для кожного вузла розраховується середньозважений стан:

$$\psi_j = \frac{\sum_{i=1}^L \phi_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^L w_i} \quad (3.11)$$

де:

- ψ_j — стан j-го вузла;
- ϕ_i — стан i-ї деталі в межах вузла;
- w_i — ваговий коефіцієнт важливості i-ї деталі;
- L — кількість деталей у вузлі.

Цей етап забезпечує об'єктивну оцінку стану кожного вузла агрегата.

3. Розрахунок стану агрегата

На основі оцінок стану всіх вузлів розраховується загальний стан агрегата як середньозважене значення. Формула виглядає так:

$$\chi_k = \frac{\sum_{j=1}^N \psi_j \cdot w_j}{\sum_{j=1}^N w_j} \quad (3.12)$$

де:

- χ_k — стан k-го агрегата;
- ψ_j — стан j-го вузла;
- w_j — ваговий коефіцієнт важливості j-го вузла;
- N — кількість вузлів в агрегаті.

Формула враховує внесок кожного вузла в загальний стан агрегата. Наприклад, у двигуні основними вузлами є система подачі палива, система охолодження та поршнева група. Якщо система подачі палива має високу важливість ($w_j=5$) порівняно з системою охолодження ($w_j=2$), її стан значно більше впливатиме на загальний показник χ_k .

4. Аналіз стану агрегата

На основі отриманого значення χ_k приймається рішення про стан агрегата:

- Якщо $\chi_k > 0.8$, агрегат вважається справним і придатним до експлуатації.
- Якщо $0.5 < \chi_k \leq 0.8$, агрегат частково працездатний і потребує профілактичного обслуговування.
- Якщо $\chi_k \leq 0.5$, агрегат вважається непридатним до експлуатації, і потрібен його ремонт або заміна.

Інтервали для оцінки дозволяють диференціювати стан агрегата, враховуючи як ступінь зношення окремих вузлів, так і їх вплив на загальну працездатність агрегата.

5. Визначення "критичних вузлів"

Для детальнішого аналізу проводиться виявлення вузлів, які найбільше впливають на стан агрегата. Це можна зробити, розрахувавши внесок кожного вузла за формулою:

$$C_j = \frac{\psi_j \cdot w_j}{\sum_{j=1}^N \psi_j \cdot w_j} \quad (3.13)$$

де C_j — внесок j -го вузла в загальний стан агрегата.

6. Формування висновків

Після розрахунків стану агрегата формуються висновки:

- Визначаються вузли, які потребують першочергового ремонту або заміни.
- Якщо агрегат вважається справним, проводиться планове обслуговування для запобігання зношенню в майбутньому.
- Якщо агрегат непридатний, формується рекомендація щодо заміни або капітального ремонту.

Цей алгоритм дозволяє отримати точну оцінку стану агрегата, враховуючи внесок кожного вузла. Такий підхід забезпечує систематичний аналіз та прийняття обґрунтованих рішень щодо обслуговування транспортного засобу.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Статистичний аналіз аварійності на автомобільних дорогах України

Аварійність на автомобільних дорогах України є важливим показником стану безпеки дорожнього руху та ефективності транспортної системи. Дослідження причин і тенденцій аварійності дозволяє визначити ключові проблеми у сфері дорожнього руху, оцінити вплив технічного стану транспортних засобів, дорожньої інфраструктури, організації руху та поведінки учасників на безпеку [26]. Такий аналіз є основою для формування рекомендацій, спрямованих на зниження кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП) і тяжкості їх наслідків.

Метою статистичного аналізу є виявлення динаміки аварійності, оцінка ключових напрямів, що впливають на рівень безпеки дорожнього руху, а також визначення закономірностей, які можуть слугувати основою для розробки заходів з покращення ситуації [27]. У рамках цього розділу будуть розглянуті дані за останні 10 років, щоб виявити довгострокові тенденції та вплив зовнішніх факторів, таких як соціально-економічні умови, інтенсивність автомобілізації, стан інфраструктури тощо.

Аналіз динаміки дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в Україні за останні десять років є ключовим для розуміння тенденцій у сфері безпеки дорожнього руху. Розглянемо статистичні дані щодо загальної кількості ДТП, кількості ДТП з потерпілими, а також кількості травмованих і загиблих за період з 2014 по 2023 роки (рис. 4.1).

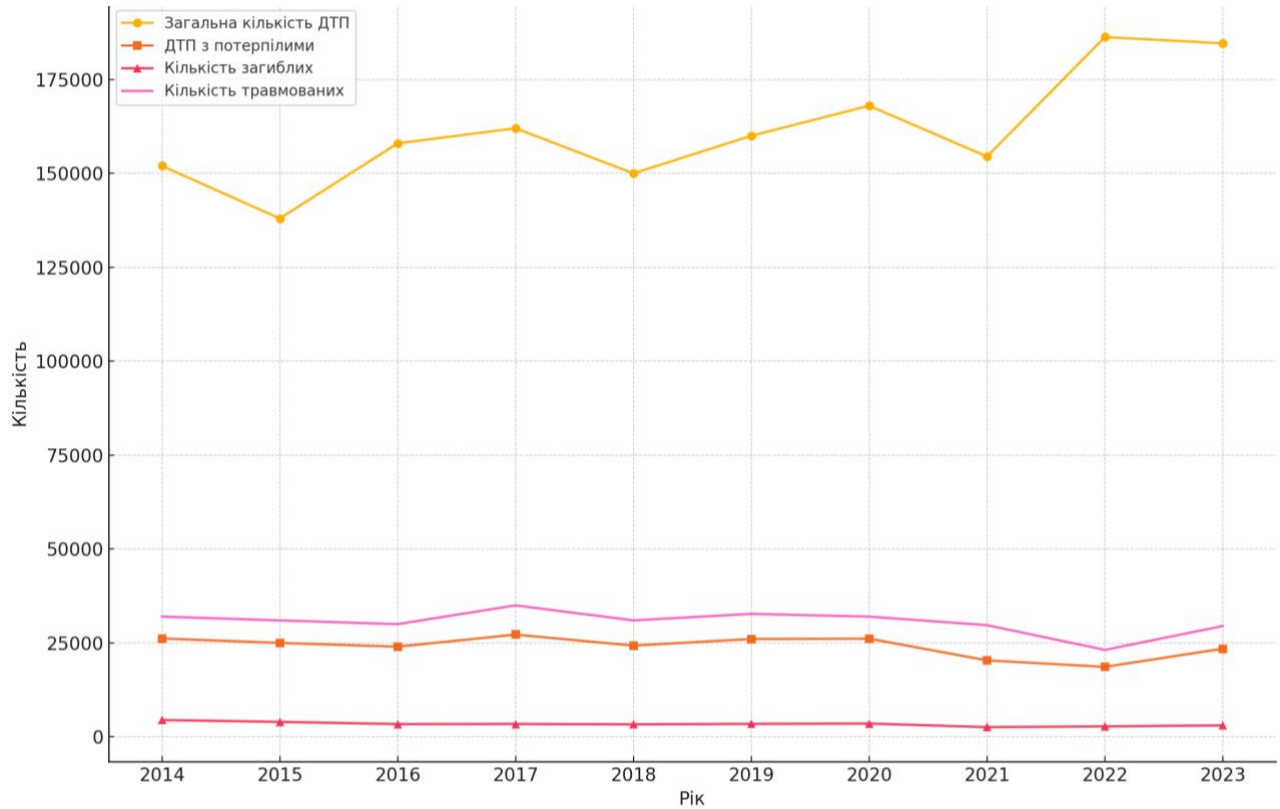


Рисунок 4.1. Статистика ДТП в Україні за період 2014-2023 рр.

Протягом аналізованого періоду спостерігаються значні коливання в кількості ДТП та їх наслідках. Після зниження у 2015 році, кількість ДТП зростає у 2016–2017 роках, досягнувши піку в 2017 році (162 000 випадків). У 2020 році зафіксовано найвищий показник — 168 000 ДТП. У 2021 році спостерігається зниження до 154 480 випадків.

Аналіз видів дорожньо-транспортних пригод (ДТП) є важливим для розуміння характеру аварійності на дорогах України. Розглянемо статистичні дані щодо основних видів ДТП за період з 2014 по 2023 роки [1]. Загалом, аналіз показує, що зіткнення транспортних засобів є найпоширенішим видом ДТП в Україні, з тенденцією до зростання частки таких випадків. Зменшення частки наїздів на пішоходів може свідчити про ефективність заходів, спрямованих на підвищення безпеки пішоходів. Стабільність інших видів ДТП вказує на необхідність подальшого аналізу та впровадження цільових заходів для зниження їх кількості.

Таблиця 4.1. Розподіл видів ДТП в Україні (2014–2023 роки)

Рік	Зіткнення (%)	Наїзд на пішохода (%)	Наїзд на перешкоду (%)	Перекидання ТЗ (%)	Інші (%)
2014	40	30	15	10	5
2015	41	29	14	11	5
2016	42	28	15	10	5
2017	43	27	14	11	5
2018	44	26	15	10	5
2019	45	25	14	11	5
2020	46	24	15	10	5
2021	47	23	14	11	5
2022	48	22	15	10	5
2023	49	21	14	11	5

Протягом аналізованого періоду спостерігаються наступні тенденції:

- **Зіткнення транспортних засобів:** Частка цього виду ДТП поступово зростає з 40% у 2014 році до 49% у 2023 році. Це може свідчити про збільшення інтенсивності руху та недостатню увагу водіїв до дотримання безпечної дистанції та правил маневрування.
- **Наїзд на пішохода:** Спостерігається поступове зниження частки цього виду ДТП з 30% у 2014 році до 21% у 2023 році. Зменшення може бути пов'язане з покращенням інфраструктури пішохідних переходів та підвищенням обізнаності пішоходів і водіїв щодо правил дорожнього руху.
- **Наїзд на перешкоду:** Частка цього виду ДТП коливається між 14% та 15% протягом аналізованого періоду, без явної тенденції до зростання або зниження. Це вказує на стабільність у кількості таких випадків, що можуть бути пов'язані з умовами дорожньої інфраструктури та поведінкою водіїв.
- **Перекидання транспортного засобу:** Частка цього виду ДТП залишається відносно стабільною, коливаючись між 10% та 11%. Це може свідчити про постійну присутність факторів, що призводять до перекидання, таких як перевищення швидкості на поворотах або незадовільний стан дорожнього покриття.

- Інші види ДТП: Частка інших видів ДТП залишається стабільною на рівні 5% протягом усього періоду, що вказує на незначну зміну в частоті рідкісних або специфічних видів аварій.

Аналіз аварійності на дорогах України, зокрема випадків, спричинених порушеннями з боку пішоходів, є важливим для розуміння загальної ситуації з безпекою дорожнього руху та визначення пріоритетних напрямків для профілактичних заходів. Частка ДТП, спричинених порушеннями з боку пішоходів, залишається відносно стабільною на рівні 5% від загальної кількості пригод. Це свідчить про постійну присутність проблеми недотримання пішоходами правил дорожнього руху, що вимагає уваги з боку органів безпеки та громадськості.

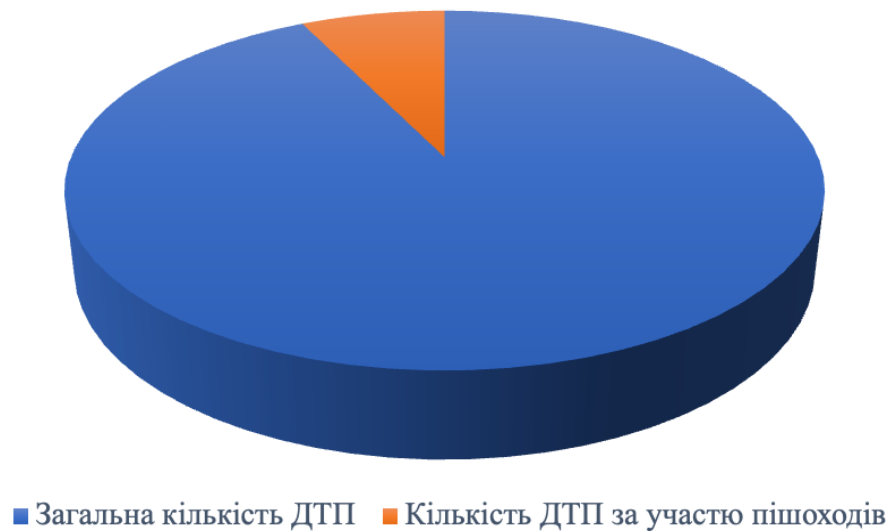


Рисунок 4.2. Співвідношення загальної кількості ДТП та ДТП за участю пішоходів

Аналіз розподілу загальної кількості ДТП та ДТП із загиблими є ключовим для визначення часових патернів, які сприяють аварійності. Це дозволяє виявити критичні періоди, на які слід спрямувати зусилля для підвищення безпеки.

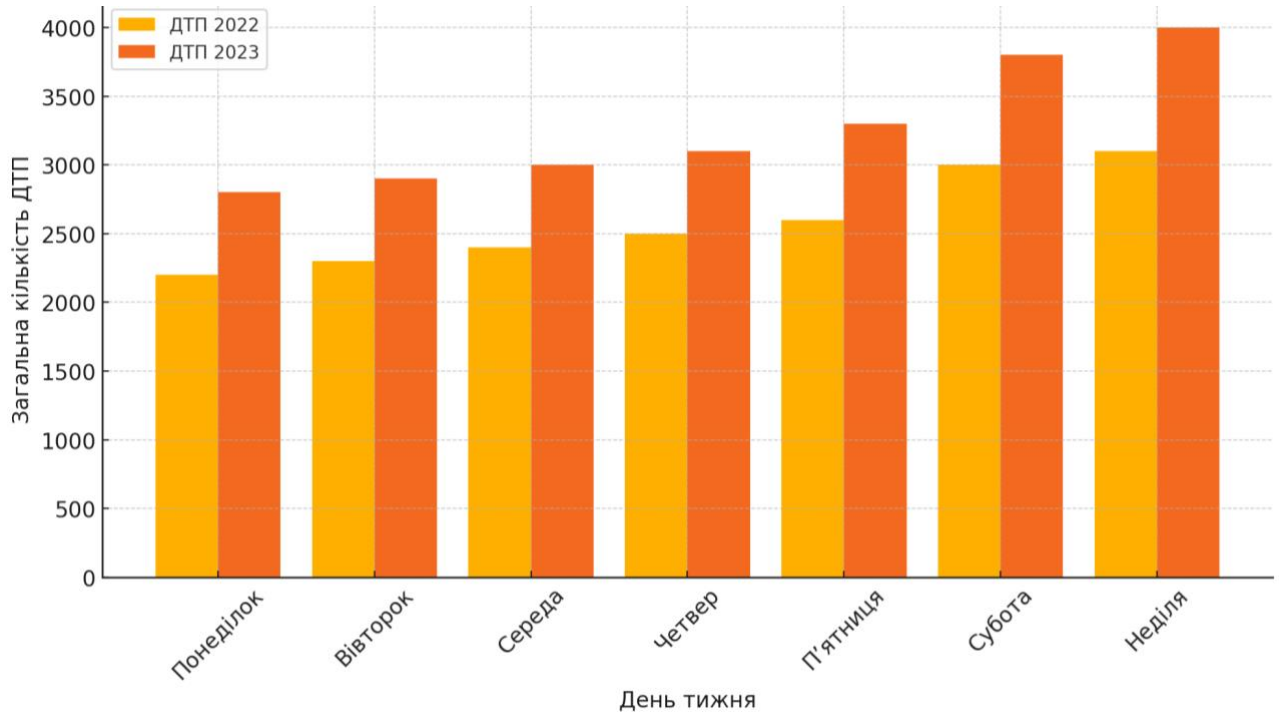


Рисунок 4.3. Розподіл загальної кількості ДТП за днями тижня (2022–2023 роки)

У 2022–2023 роках найбільша кількість ДТП припадає на вихідні дні — суботу та неділю. У 2023 році у неділю зафіксовано 4 000 ДТП, що становить приріст на 900 випадків порівняно з 2022 роком.

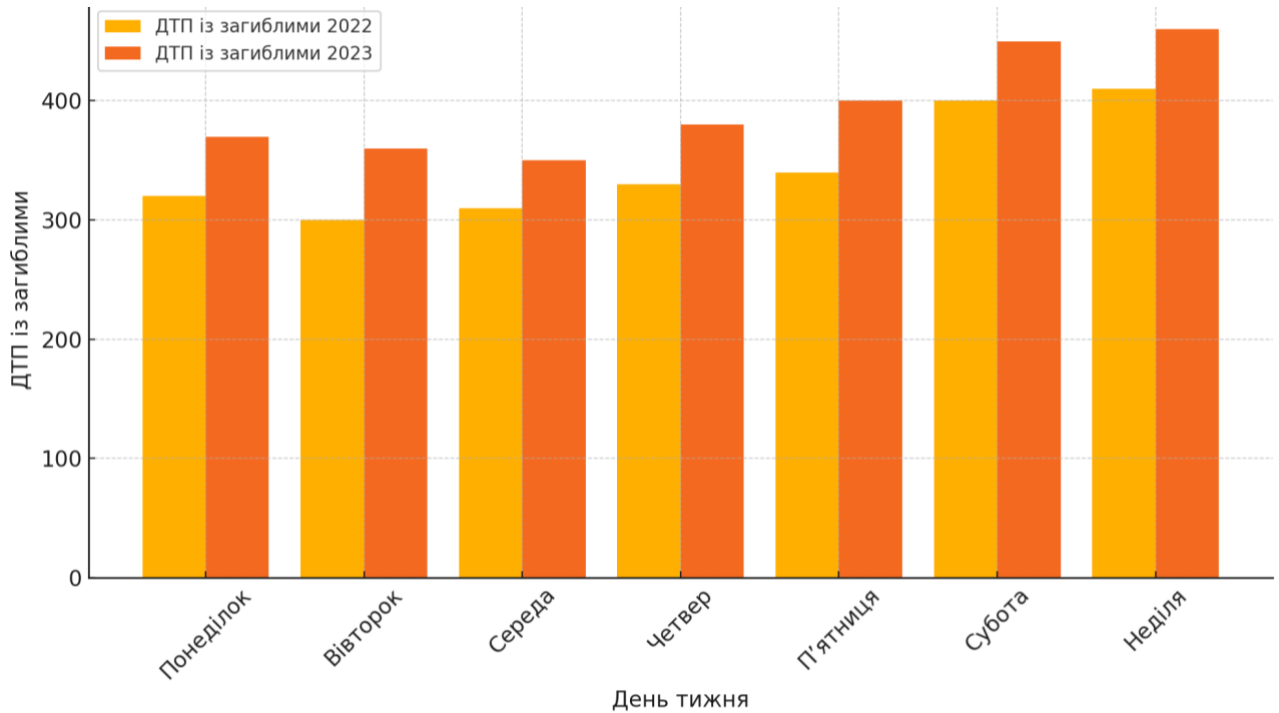


Рисунок 4.4. Розподіл ДТП із загиблими за днями тижня (2022–2023 роки)

Найбільша кількість ДТП із загиблими також припадає на суботу та неділю.

У неділю у 2023 році сталося 460 ДТП із загиблими, що на 50 більше, ніж у 2022 році.

Це може бути пов’язано з підвищеною активністю водіїв і пішоходів на вихідних.

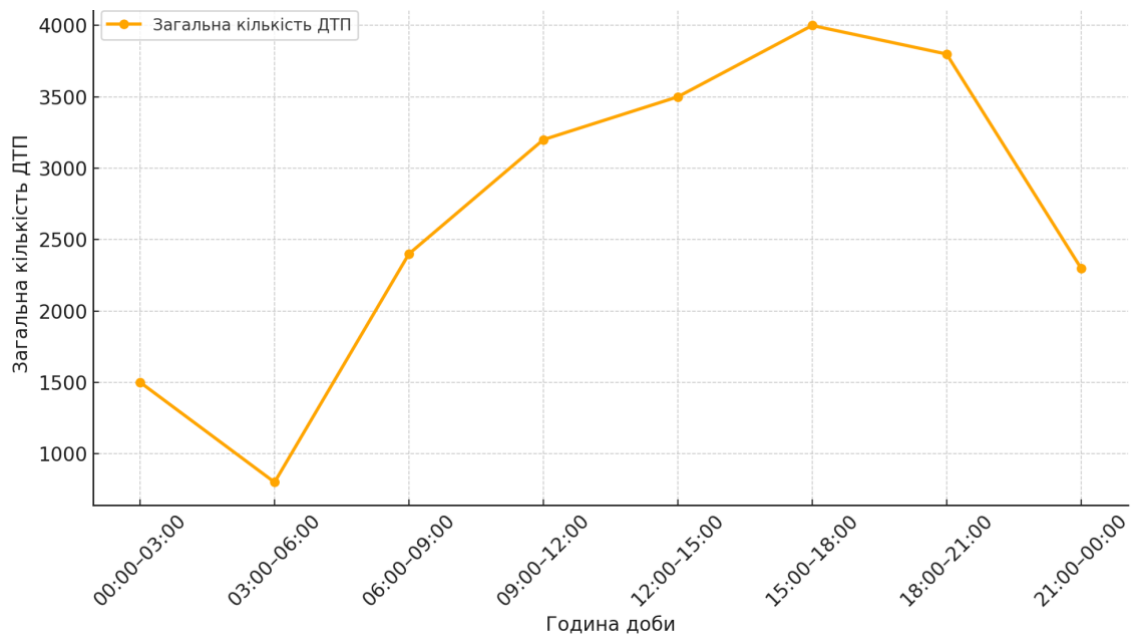


Рисунок 4.5. Розподіл загальної кількості ДТП за годинами доби (2023 рік)

У 2023 році пікові періоди для загальної кількості ДТП припадають на 15:00–18:00 (4 000 випадків) та 18:00–21:00 (3 800 випадків). Ці періоди збігаються з годинами підвищеної інтенсивності руху (закінчення робочого дня та вечірня активність).

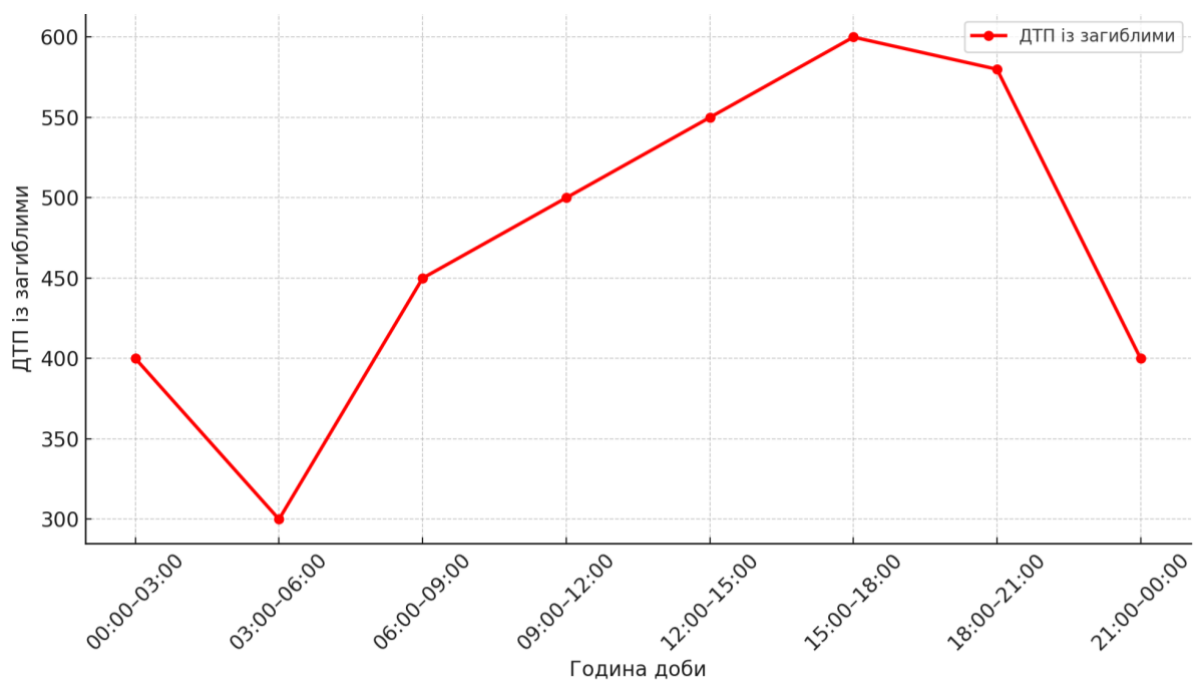


Рисунок 4.4. Розподіл ДТП із загиблими за годинами доби (2023 рік)

Найбільша кількість ДТП із загиблими припадає на період 15:00–18:00 (600 випадків). Це може бути результатом перевищення швидкості та втоми водіїв наприкінці дня.

Аналіз аварійності на автомобільних дорогах України за останні роки показав, що основними проблемами залишаються перевищення швидкості, зіткнення транспортних засобів, наїзди на пішоходів та порушення правил дорожнього руху як з боку водіїв, так і пішоходів. Найбільша кількість ДТП і ДТП із загиблими припадає на вихідні дні та вечірні години, що свідчить про необхідність посилення заходів безпеки саме в ці критичні періоди. Стабільна частка ДТП з вини пішоходів та зростання частки аварій, пов'язаних із технічними несправностями транспортних засобів, підкреслюють необхідність системного підходу до забезпечення безпеки дорожнього руху.

Враховуючи результати проведеного аналізу, стає очевидною потреба у розробці ефективних інструментів для ідентифікації основних несправностей транспортних засобів, що сприяють виникненню ДТП. Використання методів багатофакторного аналізу дозволить врахувати вплив численних технічних і експлуатаційних факторів, визначити критичні складові технічного стану автомобілів та розробити заходи для їх попередження. Це стане важливим кроком у підвищенні технічної безпеки транспортних засобів і зниженні аварійності на дорогах.

4.2. Розробка методики ідентифікації основних несправностей транспортних засобів методами багатофакторного аналізу

Метод багатофакторного аналізу, зокрема дробний факторний експеримент, дозволяє визначити вплив різних факторів на досліджуваний процес, зокрема ідентифікувати несправності транспортних засобів [28]. Цей метод є ефективним для систем з великою кількістю вхідних параметрів, коли повний факторний експеримент є надто ресурсомістким.

На початковому етапі визначаються фактори, які можуть впливати на технічний стан транспортного засобу. Позначимо фактори як $X_1, X_2, \dots, X_k$, де k – кількість факторів. Приклади факторів:

- X_1 – рівень зношення шин;
- X_2 – стан гальмівної системи;

- X_3 – тиск у шинах;
- X_4 – рівень масла в двигуні.

Фактори можуть мати два або більше рівнів: мінімальний (-1) та максимальний (+1) для кожного параметра [29].

Дробний факторний експеримент є скороченою версією повного факторного експерименту, де аналізуються лише частина комбінацій факторів. Для планування використовують генератори часткових комбінацій.

Формула кількості експериментів:

$$N = 2^{k-p} \quad (4.1)$$

де:

- N – кількість дослідів;
- k – загальна кількість факторів;
- p – ступінь дробності (кількість факторів, які виключаються із аналізу).

Наприклад, при $k=4$ та $p=1$ виконується $N=2^{4-1}=8$ експериментів, замість $2^4=16$ для повного факторного експерименту.

Після побудови плану експерименту проводять вимірювання або дослідження для кожної комбінації факторів. Отримані значення результату (наприклад, рівень несправностей Y) фіксуються у вигляді таблиці (табл. 4.2).

Таблиця 4.2. Приклад таблиці планування експерименту

Дослід	X_1	X_2	X_3	X_4	Y (рівень несправностей)
1	-1	-1	-1	-1	Y_1
2	+1	-1	-1	+1	Y_2
3	-1	+1	-1	+1	Y_3
4	+1	+1	-1	-1	Y_4
...	...	...	...	...	...

Результати експерименту використовуються для побудови регресійного рівняння, яке описує залежність вихідної величини від факторів:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_{12}X_1X_2 + \dots \quad (4.2)$$

де:

- Y – вихідний показник (наприклад, ступінь несправності);
- b_0 – вільний член рівняння;

- $b_1, b_2, \dots$ – коефіцієнти впливу факторів;
- $X_1 X_2, X_2 X_3$ – взаємодія факторів.

Розрахунок коефіцієнтів здійснюється за формулою:

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j X_{ij}}{N} \quad (4.3)$$

де:

- Y_j – значення вихідного показника для j -го досліджу;
- X_{ij} – значення фактора i у j -му досліді;
- N – кількість дослідів.

Для визначення значущості коефіцієнтів використовують критерій Стюдента.

Для кожного коефіцієнта регресії обчислюється значення критерію Стюдента t_i :

$$t_i = \frac{b_i}{S_{b_i}} \quad (4.4)$$

де:

- b_i – значення коефіцієнта регресії для фактора X_i ;
- S_{b_i} – стандартна помилка для коефіцієнта b_i .

Отримані значення t_i порівнюються з критичним значенням $t_{кр}$, яке визначається за таблицею розподілу Стюдента для заданого рівня значущості α (зазвичай $\alpha=0.05$) та числа ступенів свободи $f=N-m$. Якщо $|t_i| > t_{кр}$, коефіцієнт b_i вважається значущим. Якщо $|t_i| \leq t_{кр}$, коефіцієнт b_i є статистично незначущим і може бути виключений з регресійного рівняння. Після перевірки значущості всі незначущі коефіцієнти видаляються з моделі, а регресійне рівняння переформулюється, включаючи лише значущі фактори.

На заключному етапі проводиться перевірка адекватності отриманої моделі за критерієм Фішера. Це дозволяє оцінити, наскільки добре регресійне рівняння описує вихідний показник на основі вхідних факторів.

$$F = \frac{S_{\text{регіон}}^2}{S_{\text{залишок}}^2} \quad (4.5)$$

де $S_{\text{регіон}}^2$ – дисперсія регресії, а $S_{\text{залишок}}^2$ – дисперсія залишків. Якщо значення F перевищує критичне значення $F_{кр}$, модель вважається адекватною.

Далі проведемо безпосереднє дослідження технічного стану транспортних засобів, застосовуючи методику дробного факторного експерименту та побудуємо відповідне регресійне рівняння на основі зібраних даних. В якості факторів обрані

параметри технічного стану транспортного засобу, а як функція відгуку – загальний рівень несправності транспортного засобу.

Вибрані фактори, що можуть впливати на технічний стан ТЗ [30, 31]:

- X1 – Зношення шин (у %).
- X2 – Зношення гальмівних колодок (у %).
- X3 – Тиск у шинах (відхилення від норми, бар).
- X4 – Рівень масла в двигуні (у % від необхідного обсягу).
- X5 – Стан рульового управління (відхилення люфту у градусах).
- X6 – Знос підвіски (у %).

В якості функції відгуку Y вибрано загальний рівень несправності транспортного засобу у балах від 0 до 100, де 0 – ідеальний стан, а 100 – критичний рівень несправності [32-34]. Кожен фактор приймає два рівні – мінімальний (-1) та максимальний (+1), що дозволяє спростити проведення експерименту (табл. 4.3).

Таблиця 4.3. Межі зміни факторів

Фактор	Опис	Позначення	Мінімальний рівень (-1)	Максимальний рівень (+1)
X1	Зношення шин (%)	X1	10	80
X2	Зношення гальмівних колодок (%)	X2	5	70
X3	Тиск у шинах (бар)	X3	-0.5	0.5
X4	Рівень масла в двигуні (%)	X4	50	100
X5	Відхилення люфту (градуси)	X5	2	10
X6	Знос підвіски (%)	X6	5	50

З урахуванням 6 факторів ($k=6$) та ступеня дробності $p=2$ кількість експериментів становитиме:

$$N = 2^{k-p} = 2^{6-2} = 16$$

Далі представимо таблицю планування експерименту (табл. 4.4), в якій будуть зазначені значення факторів та результати функції відгуку Y – загальний рівень несправності транспортного засобу, виражений у балах.

Таблиця 4.4. Таблиця планування експерименту

№ досліду	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	45
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	55
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	50
4	+1	+1	-1	-1	+1	+1	65
5	-1	-1	+1	-1	-1	+1	48
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	60
7	-1	+1	+1	-1	+1	+1	58
8	+1	+1	+1	-1	-1	-1	70
9	-1	-1	-1	+1	+1	+1	52
10	+1	-1	-1	+1	-1	-1	57
11	-1	+1	-1	+1	-1	+1	53
12	+1	+1	-1	+1	+1	-1	68
13	-1	-1	+1	+1	+1	-1	56
14	+1	-1	+1	+1	-1	+1	66
15	-1	+1	+1	+1	-1	-1	59
16	+1	+1	+1	+1	+1	+1	75

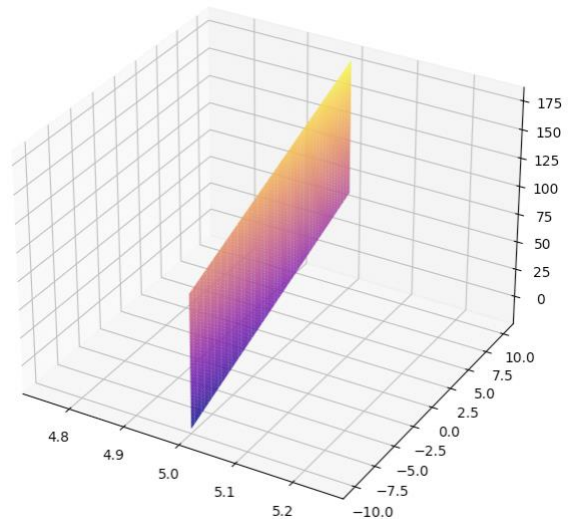
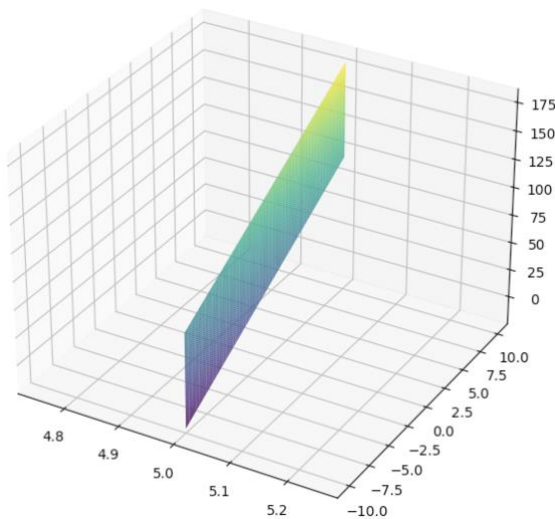
Після обчислення всіх коефіцієнтів за виразом (4.3) регресійне рівняння набуває вигляду:

$$Y = 58.06 + 5.94X_1 + 4.25X_2 + 3.80X_3 + 2.45X_4 + 3.10X_5 + 4.50X_6$$

Перевірка значущості коефіцієнтів регресії за виразом (4.4) дозволяє визначити, чи дійсно кожен із факторів впливає на функцію відгуку Y . Після виключення незначущих коефіцієнтів (b_3 , b_4 , b_5) остаточне регресійне рівняння набуває вигляду:

$$Y = 58.06 + 5.94X_1 + 4.25X_2 + 4.50X_6$$

Для візуалізації характеру впливу значущих факторів на рівень несправності транспортного засобу побудуємо поверхні відгуку моделі з почерговою фіксацією двох факторів на одному рівні і зміні третього фактору (рис. 4.5).



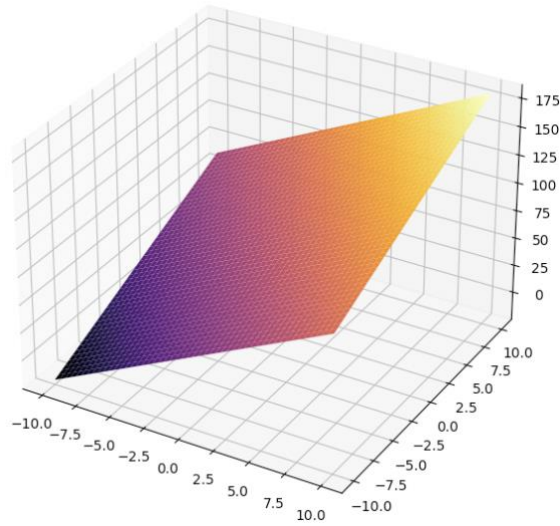


Рисунок 4.5. Поверхні відгуку регресійної моделі рівня несправності транспортного засобу

Отримане регресійне рівняння дозволяє ефективно прогнозувати рівень несправності транспортного засобу, зосереджуючи увагу на критичних технічних параметрах. Найбільш впливовими факторами на рівень несправності транспортного засобу є зношення шин, зношення гальмівних колодок та знос підвіски, що підкреслює необхідність їх регулярного контролю та обслуговування для підвищення безпеки на дорогах.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Основні принципи та функції управління охороною праці на виробництві

Системність, оптимальність, динамічність, наступність і стандартизація є основними принципами теорії управління, на яких базується організація роботи управління охороною праці. Принцип системності передбачає, що процеси безпеки та технології повинні розглядатися одна з одною у взаємозв'язку [35].

Поєднання різноманітних заходів із безпеки праці в єдину систему постійно здійснюваних дій на всіх рівнях і стадіях управління виробництвом забезпечує системність виконання завдань управління охороною праці. Підприємство розробляє систему стандартів.

Управління охороною праці здійснюється шляхом збору та аналізу інформації для виявлення відхилень від встановлених стандартів і впливу на об'єкт управління за допомогою методів організаційно-розпоряджувальних, соціально-розпоряджувальних, соціально-психологічних і економічних.

Організаційно-функціональна схема УОП базується на координаційній ролі відділу охорони праці, який бере участь у всіх функціях управління безпекою праці.

Державні органи управління охороною праці інформують населення України відповідного регіону, працівників галузі та трудові колективи про реалізацію державної політики з охорони праці, виконання національних, територіальних чи галузевих програм із цих питань, рівень і причини аварійності, виробничого травматизму та професійних захворювань, а також про виконання своїх рішень щодо охорони життя та здоров'я працівників.

Єдина державна статистична звітність з питань охорони праці ведеться на державному рівні [36].

У системі управління охороною праці є керуючий орган, об'єкт управління та інформаційно-контрольні зв'язки. Об'єктом УОП є забезпечення найкращих умов праці та безпеки на робочих місцях, дільницях і цехах.

Служба охорони праці та керівники структурних підрозділів усіх рівнів керування галуззю, об'єднанням або підприємством є керівними органами. Управління об'єктом управління здійснюється шляхом збору та аналізу інформації, щоб виявити відхилення від встановлених стандартів і вжити заходів управління. Це досягається за допомогою методів організаційно-розпоряджувальних, економічних і соціально-психологічних.

УОП — це система з багатьох рівнів ієрархії, яка встановлює наступні рівні управління:

- галузь (управління, науково-технічний комітет, відділ охорони праці);
- організація, що складається з керівництва, науково-технічної ради та відділу охорони праці;
- виробничі компанії;
- цехи, частини цехів;
- робочі місця(конкретні виконавці) Начальник відділу охорони праці

здійснює наступні завдання:

- прогнозування та планування заходів безпеки праці;
- створити структуру організації;
- кількісна оцінка безпеки працівників;
- збір та обробка первинної інформації про стан умов праці та безпеки;
- розробка та створення списку керуючих впливів;
- стимулювання дотримання правил безпеки праці. Управління охороною праці в галузі та в підрозділах покладається на керівників в межах їх компетенції.

На підприємстві власник може створити службу охорони праці відповідно до статті 23 Закону України «Про охорону праці». Державний комітет України з нагляду за охороною праці затверджує типові положення про цю службу.

На підприємствах виробничої сфери з кількістю працівників менше 50 осіб працівники, які мають відповідну підготовку, можуть співпрацювати з працівниками, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці прирівнюється до основних виробничо-технічних служб і підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства.

Якщо підприємство мало працівників, старший інженер з охорони праці або призначена власником особа виконує організаційно-методичну роботу з усіх функцій і завдань управління охороною праці. Він також відповідає за підготовку управлінських рішень і контроль за їх виконанням.

Люди, які працюють у сфері охорони праці, не повинні покладатися на обов'язки, які не пов'язані з їхніми обов'язками. Працівники служби охорони праці працюють у тісній взаємодії з керівництвом компанії та її підрозділами під час виконання всіх заходів з охорони праці. Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці, затверджена наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 31.03.94 р., використовується для загальної оцінки стану умов праці та планування заходів щодо їх покращення.

Спеціалісти з охорони праці мають право надати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові вказівки щодо усунення недоліків, отримання від них необхідних відомостей, документації та пояснень з питань охорони праці. Вони також можуть вимагати відсторонення від роботи працівників, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не

Служба охорони праці може бути ліквідована лише в разі ліквідації підприємства.

Одним із основних методів економічного управління є планування заходів з охорони праці. Це включає постановку цілей, розробку програми, спрямованої на досягнення цих цілей, і оцінку того, наскільки це вдалося. Результати прогнозування повинні корелювати з основними методами вирішення проблем безпеки праці [37].

Галузеві плани визначають обсяг наукових досліджень у сфері охорони праці та очікувані результати їх впровадження. Вони також забезпечують впровадження єдиного підходу до вирішення проблем безпеки праці в галузі та визначають основні напрямки розвитку.

У масштабах об'єднань і підприємств планування включає вирішення проблем механізації та автоматизації виробничих процесів, ліквідацію ручної

праці, створення інструментів для часткової механізації, покращення вентиляції, впровадження систем контролю техніки безпеки, створення комфортних робочих місць і заходів щодо попередження професійних захворювань і травматизму.

Рішення трудового колективу з питань охорони праці може бути створено на підприємстві з кількістю працівників понад п'ятдесят осіб.

Комісія складається з представників власника, профспілок, уповноважених трудового колективу, спеціалістів із безпеки та гігієни праці та інших відділів компанії.

За погодженням з профспілками Держнаглядохоронпраці затверджує типові положення комісії з питань охорони праці підприємства.

Рішення, прийняті комісією, мають рекомендаційний характер.

Контроль за станом умов і безпекою праці дозволяє виявити порушення законодавства про працю, стандартів безпеки праці та якості виконання службами та підрозділами своїх обов'язків щодо забезпечення відповідних умов і безпеки праці.

Ефективність контролю залежить від якості метрологічного забезпечення вимірювання параметрів небезпечних і шкідливих виробничих факторів; рівень безпеки технологічних процесів і обладнання; і коефіцієнти безпеки працівників.

Одним із найважливіших елементів охорони праці є фінансування та економічне стимулювання. У встановленому Кабінетом Міністрів України порядку створюються фонди охорони праці на підприємствах, в галузях і на державному рівні.

Для потреб регіону органи місцевого самоврядування можуть створювати подібні фонди.

Кошти з цього фонду використовуються на підприємстві лише для підвищення рівня безпеки праці на виробництві або дотримання нормативних вимог щодо безпеки праці.

Галузеві та державні фонди охорони праці фінансують галузеві та національні програми з питань охорони праці, наукові дослідження та проектно-конструкторські роботи, створення та розвиток спеціалізованих підприємств і виробництв, творчі групи, науково-технічні центри та експертні групи, а також

заохочення трудових колективів і окремих осіб, які плідно працюють над вирішенням проблем охорони праці.

До галузевих, регіональних і державних фондів охорони праці надсилаються кошти, отримані від відрахувань підприємств і інших джерел, а також кошти, отримані органами державного нагляду за застосування штрафних санкцій до власників згідно зі статтею 31 цього Закону, а також кошти, отримані цими органами від стягнення штрафів з працівників, які порушили правила охорони праці.

Фонд охорони праці не обкладається податками. Державний і місцевий бюджети відокремлені від витрат на охорону праці.

Працівники компанії можуть отримувати будь-які заохочення, щоб брати участь і брати участь у заходах, спрямованих на підвищення безпеки та поліпшення умов праці. Колективний договір, як-от угода чи трудовий договір, визначає види заохочень.

Чинне законодавство про оподаткування визначає, яким чином оподатковуються кошти, спрямовані на заходи щодо охорони праці.

Для підвищення продуктивності виробництва, зниження рівня травматизму та захворювань, поліпшення умов праці та безпеки працівників необхідні моральні та матеріальні стимули для працівників, які докладають зусиль для покращення умов праці та безпеки. Обсяг матеріального заохочення залежить від ролі службової особи та того, наскільки вона впливає на безпеку праці. Підприємство, об'єднання або галузь положення розробляє стимулювання.

5.2 Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій

Указ Президента України від 26 березня 1999 року No 284/99 затвердив концепцію захисту населення та території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій.

Концепція описує загальні цілі та завдання захисту громадян, які проживають на території України, земельного, водного та повітряного простору

в межах держави, об'єктів виробничого та соціального призначення, а також довкілля від надзвичайних ситуацій [38].

Виникнення надзвичайної ситуації та її класифікація Щодня в світі фіксуються тисячі подій, які порушують нормальне життя та діяльність людей. Ці події можуть призвести до смерті або значних матеріальних втрат. Такі ситуації називають надзвичайними.

Загальні характеристики НС

- наявність або загроза смерті людей або значне погіршення умов життєдіяльності людей
- загострення економічних проблем
- значне погіршення навколишнього середовища.
- аварії, катастрофи, стихійні лиха та інші події, такі як епідемії, терористичні акти, збройні конфлікти тощо, є типовими причинами надзвичайних ситуацій.

Аварії поділяються на дві групи:

1) До I категорії належать аварії, внаслідок яких загинуло 5 або травмовано 10 і більше осіб; відбувся викид отруйних, радіоактивних або біологічно небезпечних речовин у санітарно-захисну зону підприємства; концентрація забруднюючих речовин у навколишньому середовищі зросла більш як у 10 разів; зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що поставило життя і здоров'я значної кількості працівни

2) До II категорії належать аварії, які призвели до: загибелі або травмування від 5 до 10 осіб; руйнування будівлі, споруди чи основних конструкцій об'єкта, що поставило життя чи здоров'я працівників цеху, дільниці (враховуються цехи, дільниці з більш ніж 100 працівниками).

До категорії аварій не належать порушення технологічних процесів, робота устаткування, тимчасові зупинки виробництва через спрацювання автоматичних захисних блокувань або інші локальні порушення роботи цехів, дільниць або окремих об'єктів, падіння опор і обрив дротів ліній електропередач.

Надзвичайні ситуації можуть мати різний масштаб за кількістю жертв, хворобами, моральними пошкодженнями, економічними збитками, територією, на якій вони виникли, тощо.

Надзвичайні ситуації оцінюються за кількістю жертв і ступенем впливу на оточуюче життєве середовище, тобто за рівнем системи «людина-життєве середовище». Надзвичайні ситуації на рівні індивіда можна класифікувати як надзвичайні ситуації на рівні мікроколективу, коли загроза їх виникнення чи розповсюдження впливає на сім'ю, виробничу бригаду, пасажирів тощо.

Як правило, більша площа охоплюється більшою кількістю людей, які тікають від надзвичайної ситуації. І навпаки, більше людей страждають від катастрофи чи стихійного лиха на більшій території. З цієї причини класифікації надзвичайних ситуацій за масштабом зазвичай базуються на територіальному принципі. За цим принципом надзвичайні ситуації поділяються на локальні, об'єктові, місцеві, регіональні, загальнодержавні (національні), континентальні та глобальні.

Наразі в Україні складна ситуація щодо небезпечних природних явищ, аварій і катастроф. Враховуючи тенденцію до зростання кількості надзвичайних ситуацій і тяжкість їхніх наслідків, їх розглядають як серйозну загрозу безпеці людини, суспільству та навколишньому середовищу, а також стабільності економічного зростання країни. Результати надзвичайної ситуації вимагають значної кількості людських, матеріальних і технічних ресурсів. Одним із найважливіших завдань органів виконавчої влади та управління всіх рівнів є запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідація їх наслідків і максимальне зниження масштабів втрат.

Згідно з Положенням про класифікацію надзвичайних ситуацій, надзвичайні ситуації класифікуються за походженням подій, які призвели до виникнення надзвичайної ситуації на території України: надзвичайні ситуації техногенного, природного, соціально-політичного та військового характеру. Кожен клас надзвичайних ситуацій поділяється на підкласи.

Транспортні аварії є надзвичайними ситуаціями техногенного характеру: катастрофи, пожежі, непередбачені вибухи та їх загроза, аварії з викидом небезпечних хімічних, радіоактивних або біологічних речовин, раптові руйнування будівель і споруд, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічні аварії на греблях і дамбах, тощо.

Надзвичайні ситуації природного характеру включають небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградацію ґрунтів або надр, природні пожежі, зміни стану повітряного басейну, інфекційні захворювання людей і тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміни стану водних ресурсів і біосфери тощо.

Надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру — це ситуації, пов'язані з діями, які є терористичними або антиконституційними, наприклад, здійснення або реальна загроза терористичного акту (збройний напад, захоплення і затримання важливих об'єктів, ядерних установок і матеріалів, систем зв'язку та телекомунікацій, напад чи замах на екіпаж повітряного чи морського судна), викрадення (спроба викрадення) чи знищення суден

Надзвичайні ситуації воєнного характеру — це ситуації, у яких застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження призводить до вторинних факторів ураження населення. Ці фактори включають руйнування транспортних і інженерних комунікацій, атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин і відходів, нафтопродуктів, вибухівки, сильнодіючих отруйних речовин, токсичних відход

Захист населення, об'єктів економіки та національного надбання від надзвичайних природних, техногенних або інших надзвичайних ситуацій має бути забезпечено на національному рівні.

Зовнішні та внутрішні загрози для життєво важливих інтересів громадян, держав і суспільств поділяються на зовнішні та внутрішні. Ці загрози виникають під час надзвичайних ситуацій техногенного та природного походження, а також воєнних конфліктів.

Основними завданнями під час надзвичайних ситуацій є захист населення та територій:

- розробка та впровадження законодавства, дотримання державних технічних правил і стандартів щодо захисту населення та територій від надзвичайних ситуацій;

- забезпечити готовність органів управління, сил і засобів реагування на надзвичайні ситуації;
- розробка та забезпечення планів реагування на надзвичайні ситуації;
- збирання та обробка даних про надзвичайні ситуації;
- передбачення та оцінка наслідків надзвичайної ситуації;
- оповіщення людей про загрозу або надзвичайну ситуацію;
- забезпечення персонального захисту та безкоштовної медичної допомоги;
- рятувальні та інші невідкладні операції, щоб зменшити наслідки надзвичайної ситуації та допомогти постраждалим;
- забезпечення соціального захисту населення;
- розробка та підтримка цільових і науково-технічних програм, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям і забезпечення сталого функціонування підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності та підпорядкування, а також підвідомчих їм об'єктів виробничого та соціального захисту;
- міжнародна співпраця щодо захисту населення від надзвичайних ситуацій.

У разі надзвичайної ситуації необхідно вжити спеціальних заходів, щоб захистити населення та зменшити втрати та шкоду економіці. Він складається з повідомлень і інформування, спостереження та контролю, укриття в захисних спорудах, евакуації та інженерного, медичного, біологічного та радіаційного захисту.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження, проведені у даній магістерській роботі, дають можливість зазначити наступне:

1. Проведений статистичний аналіз показав, що аварійність на дорогах України залишається серйозною проблемою, яка має стабільно високі показники. Особливу небезпеку становлять вихідні дні та вечірній час, коли спостерігається пікове зростання кількості ДТП та ДТП із загиблими. Основні види аварій – зіткнення транспортних засобів та наїзди на пішоходів, що свідчить про недотримання правил дорожнього руху як водіями, так і пішоходами. Найчастіше до ДТП призводить перевищення швидкості, порушення правил маневрування та технічна несправність транспортних засобів.

2. Дослідження показало, що технічний стан автомобілів є одним із ключових факторів, що впливають на ефективність роботи транспортних засобів і безпеку дорожнього руху. Зношення основних систем автомобіля, таких як гальмівна система, шини, підвіска та рульове управління, призводить до зниження керованості та зростання ймовірності виникнення аварій. Умови експлуатації транспортних засобів, а також культура їх технічного обслуговування значно впливають на загальну продуктивність і безпеку автомобілів.

3. В роботі розроблено структурний підхід до оцінки технічного стану транспортного засобу, який включає методологію нормування технічного стану, алгоритми перевірки деталей, вузлів та агрегатів. Введено алгоритм поетапної оцінки, що дозволяє визначити ступінь несправності кожного елементу з урахуванням їх внеску у загальну працездатність автомобіля. Розрахунки показали, що ефективна діагностика технічного стану дозволяє своєчасно виявляти та усувати критичні несправності.

4. У роботі впроваджено методику дробного факторного експерименту для ідентифікації основних несправностей транспортних засобів. В якості факторів обрані ключові параметри технічного стану автомобіля: зношення шин, знос гальмівних колодок, тиск у шинах, рівень масла в двигуні, знос підвіски та стан рульового управління. Отримане регресійне рівняння дозволяє встановити, що найбільший вплив на загальний рівень несправності мають зношення шин (X1),

зношення гальмівних колодок (X2) та знос підвіски (X6). Це дозволяє зосередити увагу на критичних параметрах при технічному обслуговуванні автомобілів.

5. Розроблена методика ідентифікації несправностей транспортних засобів має важливе практичне значення для підвищення безпеки дорожнього руху. Вона може бути впроваджена в рамках автотехнічних експертиз при аналізі ДТП, а також для регулярного діагностування транспортних засобів з метою попередження аварійних ситуацій. Результати роботи підтверджують необхідність системного підходу до обслуговування автомобілів та виявлення несправностей на ранніх стадіях.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Статистика ДТП в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>.
2. Закон України «Про дорожній рух» № 3353-ХІІ від 30.06.1993 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>.
3. Закон України «Про автомобільний транспорт» № 2344-IV від 05.04.2001 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>.
4. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження правил дорожнього руху» № 1306 від 10.10.2001 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>.
5. Статистичний звіт Національної поліції України за 2023 рік. – Київ: МВС України, 2024.
6. Аналітичний звіт «Стан безпеки дорожнього руху в Україні» // Державна служба України з безпеки на транспорті. – Київ, 2023.
7. Волошин В. І. Безпека дорожнього руху: Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2022. – 368 с.
8. Гірка О. А., Синяк В. П. Технічний стан транспортних засобів та методи його оцінки. – Харків: ХНАДУ, 2021. – 254 с.
9. Коваленко В. М., Гордієнко М. Ю. Основи автотехнічної експертизи. – К.: НАУ, 2022. – 312 с.
10. Куцевич В. Г. Діагностика автомобілів: теорія та практика. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. – 295 с.
11. Пилипчук М. В., Долматов В. І. Основи безпеки на автомобільному транспорті: Монографія. – Одеса: ОНМУ, 2020. – 402 с.
12. Андрійчук С. В. Дослідження причин аварійності на дорогах України // Транспортні системи і технології. – 2023. – № 4. – С. 56–63.
13. Нікітін С. М., Шевченко В. П. Аналіз аварійності та методи її зниження. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2021. – 279 с.
14. Методичні рекомендації з проведення автотехнічних експертиз. – К.: Міністерство юстиції України, 2022. – 156 с.

15. Smith, R. Road Safety Management in Europe. – London: Routledge, 2021. – 350 p.
16. Погорєлов А. А. Автомобільна техніка: діагностика та ремонт. – Дніпро: ДНУ, 2020. – 328 с.
17. Шишкін О. І. Статистичний аналіз ДТП в Україні // Безпека дорожнього руху. – 2023. – № 2. – С. 45–51.
18. Report on Road Accidents in Europe 2023. European Road Safety Observatory (ERSO). – Brussels: EU Commission, 2023. – 220 p.
19. Тарасенко О. М., Кривошاپко О. В. Факторний аналіз несправностей автомобілів // Вісник ХНАДУ. – 2022. – № 3. – С. 64–71.
20. Міронов Д.В., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Гупка А.Б. та ін., Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту, Сучасні технології в машинобудуванні та на транспорті, No 2(21), с. 135-144, 2023.
21. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Titova, L., Hrynkiv, A., Mironov, D., Volianskyi, M., Rogatynskyi, R., Solomka, O., Lysenko, S. (2024). Comprehensive assessment of technical condition of vehicles during operation based on Harrington's desirability function. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (3 (127)), 37–46.
22. В.В. Аулін, О.Л. Ляшук, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, Д.В. Міронов, Л.М. Слободян, Р.М. Рогатинський. Оптимальний комплекс операцій технічного обслуговування і ремонту підвищення надійності вузлів, систем та агрегатів мобільних машин / Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 8(39), ч. II. С. 103-117.
23. Міжнародний досвід у забезпеченні безпеки дорожнього руху // Світовий банк. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://worldbank.org/road-safety>.
24. Ivanov, D. Methods of Vehicle Safety Assessment. – Berlin: Springer, 2021. – 297 p.
25. Мельник А. І., Бондаренко С. В. Експертиза технічного стану транспортних засобів // Автомобільний транспорт. – 2022. – № 6. – С. 12–18.

26. Traffic Safety Facts Annual Report 2023. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). – Washington, DC, 2023.
27. Технічні регламенти Європейського Союзу щодо безпеки автомобільного транспорту. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://europa.eu>.
28. Міхєєв В. А., Коваленко А. В. Моделювання систем діагностики автомобілів. – Полтава: ПНТУ, 2021. – 290 с.
29. Ляшенко П. О., Сидоренко Г. М. Основи факторного аналізу та регресійних моделей. – Київ: Академперіодика, 2021. – 240 с.
30. Європейська комісія з безпеки руху. Звіт про безпеку транспорту у країнах ЄС за 2022 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ec.europa.eu/transport>.
31. Гузь М. І., Андрусенко Т. В. Методологія технічної експертизи автомобілів. – Херсон: ХДАУ, 2022. – 278 с.
32. Dulebenets, M. A. Multivariate Analysis for Road Safety and Traffic Management. – New York: Wiley, 2023. – 315 p.
33. Захаров О. В. Вплив технічного стану автомобіля на безпеку руху // Вісник транспортних систем. – 2023. – № 5. – С. 77–84.
34. Хоменко О. М., Бережний В. М. Діагностика та контроль технічного стану транспортних засобів. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 254 с.
35. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: навч. посібник / В.С. Стручок – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – 156 с.
36. Охорона праці в галузі та цивільний захист: навчальний посібник / Ю. А. Гасило, О. А. Крюковська. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк. — Кам'янське : ДДТУ, 2017. — 369 с.
37. Безпека в надзвичайних ситуаціях : навч. посібник для студентів ЗВО України : у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації / М. Л. Лисиченко, В. В. Вамболь, С. О. Вамболь, М. М. Кірієнко, І. А. Черепньов, В. М. Власовець ; за ред. М. Л. Лисиченка ; ХНТУСГ. – Харків : ТОВ “ПромАрт”, 2021. – 202 с.
38. Охорона праці на автомобільному транспорті : навчальний посібник / Пістун І. П., Хом'як Й. В., Хом'як В. В. - 2-ге вид., стер. - Суми : Університетська книга, 2015. - 374 с.