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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка методики аналізу причин виникнення дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах України

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАс-42
спеціальності 274
«Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

_____ Денис ДЕМБІЦЬКИЙ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Любомир СЛОБОДЯН
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Роман ХОРОШУН
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри _____ Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Олена ДМИТРІВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

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

Кафедра Кафедра автотранспорту та логістики
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Дембіцькому Денису Мирославовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка методики аналізу причин виникнення дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах України

Керівник роботи Слободян Любомир Михайлович, к.т.н. ,доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2026 року № 4/9-42

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2026

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

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Динаміка дорожньо-транспортних пригод в Україні – 1А1.
Класифікація дорожньо-транспортних пригод – 1А1.
Основні причини виникнення ДТП в Україні – 1А1.
Діаграма Парето причин дорожньо-транспортних пригод – 1А1.
Алгоритм комплексного аналізу причин ДТП – 1А1.
Структурна схема методики аналізу причин ДТП – 1А1.
Карта ризиків за основними причинами ДТП – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 21.01.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	01.02.2026	
2	Технологічний розділ	08.02.2026	
3	Конструкторський розділ	15.02.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	07.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	14.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	15.06.2026	

Студент _____ Денис ДЕМБІЦЬКИЙ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Любомир СЛОБОДЯН
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи бакалавра на тему: «Розробка методики аналізу причин виникнення дорожньо- транспортних пригод на автомобільних дорогах України».

Метою роботи є розробка методики аналізу причин виникнення дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах України на основі статистичного опрацювання даних про аварійність, визначення основних факторів ризику та формування практичних рекомендацій щодо зниження кількості ДТП і тяжкості їх наслідків.

Об’єктом дослідження є процес виникнення дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах України як результат взаємодії учасників дорожнього руху, транспортних засобів, дорожньої інфраструктури, умов навколишнього середовища та організаційних факторів управління дорожнім рухом. Предметом дослідження є методи статистичного аналізу, оцінювання та ранжування причин дорожньо-транспортних пригод, а також показники аварійності, тяжкості наслідків і ризику виникнення ДТП на автомобільних дорогах України.

У роботі виконано аналіз сучасного стану аварійності на автомобільному транспорті, розглянуто соціально-економічні наслідки дорожньо-транспортних пригод та обґрунтовано необхідність використання системного підходу до дослідження причин їх виникнення. Проаналізовано класифікацію дорожньо-транспортних пригод, основні групи причин аварійності та фактори, що впливають на безпеку дорожнього руху. Розглянуто існуючі методи аналізу ДТП. Сформовано структуру вихідної бази даних для аналізу ДТП, визначено систему основних абсолютних і відносних показників аварійності, запропоновано порядок розрахунку показників тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод та частки окремих причин у загальній структурі аварійності. Виконано статистичний аналіз основних причин виникнення ДТП в Україні та запропоновано підхід до їх ранжування за рівнем впливу на загальну аварійність. Окрему увагу приділено методиці розрахунку ризику виникнення ДТП за окремими причинами з урахуванням фактичного, цільового та допустимого рівнів аварійності.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 66 сторінок формату А4 та 7 аркушів формату А1 графічної частини і 7 сторінок додатків.

Ключові слова: дорожньо-транспортна пригода, автомобільна дорога, аварійність, причина ДТП, безпека дорожнього руху, ризик-аналіз, статистичний аналіз, тяжкість наслідків ДТП, управління ризиками, методика аналізу.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 4
ВСТУП 6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ 8
1.1 Стан аварійності на автомобільних дорогах України та світу 8
1.2 Класифікація дорожньо-транспортних пригод та причин їх виникнення 14
1.3 Огляд існуючих методів аналізу причин ДТП 20
1.4 Постановка задач дослідження 25
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 26
2.1 Формування вихідної бази даних для аналізу ДТП 26
2.2 Розрахунок показників аварійності та тяжкості наслідків ДТП 30
2.3 Статистичний аналіз основних причин ДТП в Україні 34
2.4 Методика розрахунку ризику виникнення ДТП за окремими причинами 38
2.5 Алгоритм комплексного аналізу причин ДТП 41
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 44
3.1 Розробка структурної схеми методики аналізу причин ДТП 44
3.2 Апробація методики на прикладі основних причин ДТП 45
3.3 Практичні рекомендації щодо зниження ризику ДТП 46
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ 51
4.1 Основні принципи та функції управління охороною праці під час аналізу ДТП 57
4.2 Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій 59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 63
БІБЛІОГРАФІЯ 65
ДОДАТКИ 67

ВСТУП

Сучасний розвиток автомобільного транспорту характеризується постійним зростанням інтенсивності руху, збільшенням кількості транспортних засобів, ускладненням дорожньо-транспортної інфраструктури та підвищенням вимог до безпеки дорожнього руху. Автомобільний транспорт забезпечує мобільність населення, перевезення вантажів, функціонування економіки та соціальної сфери, однак водночас залишається одним із найбільш небезпечних видів транспорту за кількістю дорожньо-транспортних пригод, загиблих і травмованих осіб. У зв’язку з цим проблема аналізу причин виникнення ДТП є актуальною для транспортної науки, дорожнього господарства та системи державного управління безпекою руху.

Аварійність на автомобільних дорогах України формується під впливом значної кількості взаємопов’язаних факторів. До них належать поведінка водіїв і пішоходів, перевищення безпечної швидкості, порушення правил проїзду перехресть і пішохідних переходів, недотримання дистанції, керування транспортними засобами у стані сп’яніння, технічний стан автомобілів, якість дорожнього покриття, освітлення, погодні умови та рівень організації дорожнього руху. Через це дорожньо-транспортну пригоду не можна розглядати лише як результат окремого порушення правил дорожнього руху, оскільки в більшості випадків вона є наслідком одночасної дії кількох причин і супутніх обставин.

Наявні статистичні дані про ДТП дозволяють визначити загальну кількість пригод, кількість ДТП з потерпілими, загиблих і травмованих, а також основні види та причини аварійності. Проте просте накопичення статистики не забезпечує достатньої основи для прийняття ефективних рішень щодо підвищення безпеки дорожнього руху. Для цього необхідно не лише фіксувати кількість ДТП, а й виконувати їх класифікацію, визначати частку окремих причин у загальній структурі аварійності, розраховувати показники тяжкості наслідків, встановлювати пріоритетні фактори ризику та оцінювати рівень небезпеки за окремими групами причин.

Особливої актуальності набуває застосування ризик-орієнтованого підходу до аналізу дорожньо-транспортних пригод. Такий підхід дозволяє перейти від описового аналізу аварійності до визначення тих причин, які створюють найбільшу небезпеку для учасників дорожнього руху. При цьому важливо враховувати не тільки кількість ДТП за певною причиною, а й тяжкість їх наслідків, повторюваність у часі, сезонні коливання та можливість перевищення допустимого або цільового рівня аварійності. Це дає змогу більш обґрунтовано визначати напрями профілактичних, інженерних, організаційних і контрольних заходів.

Недостатня точність традиційного аналізу ДТП суттєво ускладнює процес планування заходів з підвищення безпеки дорожнього руху. Якщо оцінювання

обмежується лише загальною кількістю пригод, то поза увагою можуть залишатися причини, які мають меншу частку у структурі аварійності, але призводять до більш тяжких наслідків. Так само причини з великою кількістю ДТП потребують додаткового аналізу, оскільки їх вплив може змінюватися залежно від пори року, дорожніх умов, інтенсивності руху та поведінки учасників дорожнього руху. Тому актуальним є формування методики, яка дозволяє поєднати статистичний аналіз, розрахунок показників тяжкості, ранжування причин і оцінювання ризику.

Актуальність теми роботи полягає у необхідності розробки такого підходу до аналізу причин дорожньо-транспортних пригод, який враховує фактичні статистичні дані, структуру аварійності, тяжкість наслідків і рівень ризику за окремими причинами. Традиційна оцінка аварійності часто дає змогу визначити лише загальну динаміку ДТП, але недостатньо швидко адаптується до зміни умов руху, сезонних факторів, перерозподілу транспортних потоків і появи нових небезпечних тенденцій. Більш ефективним є використання комплексної методики, яка дозволяє не тільки аналізувати минулі ДТП, а й визначати пріоритетні напрями зниження ризику їх виникнення.

Метою роботи є розробка методики аналізу причин виникнення дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах України з урахуванням статистичних показників аварійності, тяжкості наслідків, структури основних причин і рівня ризику за окремими групами факторів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі дослідження:

1) визначити основні фактори, що впливають на виникнення дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах України;
2) сформувати структуру вихідної бази даних для аналізу ДТП за видами пригод, причинами, часовими параметрами та наслідками;
3) обґрунтувати систему показників для оцінювання аварійності та тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод;
4) виконати статистичний аналіз основних причин виникнення ДТП та визначити їх частку у загальній структурі аварійності;
5) застосувати метод ранжування причин ДТП для виділення факторів, що формують найбільший внесок у загальний рівень аварійності;
6) розробити підхід до оцінювання ризику виникнення ДТП за окремими групами причин;
7) сформувати алгоритм комплексного аналізу причин дорожньо-транспортних пригод.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Стан аварійності на автомобільних дорогах України та світу

Автомобільний транспорт є однією з найважливіших складових сучасної транспортної системи, оскільки забезпечує мобільність населення, перевезення вантажів, функціонування виробничих, соціальних і логістичних процесів. Водночас саме автомобільний транспорт залишається одним із найбільш небезпечних видів транспорту з погляду кількості дорожньо-транспортних пригод, загиблих і травмованих осіб. На відміну від залізничного, авіаційного чи водного транспорту, автомобільний рух характеризується значно більшою кількістю учасників, високою щільністю транспортних потоків, різноманітністю дорожніх умов, неоднорідністю транспортних засобів і постійною взаємодією водіїв, пішоходів, велосипедистів та інших учасників руху. Саме тому проблема аварійності на автомобільних дорогах має комплексний характер і потребує системного науково обґрунтованого аналізу.

Безпека дорожнього руху є комплексною категорією, що включає:

а) відсутність аварійності дорожнього транспорту;

б) мінімізацію (або відсутність) дорожньо-транспортних пригод;

в) підвищення екологічної безпеки дорожнього руху.

Дорожньо-транспортна пригода — це подія, що виникає під час руху транспортного засобу на дорозі та з його участю, яка призводить до загибелі або поранення людей, пошкодження транспортних засобів, вантажів чи завдає іншої матеріальної шкоди. Учасниками ДТП є водії, пасажири та пішоходи. Дорожньо-транспортні пригоди є не лише технічною або організаційною проблемою транспортної галузі, а й важливою соціально-економічною проблемою. Наслідками ДТП є загибель і травмування людей, пошкодження транспортних засобів, руйнування елементів дорожньої інфраструктури, затримки руху, додаткові витрати на медичну допомогу, страхові виплати, ремонтні роботи та ліквідацію наслідків аварій. Особливо значними є непрямі втрати, пов’язані з тимчасовою або постійною втратою працездатності постраждалих, зниженням продуктивності праці, соціальним навантаженням на сім’ї потерпілих і державу. Тому рівень аварійності є одним із ключових показників ефективності функціонування автомобільної транспортної системи.

У світовій практиці безпека дорожнього руху розглядається як один із пріоритетних напрямів державної транспортної політики. Щороку у світі внаслідок дорожньо-транспортних пригод гине понад один мільйон осіб, а десятки мільйонів отримують травми різного ступеня тяжкості [1]. Особливо небезпечною є ситуація для вразливих учасників дорожнього руху, до яких належать пішоходи, велосипедисти, водії мототранспорту, діти та люди похилого віку. У багатьох країнах саме ці категорії становлять значну частку загиблих і травмованих у ДТП. Це пояснюється тим, що вони мають мінімальний

фізичний захист під час зіткнення з транспортним засобом, а наслідки навіть відносно невеликої швидкості руху автомобіля для них можуть бути критичними.

У розвинених країнах протягом останніх десятиліть сформувався перехід від традиційного підходу до безпеки дорожнього руху, що базувався переважно на контролі дотримання правил дорожнього руху, до системного підходу, який враховує взаємодію людини, транспортного засобу, дороги, швидкісного режиму, середовища руху та системи управління [2]. У межах такого підходу визнається, що людина може помилятися, однак дорожня система повинна бути організована таким чином, щоб помилка учасника руху не призводила до загибелі або тяжкого травмування. Саме тому в сучасних стратегіях безпеки дорожнього руху велике значення надається безпечній інфраструктурі, обмеженню швидкості, технічній справності транспортних засобів, автоматизованому контролю, якісному проєктуванню перехресть, пішохідних переходів і зон з інтенсивним рухом.

Наразі найбільш небезпечним способом пересування в Україні є автомобіль. Найбільше дорожньо-транспортних пригод (ДТП) відбуваються за участю автомобілів. Так, згідно з даними Національної поліції України, у 2024 році в Україні було скоєно 18 628 ДТП, у результаті яких загинуло 2791 людина та було травмовано 23145 людей. У 2025 році сталося 15041 ДТП, у результаті яких загинули 1870 осіб і травмувалися 18986. Це пов’язано з низьким технічним станом транспортних засобів, невідповідністю дорожньої мережі міста фактичній інтенсивності транспортних потоків, а також високими темпами автомобілізації. Але ситуація з аварійністю значною мірою залежить від рівня підготовки учасників дорожнього руху, особливо водіїв, і їхнього ставлення до дотримання чинних правил.

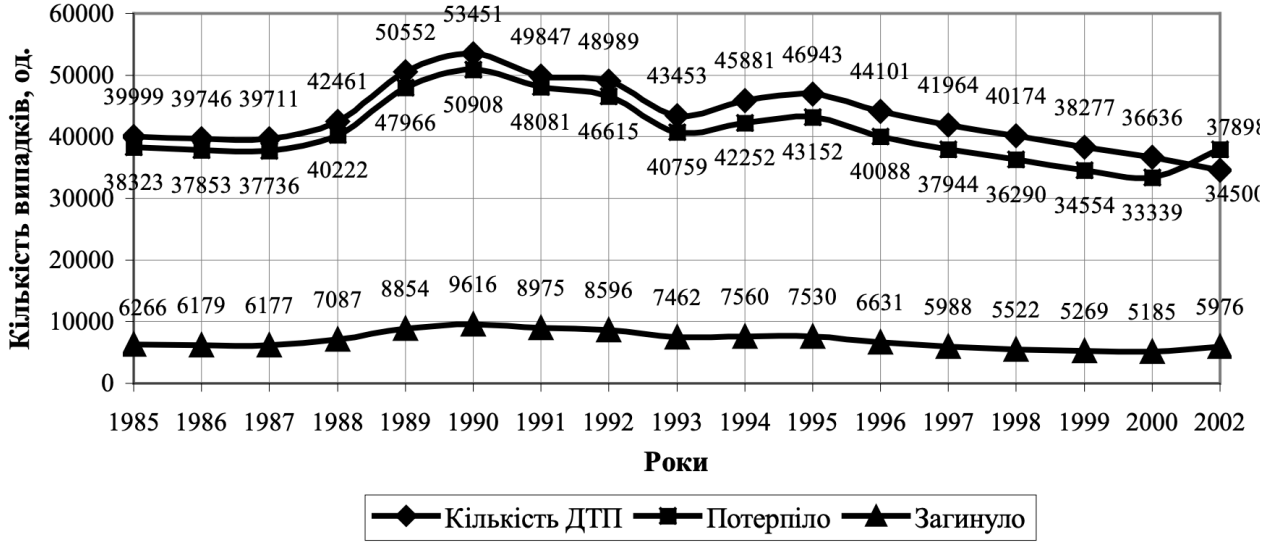


Рисунок 1.1 – Динаміка кількості дорожньо-транспортних пригод в Україні за роками.

В Україні дорожньо-транспортні пригоди найчастіше пов’язані з поведінковими факторами, серед яких провідне місце займають перевищення безпечної швидкості, порушення правил маневрування, недотримання дистанції, порушення правил проїзду перехресть і пішохідних переходів, керування транспортними засобами у стані сп’яніння, порушення правил обгону та виїзд на смугу зустрічного руху. Такі причини мають різний характер впливу на аварійність. Одні з них формують значну кількість ДТП, але не завжди призводять до тяжких наслідків, інші можуть траплятися рідше, однак супроводжуються високою ймовірністю загибелі або тяжкого травмування учасників руху. Тому для повноцінного аналізу аварійності недостатньо враховувати лише загальну кількість ДТП. Необхідно також оцінювати структуру причин, тяжкість наслідків, частку ДТП з потерпілими, кількість загиблих і травмованих, а також рівень ризику за кожною групою причин.

Таблиця 1.1 – Основні складові оцінювання стану аварійності на автомобільних дорогах

Складова оцінювання	**Зміст показника**	**Значення для аналізу ДТП**
Загальна кількість ДТП	Кількість зареєстрованих дорожньо-транспортних пригод за певний період	Характеризує загальний рівень аварійності на транспортній мережі
ДТП з потерпілими	Кількість пригод, у яких є загиблі або травмовані особи	Дозволяє оцінити соціальну небезпеку аварійності
Кількість загиблих	Число осіб, які загинули внаслідок ДТП	Є основним показником смертельного ризику дорожнього руху
Кількість травмованих	Число осіб, які отримали травми внаслідок ДТП	Характеризує медико-соціальні наслідки аварійності
Причини ДТП	Фактори, що безпосередньо або опосередковано призвели до пригоди	Дозволяють визначити напрями профілактичних заходів
Вид ДТП	Зіткнення, наїзд на пішохода, перекидання, наїзд на перешкоду тощо	Дозволяє оцінити характер аварійних ситуацій
Тяжкість наслідків	Співвідношення кількості постраждалих, загиблих і травмованих до кількості ДТП	Показує, наскільки небезпечними є окремі групи пригод
Рівень ризику	Узагальнена оцінка ймовірності ДТП та тяжкості її наслідків	Використовується для пріоритезації причин і заходів впливу

Аналіз стану аварійності в Україні свідчить, що кількість ДТП і тяжкість їх наслідків мають нерівномірний характер у часі та просторі. Рівень аварійності залежить від інтенсивності руху, типу дороги, геометричних параметрів проїзної частини, наявності розділювальної смуги, стану покриття, освітлення, погодних умов, організації дорожнього руху та поведінки учасників руху. На

магістральних автомобільних дорогах значну небезпеку становлять ДТП, пов’язані з високою швидкістю руху, виїздом на смугу зустрічного руху, обгоном і зіткненням транспортних засобів. У межах населених пунктів більш характерними є ДТП за участю пішоходів, велосипедистів, громадського транспорту, а також аварії на перехрестях, пішохідних переходах і ділянках із високою щільністю маневрування.

Особливе значення для аналізу аварійності має швидкісний фактор. Перевищення безпечної швидкості або вибір швидкості, що не відповідає дорожнім умовам, є однією з найнебезпечніших причин ДТП, оскільки безпосередньо впливає як на ймовірність виникнення аварійної ситуації, так і на тяжкість її наслідків. Зі збільшенням швидкості зростає гальмівний шлях, зменшується час на прийняття рішення водієм, підвищується кінетична енергія зіткнення, а отже збільшується ймовірність загибелі або тяжкого травмування. Саме тому у світовій практиці управління швидкістю розглядається як один із ключових інструментів зниження смертності на дорогах.

Важливим напрямом аналізу є дослідження ДТП за участю пішоходів. Пішоходи є однією з найбільш уразливих категорій учасників дорожнього руху, а ДТП з їх участю часто мають тяжкі наслідки. Основними причинами таких пригод є порушення правил проїзду пішохідних переходів, перехід проїзної частини у невстановленому місці, недостатня видимість пішоходів у темну пору доби, відсутність або незадовільний стан освітлення, перевищення швидкості транспортними засобами в зонах пішохідної активності. Для України ця проблема є особливо актуальною через значну кількість нерегульованих пішохідних переходів, недостатню кількість острівців безпеки, нерівномірну якість освітлення та недосконалу організацію руху на окремих ділянках вулично-дорожньої мережі.

Не менш важливою є проблема аварійності на перехрестях. Перехрестя є конфліктними точками дорожньої мережі, де перетинаються транспортні та пішохідні потоки. Саме тут часто виникають ДТП через порушення правил проїзду, недотримання вимог сигналів світлофора, неправильний вибір смуги руху, помилки під час повороту, недостатню оглядовість, перевантаження транспортних потоків або неузгодженість режимів світлофорного регулювання. У таких умовах для зниження аварійності важливим є не лише контроль поведінки водіїв, а й удосконалення організації руху, оптимізація фаз світлофорного регулювання, каналізування транспортних потоків і забезпечення безпечних умов для пішоходів.

Стан аварійності також суттєво залежить від сезонних і добових факторів. У темну пору доби, в умовах дощу, туману, снігу, ожеледиці або недостатньої видимості ризик виникнення ДТП зростає. Водії можуть неправильно оцінювати дорожню ситуацію, обирати швидкість, що не відповідає умовам руху, або несвоєчасно реагувати на появу перешкод. У зимовий період додаткову

небезпеку створюють слизьке покриття, збільшення гальмівного шляху, обмеження оглядовості через снігові вали або забруднення дорожніх знаків і розмітки. У літній період зростання інтенсивності руху, збільшення кількості поїздок на великі відстані та підвищення швидкісних режимів на міжміських дорогах також можуть призводити до зростання аварійності.

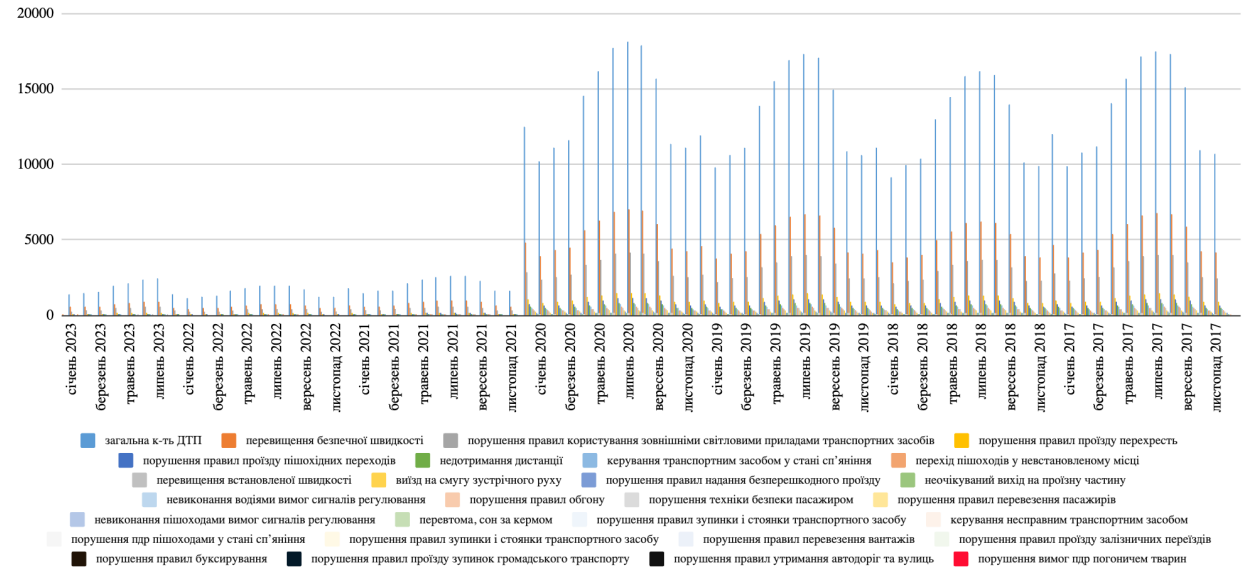


Рисунок 1.2 – Структура факторів, що впливають на виникнення ДТП у системі людина – автомобіль – дорога – середовище – управління.

Узагальнено стан аварійності на автомобільних дорогах можна розглядати як результат взаємодії п'яти основних груп факторів: людського, транспортного, дорожнього, середовищного та організаційного. Людський фактор пов'язаний з поведінкою водіїв, пішоходів та інших учасників руху. Транспортний фактор охоплює технічний стан автомобілів, наявність систем активної і пасивної безпеки, справність гальмівної системи, шин, освітлювальних приладів. Дорожній фактор визначається геометрією дороги, станом покриття, наявністю розмітки, знаків, бар'єрного огородження, освітлення та елементів заспокоєння руху. Середовищний фактор включає погодні умови, освітленість, видимість, сезонні зміни та стан навколишнього середовища. Організаційний фактор пов'язаний з якістю управління дорожнім рухом, ефективністю контролю, плануванням заходів безпеки та рівнем інформаційного забезпечення відповідальних служб.

Таблиця 1.2 – Основні групи факторів, що впливають на стан аварійності

Група факторів	**Основні прояви**	**Приклади впливу на аварійність**
Людський фактор	Помилки водіїв і пішоходів, порушення ПДР, втома, неуважність, агресивне керування	Перевищення швидкості, недотримання дистанції, проїзд на заборонний сигнал, перехід дороги у невстановленому місці

Транспортний фактор	Технічний стан транспортного засобу, несправність систем безпеки, зношені шини	Збільшення гальмівного шляху, втрата керованості, погіршення видимості транспортного засобу
Дорожній фактор	Стан покриття, геометрія дороги, розмітка, знаки, освітлення, огородження	Виникнення небезпечних маневрів, погіршення видимості, підвищення ризику зіткнення або наїзду
Середовищний фактор	Погодні умови, темна пора доби, туман, ожеледиця, опади	Зниження коефіцієнта зчеплення, погіршення оглядовості, збільшення часу реакції
Організаційний фактор	Схема організації руху, світлофорне регулювання, контроль швидкості, профілактика порушень	Накопичення конфліктних точок, перевантаження перехресть, недостатня ефективність попереджувальних заходів

На сучасному етапі для України важливим є перехід від переважно описового аналізу аварійності до ризик-орієнтованого управління безпекою дорожнього руху. Традиційна статистика дозволяє визначити кількість ДТП, загиблих і травмованих, однак вона не завжди дає змогу встановити, які саме причини потребують першочергового втручання. Наприклад, певна причина може мати найбільшу частку в загальній кількості ДТП, але не бути найбільш небезпечною за тяжкістю наслідків. Інша причина може траплятися рідше, але призводити до значно більшої кількості загиблих. Тому методика аналізу причин ДТП повинна поєднувати кількісну оцінку частоти пригод, аналіз тяжкості наслідків і визначення рівня ризику.

Ризик-орієнтований підхід дозволяє не лише описати поточний стан аварійності, а й сформувати основу для прийняття управлінських рішень. Його суть полягає у визначенні найбільш небезпечних причин ДТП, оцінюванні ймовірності їх виникнення, аналізі можливих наслідків і встановленні пріоритетності заходів впливу. Такий підхід є особливо важливим в умовах обмежених ресурсів, коли неможливо одночасно реалізувати всі заходи з підвищення безпеки дорожнього руху. У такому випадку першочергово мають усуватися ті фактори, які формують найбільший ризик загибелі, травмування або виникнення значної кількості ДТП.

Для побудови ефективної методики аналізу причин ДТП необхідно враховувати не лише абсолютні статистичні показники, а й відносні характеристики аварійності. До таких характеристик належать частка окремих причин у загальній кількості ДТП, частка ДТП з потерпілими, коефіцієнт тяжкості, коефіцієнт смертності, частота ДТП за періодами часу, питома аварійність на окремих ділянках доріг або в межах певних адміністративних територій. Поєднання цих показників дозволяє більш точно оцінити реальний стан безпеки дорожнього руху та визначити, які причини є найбільш критичними.

1.2 Класифікація дорожньо-транспортних пригод та причин їх виникнення

Дорожньо-транспортна пригода є складною подією, що виникає у процесі руху транспортного засобу та супроводжується порушенням нормального функціонування дорожньо-транспортної системи. Її наслідками можуть бути загибель або травмування людей, пошкодження транспортних засобів, вантажів, дорожніх споруд, елементів інфраструктури або інші матеріальні збитки. З інженерної точки зору ДТП необхідно розглядати не як випадкову ізольовану подію, а як результат взаємодії кількох факторів, пов’язаних із поведінкою учасників руху, технічним станом транспортного засобу, параметрами дороги, умовами навколишнього середовища та організацією дорожнього руху [3].

Класифікація дорожньо-транспортних пригод має важливе значення для подальшого аналізу аварійності, оскільки дозволяє систематизувати події за характером їх виникнення, наслідками, причинами та умовами, у яких вони сталися [4]. Найбільш поширеним підходом є класифікація ДТП за видом пригоди. Такий підхід дає змогу встановити, яким чином відбулася аварійна подія та які об’єкти дорожнього середовища або учасники руху були залучені до неї. До основних видів ДТП належать зіткнення транспортних засобів, наїзд на транспортний засіб, що стоїть, наїзд на перешкоду, наїзд на пішохода, перекидання транспортного засобу, наїзд на велосипедиста, падіння пасажира, падіння вантажу, наїзд на тварину та інші події. Кожен із цих видів має власний механізм виникнення та потребує окремого підходу до аналізу.

Зіткнення транспортних засобів є одним із найбільш поширених видів ДТП. Вони виникають унаслідок порушення правил маневрування, недотримання дистанції, перевищення безпечної швидкості, неправильного обгону, виїзду на смугу зустрічного руху або порушення правил проїзду перехресть. Такі пригоди характерні як для міських вулиць, так і для автомобільних доріг загального користування. У міських умовах зіткнення часто пов’язані з високою щільністю транспортного потоку, частими маневрами, перестроюванням, проїздом перехресть і зупинками громадського транспорту. На позаміських дорогах вони частіше пов’язані з високими швидкостями, обгоном, втратою контролю над транспортним засобом або виїздом на зустрічну смугу.

Наїзд на пішохода є особливо небезпечним видом ДТП, оскільки пішохід практично не має фізичного захисту під час контакту з транспортним засобом. Наслідки таких пригод значною мірою залежать від швидкості автомобіля, місця наїзду, освітленості дороги, видимості, наявності пішохідного переходу, поведінки водія та самого пішохода. Наїзди на пішоходів часто трапляються на нерегульованих пішохідних переходах, у місцях недостатньої видимості, у темну пору доби, поблизу зупинок громадського транспорту, шкіл, торговельних об’єктів і житлових зон. Для таких ДТП важливим є не лише аналіз порушення

правил дорожнього руху, а й аналіз дорожнього середовища, оскільки відсутність освітлення, розмітки, острівців безпеки або засобів заспокоєння руху може суттєво підвищувати ризик наїзду.

Наїзд на перешкоду або транспортний засіб, що стоїть, найчастіше виникає внаслідок неуважності водія, перевищення швидкості, недотримання безпечної дистанції, несправності транспортного засобу, незадовільного стану дорожнього покриття або обмеженої видимості. Такі пригоди можуть свідчити про проблеми з організацією дорожнього руху, недостатнє освітлення, відсутність попереджувальних знаків, небезпечне розміщення припаркованого транспорту або невідповідність швидкісного режиму фактичним умовам руху.

Перекидання транспортного засобу зазвичай є наслідком втрати стійкості під час руху. Воно може виникати при різкому маневруванні, перевищенні швидкості на кривих ділянках дороги, наїзді на перешкоду, з'їзді з проїзної частини, русі по слизькому покриттю або внаслідок конструктивних особливостей транспортного засобу. Такі ДТП часто мають тяжкі наслідки, особливо для пасажирського транспорту, вантажних автомобілів, мікроавтобусів і транспортних засобів із високим центром мас.

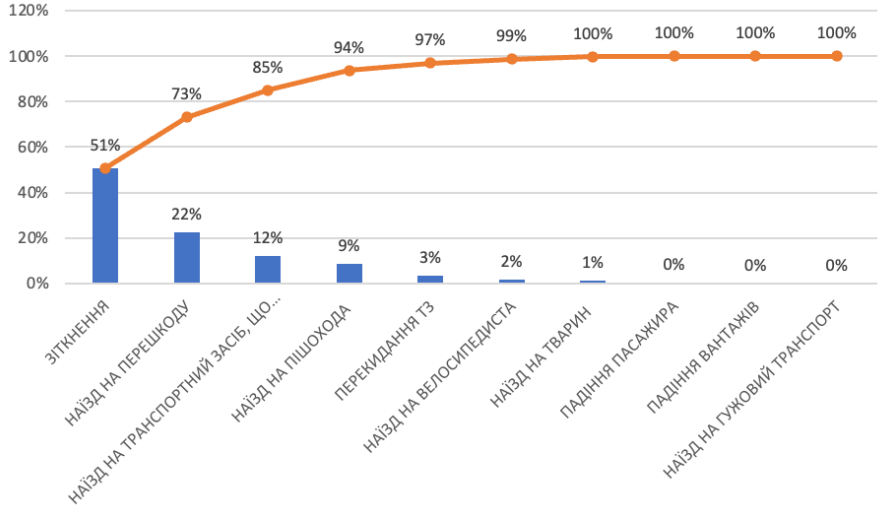


Рисунок 1.3 – Структура дорожньо-транспортних пригод за видами подій.

Таблиця 1.3 – Класифікація дорожньо-транспортних пригод за видом події

Вид ДТП	**Характеристика події**	**Типові умови виникнення**
Зіткнення транспортних засобів	Взаємний контакт двох або більше транспортних засобів під час руху	Перехрестя, смуги зустрічного руху, ділянки обгону, щільний транспортний потік
Наїзд на транспортний засіб, що стоїть	Зіткнення з нерухомим транспортним засобом	Узбіччя, місця паркування, зупинки, аварійні ділянки
Наїзд на перешкоду	Контакт транспортного засобу з нерухомим об'єктом дорожнього середовища	Опори, огородження, дерева, дорожні споруди

Наїзд на пішохода	Контакт транспортного засобу з пішоходом	Пішохідні переходи, зупинки, житлові зони, ділянки без освітлення
Перекидання транспортного засобу	Втрата стійкості транспортного засобу з подальшим перекиданням	Криві ділянки, узбіччя, спуски, дороги зі слизьким покриттям
Наїзд на велосипедиста	Контакт транспортного засобу з велосипедистом	Міські вулиці, перехрестя, узбіччя, ділянки без велоінфраструктури
Падіння пасажира	Травмування пасажира під час руху або посадки і висадки	Громадський транспорт, зупинки, різке гальмування
Інші види ДТП	Події, що не входять до основних груп	Специфічні дорожні або експлуатаційні умови

Окрім класифікації за видом пригоди, важливе значення має класифікація ДТП за тяжкістю наслідків. За цією ознакою ДТП можна поділити на пригоди без потерпілих, ДТП з травмованими особами та ДТП із загиблими. ДТП без потерпілих переважно призводять до матеріальних збитків, пошкодження транспортних засобів або елементів інфраструктури. Вони мають важливе значення для оцінки загального рівня аварійності, однак їх соціальні наслідки є менш критичними порівняно з ДТП, у яких є загиблі або травмовані. ДТП з потерпілими становлять більшу небезпеку, оскільки безпосередньо пов’язані з людськими втратами, витратами на медичну допомогу, реабілітацію та соціальну підтримку. Найбільш критичною категорією є ДТП із загиблими, оскільки вони свідчать про наявність факторів, які призводять до незворотних наслідків і потребують першочергового аналізу.

За місцем виникнення ДТП поділяють на пригоди в межах населених пунктів і поза їх межами. У межах населених пунктів дорожній рух характеризується великою кількістю конфліктних точок, наявністю пішоходів, велосипедистів, громадського транспорту, перехресть, пішохідних переходів, зупинок і місць паркування. Тому для таких умов типовими є наїзди на пішоходів, зіткнення на перехрестях, наїзди на транспортні засоби, що стоять, та пригоди, пов’язані з маневруванням. Поза межами населених пунктів більшу роль відіграють швидкісний режим, геометрія дороги, обгін, виїзд на зустрічну смугу, стан покриття, видимість і втома водія. Такі ДТП часто мають тяжчі наслідки через вищі швидкості руху.

За дорожніми умовами ДТП можуть класифікуватися залежно від типу дороги, стану покриття, освітлення, наявності розмітки, дорожніх знаків, бар’єрного огородження та організації руху. Ця класифікація є важливою для інженерного аналізу, оскільки дозволяє виявити ділянки, де аварійність може бути пов’язана не лише з поведінкою учасників руху, а й з недоліками дорожньої інфраструктури. До таких недоліків належать недостатня ширина проїзної частини, небезпечні радіуси кривих, відсутність розділення транспортних потоків, незадовільний стан узбіч, недостатня видимість на перехрестях,

відсутність освітлення на пішохідних переходах або невідповідність дорожньої розмітки фактичним умовам руху.

За часом виникнення ДТП доцільно аналізувати за роками, місяцями, днями тижня та годинами доби. Такий аналіз дозволяє виявляти сезонні, тижневі та добові закономірності аварійності. У зимовий період збільшується вплив слизького покриття, ожеледиці, снігу та обмеженої видимості. У літній період зростає інтенсивність руху на міжміських дорогах, збільшується кількість поїздок на великі відстані та підвищується ризик ДТП, пов'язаних із перевищенням швидкості. За годинами доби аварійність часто зростає у періоди пікових транспортних навантажень, а тяжкість наслідків може збільшуватися в темну пору доби через недостатню видимість і вищу швидкість руху на менш завантажених ділянках.

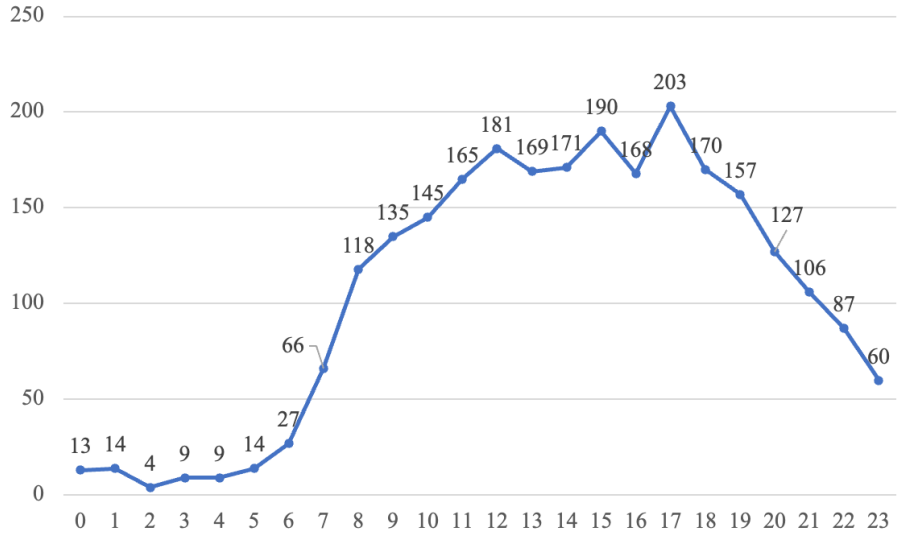


Рисунок 1.4 – Розподіл ДТП за часом доби.

Класифікація причин виникнення ДТП є більш складною, ніж класифікація самих пригод, оскільки одна ДТП часто має не одну, а кілька взаємопов'язаних причин. Наприклад, зіткнення на перехресті може бути зумовлене перевищенням швидкості, неуважністю водія, неправильною оцінкою дорожньої ситуації, недостатньою видимістю дорожніх знаків або недосконалим світлофорним регулюванням. Тому під час аналізу необхідно розрізняти безпосередню причину ДТП і фактори, які створили умови для її виникнення. Безпосередня причина описує дію або подію, що призвела до аварії, тоді як супутні фактори пояснюють, чому ця дія стала можливою або чому її наслідки були тяжкими.

Окрім показників динаміки та структури ДТП, значущими є абсолютні та відносні показники тяжкості ДТП. Абсолютні показники включають кількість загиблих та поранених у ДТП. До відносних показників належить коефіцієнт тяжкості ДТП (співвідношення кількості постраждалих до кількості ДТП з постраждалими), коефіцієнт смертності в ДТП (співвідношення кількості загиблих до кількості ДТП з постраждалими), загальний коефіцієнт тяжкості ДТП (співвідношення кількості постраждалих до кількості зареєстрованих ДТП).

У загальному вигляді причини ДТП можна поділити на п’ять основних груп: причини, пов’язані з діями водія; причини, пов’язані з діями пішоходів та інших учасників руху; причини, пов’язані з технічним станом транспортного засобу; причини, пов’язані з дорожніми умовами; причини, пов’язані з організацією дорожнього руху та зовнішнім середовищем [4]. Найбільшу частку в структурі аварійності зазвичай формують порушення правил дорожнього руху водіями. До них належать перевищення безпечної швидкості, недотримання дистанції, порушення правил маневрування, порушення правил проїзду перехресть, порушення правил обгону, виїзд на смугу зустрічного руху, керування у стані сп’яніння, невиконання вимог сигналів регулювання та дорожніх знаків.

Таблиця 1.4 – Класифікація причин виникнення дорожньо-транспортних пригод

Група причин	**Зміст групи**	**Типові приклади**
Причини, пов’язані з водієм	Помилки або свідомі порушення правил дорожнього руху водієм	Перевищення швидкості, недотримання дистанції, порушення правил обгону, керування у стані сп’яніння
Причини, пов’язані з пішоходами	Небезпечна поведінка пішоходів або порушення правил переходу дороги	Перехід у невстановленому місці, раптовий вихід на дорогу, ігнорування сигналів світлофора
Технічні причини	Несправність або неналежний технічний стан транспортного засобу	Несправні гальма, зношені шини, несправні світлові прилади
Дорожні причини	Недоліки стану або параметрів автомобільної дороги	Ямковість, колійність, слизьке покриття, недостатня видимість, відсутність освітлення
Організаційні причини	Недоліки схеми організації дорожнього руху та контролю	Невдале світлофорне регулювання, небезпечна організація перехресть, відсутність заспокоєння руху
Середовищні причини	Вплив погодних, сезонних і добових умов	Туман, дощ, сніг, ожеледиця, темна пора доби

У межах розробки методики аналізу причин ДТП особливу увагу необхідно приділити причинам, які мають найбільший внесок у загальну аварійність. За результатами попередніх досліджень до таких причин належать перевищення безпечної швидкості, порушення правил користування зовнішніми світловими приладами транспортних засобів, порушення правил проїзду перехресть, порушення правил проїзду пішохідних переходів, недотримання дистанції та керування транспортним засобом у стані сп’яніння. Ці причини є пріоритетними для подальшого дослідження, оскільки саме вони формують основний масив дорожньо-транспортних пригод і мають безпосередній зв’язок із тяжкістю їх наслідків.

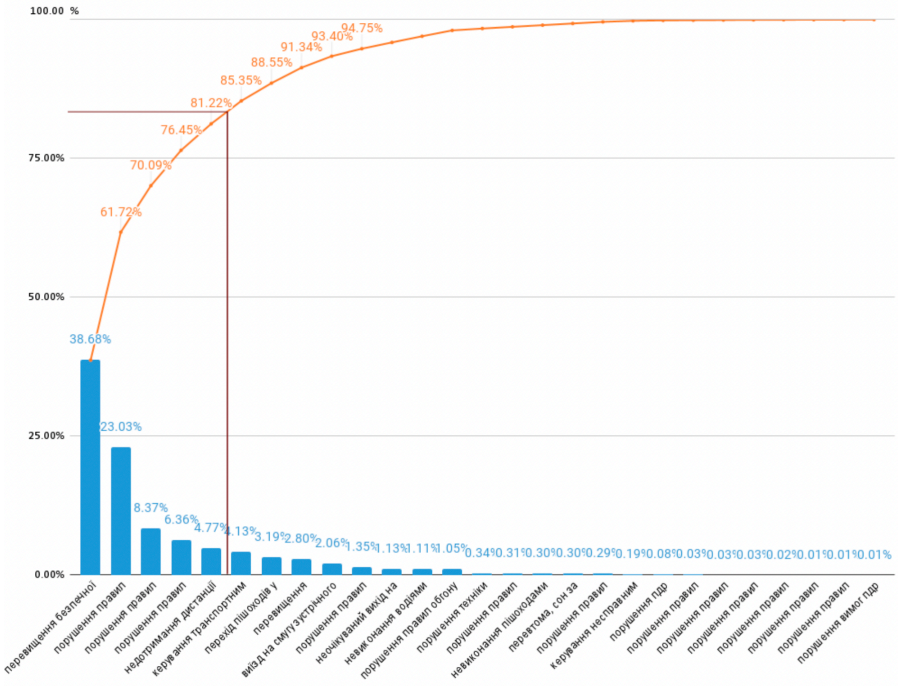


Рисунок 1.5 – Основні причини скоєння ДТП в Україні.

Для подальшого ризик-аналізу важливо не лише зафіксувати окремі причини ДТП, а й встановити їхню відносну значущість. Причина вважається пріоритетною для аналізу тоді, коли вона має високу частку у загальній кількості ДТП, пов’язана з великою кількістю загиблих або травмованих, має тенденцію до зростання або регулярно перевищує допустимий рівень ризику. Саме поєднання частоти виникнення і тяжкості наслідків дозволяє об’єктивно визначити, які фактори потребують першочергових управлінських, інженерних або організаційних заходів.

Таблиця 1.5 – Пріоритетні причини ДТП для подальшого ризик-аналізу

Причина ДТП	**Характер впливу на аварійність**	**Доцільний напрям подальшого аналізу**
Перевищення безпечної швидкості	Підвищує ймовірність ДТП і значно збільшує тяжкість наслідків	Аналіз швидкісних режимів, аварійних ділянок, сезонної та помісячної динаміки
Порушення правил проїзду перехресть	Формує аварійність у місцях перетину транспортних потоків	Аналіз конфліктних точок, світлофорного регулювання, інтенсивності руху
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	Створює високий ризик травмування і загибелі пішоходів	Аналіз освітлення, видимості, швидкості, облаштування переходів
Недотримання дистанції	Спричиняє попутні зіткнення у щільному транспортному потоці	Аналіз інтенсивності руху, погодних умов, швидкості та поведінки водіїв
Керування у стані сп’яніння	Має високий рівень небезпеки через втрату контролю та неадекватну реакцію водія	Аналіз часових періодів, місць концентрації таких ДТП, ефективності контролю

Порушення правил користування світловими приладами	Погіршує видимість транспортних засобів і розпізнавання маневрів	Аналіз ДТП у темну пору доби, за несприятливих погодних умов і на неосвітлених ділянках

1.3 Огляд існуючих методів аналізу причин ДТП

Аналіз причин дорожньо-транспортних пригод є одним із ключових етапів підвищення безпеки дорожнього руху, оскільки саме він дозволяє перейти від простого фіксування аварійних подій до виявлення закономірностей їх виникнення. Для автомобільного транспорту характерна велика кількість взаємопов’язаних факторів, які можуть призводити до ДТП. До них належать поведінка водія, дії пішоходів, технічний стан транспортного засобу, дорожні умови, швидкісний режим, інтенсивність руху, погодні фактори, стан організації дорожнього руху та якість контролю за дотриманням правил [3]. Тому аналіз причин ДТП не може обмежуватися лише встановленням одного порушення правил дорожнього руху. Він повинен враховувати комплекс умов, у яких виникла аварійна ситуація, а також оцінювати взаємозв’язок між причиною, видом ДТП і тяжкістю її наслідків.

У практиці дослідження аварійності застосовується декілька основних груп методів аналізу причин ДТП [4]. Найпоширенішими є статистичні методи, методи групування та класифікації, аналіз часових рядів, просторовий аналіз, коефіцієнтний аналіз тяжкості наслідків, Парето-аналіз, причинно-наслідковий аналіз, експертні методи, методи ризик-аналізу та прогнозні методи.

Найбільш базовим і поширеним є статистичний метод аналізу ДТП. Його сутність полягає у зборі, систематизації та кількісному опрацюванні даних про дорожньо-транспортні пригоди за певний період. Для цього використовують показники загальної кількості ДТП, кількості ДТП з потерпілими, кількості загиблих і травмованих, видів пригод, причин ДТП, часу та місця їх виникнення. Статистичний метод дозволяє встановити загальний рівень аварійності, визначити динаміку її зміни, порівняти окремі періоди, території або категорії доріг, а також виявити найбільш поширені причини ДТП. Однак цей метод має й певні обмеження. Статистика фіксує вже наявні ДТП, тобто відображає наслідки аварійності, але не завжди дає змогу повністю пояснити механізм їх виникнення. Крім того, якість статистичного аналізу залежить від повноти, достовірності та деталізації вихідних даних. Якщо причини ДТП у базі даних подані надто узагальнено або непослідовно, це ускладнює подальше формування ефективних заходів безпеки.

У межах статистичного підходу важливе місце займає метод групування ДТП. Він полягає у розподілі дорожньо-транспортних пригод за окремими ознаками: видом пригоди, причиною, місцем виникнення, часом доби, місяцем, категорією дороги, типом учасників руху, тяжкістю наслідків. Такий метод дозволяє перейти від загальної кількості ДТП до більш детального аналізу їх

структури. Метод групування особливо важливий для розробки практичних рекомендацій. Якщо в структурі ДТП переважають зіткнення транспортних засобів, доцільно аналізувати дистанцію, маневрування, швидкість, організацію руху на перехрестях і ділянках перестроювання. Якщо значну частку становлять наїзди на пішоходів, першочергову увагу потрібно приділяти пішохідним переходам, освітленню, швидкісному режиму, видимості та поведінці пішоходів.

Для дослідження зміни аварійності в часі застосовується аналіз динаміки або аналіз часових рядів. Його сутність полягає у вивченні зміни кількості ДТП, загиблих, травмованих або окремих причин ДТП за роками, місяцями, днями тижня чи годинами доби. Такий підхід дозволяє виявити загальні тенденції, сезонні коливання, періоди підвищеного ризику та часові інтервали, у які ймовірність виникнення ДТП є найбільшою. Аналіз часових рядів має важливе значення для організації профілактичних заходів. Якщо встановлено, що певна причина ДТП має виражене сезонне зростання, заходи контролю та попередження можуть бути посилені саме в ці періоди. Якщо значна кількість ДТП виникає у вечірні години, це може свідчити про потребу покращення освітлення, підвищення видимості пішохідних переходів, посилення контролю швидкості або коригування роботи світлофорних об’єктів.

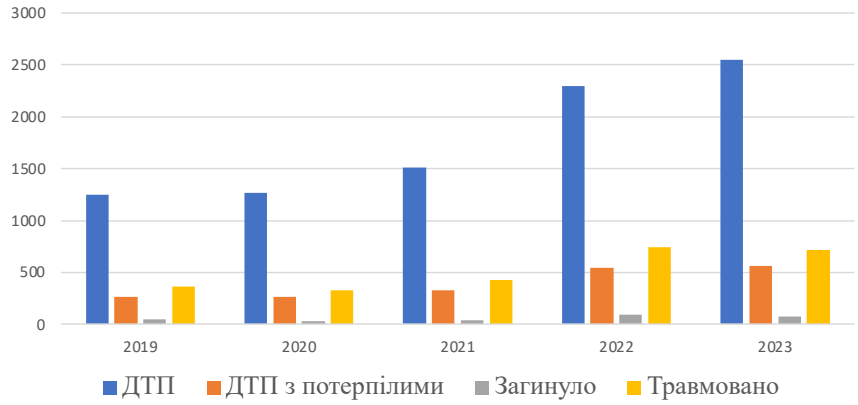


Рисунок 1.6 – Динаміка дорожньо-транспортних пригод та їх наслідків.

Окремим напрямом є просторовий аналіз ДТП, який передбачає дослідження розподілу аварійності на території або вздовж автомобільної дороги. Його завданням є визначення місць концентрації ДТП, аварійно-небезпечних ділянок, небезпечних перехресть, пішохідних переходів, кривих, підйомів, спусків або ділянок із недостатньою видимістю. Просторовий аналіз може виконуватися за адміністративними одиницями, населеними пунктами, автомобільними дорогами, кілометровими ділянками або конкретними транспортними вузлами. У сучасних умовах просторовий аналіз дедалі частіше поєднується з геоінформаційними системами. Це дозволяє відображати ДТП на електронних картах, аналізувати їх концентрацію, поєднувати дані про аварійність із характеристиками дорожньої мережі, інтенсивністю руху, розміщенням пішохідних переходів, зупинок громадського транспорту, шкіл,

лікарень та інших об’єктів тяжіння. Такий підхід є перспективним для України, оскільки дає змогу створювати карти ризику та приймати більш обґрунтовані рішення щодо підвищення безпеки дорожнього руху.

Для оцінювання не лише кількості ДТП, а й тяжкості їх наслідків застосовується коефіцієнтний аналіз. Його сутність полягає у розрахунку відносних показників, які характеризують співвідношення між кількістю ДТП, кількістю ДТП з потерпілими, загиблими та травмованими. До таких показників належать коефіцієнт тяжкості ДТП, коефіцієнт смертності, частка ДТП з потерпілими, кількість травмованих на одну ДТП з потерпілими, кількість загиблих на одну ДТП з потерпілими. Коефіцієнтний аналіз є важливим тому, що не всі причини ДТП однаково небезпечні за наслідками. Наприклад, недотримання дистанції може формувати значну кількість попутних зіткнень, але частина таких пригод може мати переважно матеріальні наслідки. Водночас виїзд на смугу зустрічного руху або наїзд на пішохода можуть траплятися рідше, але супроводжуватися значно вищим рівнем смертності.

Для більш глибокого розуміння механізму виникнення ДТП застосовується причинно-наслідковий аналіз. Його сутність полягає у встановленні зв’язків між аварійною подією, безпосередньою причиною, супутніми факторами та наслідками. Такий аналіз дозволяє розглядати ДТП не лише як результат порушення правил дорожнього руху, а як наслідок сукупності умов. Наприклад, наїзд на пішохода може бути спричинений порушенням водієм правил проїзду пішохідного переходу, але супутніми факторами можуть бути недостатнє освітлення, відсутність дорожньої розмітки, висока дозволена швидкість, погана видимість або неправильне розміщення переходу. Якщо аналіз обмежується лише дією водія, то значна частина системних причин залишається невиявленою.

Існує багато сучасних підходів до теорії оцінки якості процесів, які можна використовувати для вирішення цієї проблеми. Фактично, вони є ефективними інструментами для оперативного контролю якості завдяки простоті, наочності та візуалізації різних статистичних методів. Одним із найбільш ефективних методів визначення пріоритетних причин ДТП є Парето-аналіз. Закон Парето (80/20), принцип якого базується на відокремленні важливих факторів від малозначущих і несуттєвих, дозволяє зосередити зусилля та ресурси на вирішенні найбільш важливих проблем. Його сутність полягає у ранжуванні причин за їх внеском у загальну кількість пригод і визначенні тих факторів, які формують основну частину аварійності. У транспортних дослідженнях цей підхід дозволяє встановити, які порушення або умови повинні бути об’єктом першочергової уваги. Якщо невелика кількість причин формує більшу частину ДТП, саме на них доцільно спрямовувати основні управлінські, інженерні та профілактичні заходи. Перевага Парето-аналізу полягає у його наочності та практичній спрямованості. Він дозволяє не розпорошувати ресурси на всі можливі причини

ДТП, а зосередити увагу на найбільш значущих. Наприклад, якщо аналіз показує, що перевищення безпечної швидкості, порушення правил проїзду перехресть, недотримання дистанції та керування у стані сп'яніння формують основну частину аварійності, то саме ці причини мають бути покладені в основу подальшого ризик-аналізу. Водночас Парето-аналіз має обмеження, оскільки сам по собі він оцінює переважно частоту причин, але не завжди враховує тяжкість наслідків. Тому його доцільно поєднувати з коефіцієнтним аналізом і оцінюванням ризику.

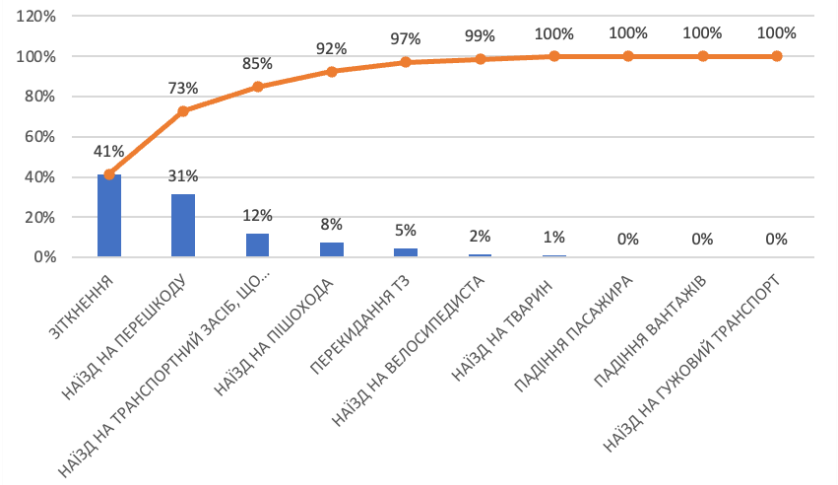


Рисунок 1.7 – Приклад діаграми Парето основних причин ДТП.

Експертні методи аналізу ДТП застосовуються у випадках, коли статистичних даних недостатньо або коли необхідно оцінити фактори, які складно формалізувати кількісно. До таких факторів можуть належати якість організації дорожнього руху, зручність сприйняття дорожніх знаків, небезпечність геометричних параметрів ділянки, поведінка учасників руху, ефективність запропонованих заходів. Експертний аналіз може виконуватися шляхом опитування фахівців, ранжування факторів, встановлення вагових коефіцієнтів або оцінювання рівня небезпеки за шкалою.

Окреме місце серед сучасних методів займає ризик-аналіз ДТП. Його сутність полягає в оцінюванні не тільки факту наявності певної причини, а й рівня небезпеки, який вона створює. Ризик у цьому випадку можна розглядати як поєднання ймовірності виникнення ДТП та тяжкості можливих наслідків. Такий підхід дозволяє перейти від аналізу кількості пригод до оцінювання небезпечності окремих причин. Наприклад, причина з високою частотою виникнення, але невеликою тяжкістю наслідків може мати один рівень ризику, тоді як причина з меншою частотою, але високою смертністю може мати значно вищий пріоритет для управлінського впливу. Ризик-аналіз є особливо важливим для формування методики дослідження ДТП, оскільки він дозволяє встановити допустимі, підвищені, високі та критичні рівні небезпеки.

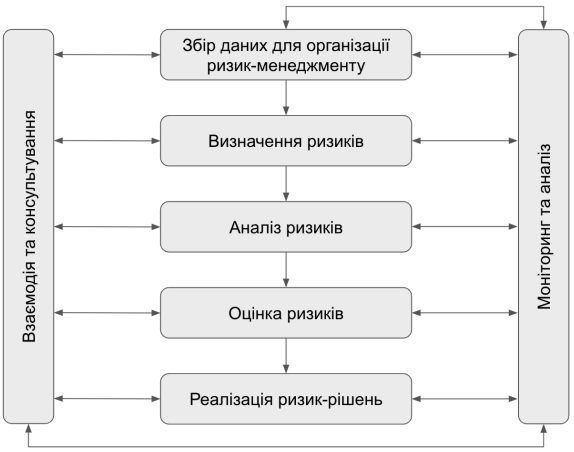


Рисунок 1.8 – Структурна схема процесу управління ризиками.

Для оцінювання небезпеки окремих причин ДТП може використовуватися матричний підхід. У такому випадку одна вісь матриці відображає ймовірність або частоту виникнення ДТП за певною причиною, а друга вісь — тяжкість наслідків. Комбінація цих двох параметрів дозволяє віднести причину до певної зони ризику. Наприклад, низька частота і низька тяжкість відповідають допустимому ризику, висока частота і низька тяжкість — підвищеному ризику, низька частота і висока тяжкість — високому ризику, а висока частота і висока тяжкість — критичному ризику.

Сучасні методи аналізу ДТП також можуть включати прогнозування аварійності. Прогнозні методи використовуються для оцінювання майбутньої зміни кількості ДТП, визначення очікуваного рівня ризику та перевірки ефективності запропонованих заходів. Основою прогнозування можуть бути часові ряди аварійності, тенденції зміни інтенсивності руху, сезонні коефіцієнти, динаміка окремих причин ДТП або результати попередніх періодів. Прогнозування є корисним тоді, коли необхідно оцінити, чи може певна причина ДТП перевищити допустимий рівень у майбутньому, або коли потрібно визначити очікуваний ефект від заходів безпеки.

У сучасних дослідженнях усе більшого значення набуває інтегрований підхід до аналізу причин ДТП. Його суть полягає у поєднанні кількох методів в єдину послідовність. Спочатку формується база даних про ДТП, далі виконується статистичне групування за видами, причинами, часом і місцем виникнення. Після цього визначаються основні тенденції аварійності, розраховуються показники тяжкості наслідків, виконується Парето-аналіз для встановлення пріоритетних причин, а потім здійснюється оцінювання ризику. На завершальному етапі формуються рекомендації щодо зниження аварійності та організовується моніторинг ефективності запропонованих заходів. Саме інтегрований підхід є найбільш доцільним для розробки методики аналізу причин виникнення ДТП на автомобільних дорогах України.

1.4 Постановка задач дослідження

Проведений аналіз показав, що рівень аварійності на автомобільних дорогах України визначається складною взаємодією людського фактора, технічного стану транспортних засобів, параметрів дорожньої інфраструктури, умов навколишнього середовища та організації дорожнього руху. Дорожньо-транспортні пригоди не можна розглядати лише як наслідок окремого порушення правил дорожнього руху, оскільки у більшості випадків вони виникають під впливом сукупності причин і супутніх факторів. Найбільший вплив на формування аварійності мають перевищення безпечної швидкості, порушення правил проїзду перехресть і пішохідних переходів, недотримання дистанції, керування транспортними засобами у стані сп’яніння, порушення правил маневрування, а також недоліки дорожніх умов та організації руху. Через це для підвищення безпеки дорожнього руху необхідно не тільки фіксувати кількість ДТП, а й визначати структуру їх причин, оцінювати тяжкість наслідків і встановлювати рівень ризику за окремими групами факторів.

Задача дослідження полягає у розробці методики аналізу причин виникнення дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах України, яка поєднує статистичне опрацювання даних про аварійність, класифікацію причин ДТП, розрахунок показників тяжкості наслідків, ранжування основних причин і оцінювання рівня ризику. Така методика повинна дозволити визначати найбільш небезпечні причини ДТП, встановлювати їх внесок у загальну аварійність, виявляти пріоритетні напрями впливу та формувати практичні рекомендації щодо зниження кількості дорожньо-транспортних пригод і тяжкості їх наслідків.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі дослідження:

- визначити основні фактори, що впливають на виникнення дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах України;
- сформувати структуру вихідної бази даних для аналізу ДТП за видами пригод, причинами, часовими параметрами та наслідками;
- обґрунтувати систему показників для оцінювання аварійності та тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод;
- виконати статистичний аналіз основних причин виникнення ДТП та визначити їх частку у загальній структурі аварійності;
- застосувати метод ранжування причин ДТП для виділення факторів, що формують найбільший внесок у загальний рівень аварійності;
- розробити підхід до оцінювання ризику виникнення ДТП за окремими групами причин;
- сформувати алгоритм комплексного аналізу причин дорожньо-транспортних пригод.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Формування вихідної бази даних для аналізу ДТП

Вихідна база даних для аналізу ДТП повинна забезпечувати можливість не лише підрахунку загальної кількості пригод, але й виконання більш глибокого аналізу за окремими ознаками. До таких ознак належать вид дорожньо-транспортної пригоди, причина її виникнення, тяжкість наслідків, час виникнення, місце виникнення, категорія дороги, тип учасників дорожнього руху, дорожні та погодні умови. Якщо база даних містить лише загальну кількість ДТП, то вона придатна тільки для описового аналізу. Якщо ж вона містить деталізовані параметри кожної пригоди або агреговані дані за основними класифікаційними ознаками, то на її основі можна виконувати статистичне групування, аналіз динаміки, розрахунок коефіцієнтів тяжкості, побудову діаграм Парето та оцінювання ризику за окремими причинами. Основним джерелом інформації для формування бази даних є офіційна статистика дорожньо-транспортних пригод від Національної поліції України [5].

Для розробки методики аналізу причин ДТП необхідно сформувати базу даних у такому вигляді, щоб кожен запис або кожен рядок таблиці відповідав певній одиниці спостереження. Такою одиницею може бути окрема ДТП або агрегований показник за певний період. Якщо доступна детальна інформація про кожну ДТП, база даних повинна містити окремий запис для кожної пригоди. Якщо ж використовуються узагальнені статистичні дані, одиницею спостереження може бути місяць, рік, область, дорога або окрема причина ДТП. Для даної роботи доцільно використовувати агреговану базу за місяцями та причинами, оскільки саме такий формат дозволяє виконати порівняльний аналіз причин і побудувати ризикові показники.

Базова структура даних повинна включати кілька груп параметрів [6]. Перша група — ідентифікаційні параметри, які визначають період і місце спостереження. До них належать рік, місяць, область, населений пункт або автомобільна дорога. Друга група — кількісні показники аварійності, серед яких загальна кількість ДТП, кількість ДТП з потерпілими, кількість загиблих і травмованих. Третя група — класифікаційні параметри, які описують вид ДТП і причину її виникнення. Четверта група — додаткові умови, що можуть впливати на аварійність: час доби, погодні умови, стан покриття, освітленість, категорія дороги та тип учасників руху.

Таблиця 2.1 – Рекомендована структура вихідної бази даних для аналізу ДТП

Група параметрів	Назва показника	Зміст показника
Ідентифікаційні дані	Рік	Календарний рік, у межах якого зафіксовано ДТП або групу ДТП

Ідентифікаційні дані	Місяць	Місяць виникнення ДТП або формування статистичного показника
Ідентифікаційні дані	Регіон або дорога	Адміністративна територія, населений пункт або автомобільна дорога
Кількісні показники	Загальна кількість ДТП	Усі зареєстровані ДТП за обраний період
Кількісні показники	ДТП з потерпілими	Кількість ДТП, у яких є загиблі або травмовані
Кількісні показники	Кількість загиблих	Кількість осіб, які загинули внаслідок ДТП
Кількісні показники	Кількість травмованих	Кількість осіб, які отримали травми внаслідок ДТП
Класифікаційні дані	Вид ДТП	Зіткнення, наїзд на пішохода, перекидання, наїзд на перешкоду тощо
Класифікаційні дані	Причина ДТП	Порушення або фактор, який призвів до виникнення ДТП
Умови виникнення	Час доби	Період доби, у який сталася ДТП
Умови виникнення	Дорожні умови	Стан покриття, освітлення, наявність розмітки, видимість
Умови виникнення	Погодні умови	Дощ, сніг, туман, ожеледиця, суха погода
Учасники руху	Категорія учасників	Водій, пасажир, пішохід, велосипедист, мотоцикліст

Під час формування бази даних важливо забезпечити єдність термінів і назв причин ДТП. На практиці одна і та сама причина може бути записана з незначними відмінностями, що ускладнює автоматизоване групування та розрахунок часток. Вихідну базу даних доцільно формувати у вигляді таблиці, де стовпці відповідають показникам, а рядки — періодам спостереження або окремим подіям. Для аналізу причин ДТП в Україні зручно використовувати таблицю, у якій кожен рядок відповідає одному місяцю певного року, а стовпці містять загальну кількість ДТП та кількість пригод за основними причинами. У таблиці 2.2 наведено приклад агрегованої структури бази даних, яка може бути використана для аналізу основних причин ДТП. Такий формат є зручним для розрахунків, оскільки дозволяє порівнювати значення за місяцями та визначати зміну кількості ДТП за кожною причиною.

Таблиця 2.2 – Приклад структури агрегованої бази даних ДТП за причинами

Період	**Перевищення безпечної швидкості**	**Порушення правил проїзду перехресть**	**Порушення правил проїзду пішохідних переходів**	**Недотримання дистанції**	**Керування у стані сп’яніння**
Січень 2023	656	124	209	73	54

Лютий 2023	567	98	122	55	53
Березень 2023	565	121	104	78	64
Квітень 2023	615	123	80	79	70
Травень 2023	721	161	95	78	85
Червень 2023	824	209	108	123	75
Липень 2023	924	200	110	116	118
Серпень 2023	940	222	128	115	101

Окремим етапом формування бази даних є групування причин ДТП. Оскільки кількість можливих причин може бути досить великою, для практичного аналізу доцільно виділяти основні групи, які мають найбільший вплив на аварійність [6]. До таких груп належать перевищення безпечної швидкості, порушення правил проїзду перехресть, порушення правил проїзду пішохідних переходів, недотримання дистанції, керування транспортним засобом у стані сп’яніння, порушення правил маневрування, виїзд на смугу зустрічного руху, порушення правил обгону, порушення правил користування зовнішніми світловими приладами, перехід пішоходів у невстановленому місці та інші причини. Причини, які мають незначну частку або трапляються нерегулярно, можуть бути об’єднані в групу інших причин, однак при цьому не можна втрачати інформацію про ті фактори, які хоча й трапляються рідко, але мають тяжкі наслідки.

Таблиця 2.3 – Групування причин ДТП для подальшого аналізу

Група причин	**Приклади конкретних причин**
Швидкісні порушення	Перевищення безпечної швидкості, перевищення встановленої швидкості
Порушення правил проїзду конфліктних зон	Порушення правил проїзду перехресть, пішохідних переходів, невиконання сигналів регулювання
Порушення дистанції та маневрування	Недотримання дистанції, порушення правил обгону, перестроювання, виїзд на зустрічну смугу
Небезпечний стан водія	Керування у стані алкогольного або іншого сп’яніння, втома, неуважність
Порушення з боку пішоходів	Перехід у невстановленому місці, раптовий вихід на проїзну частину
Технічні та експлуатаційні фактори	Несправність світлових приладів, гальмівної системи, шин, неправильне закріплення вантажу

Дорожні та середовищні фактори	Слизьке покриття, недостатнє освітлення, погана видимість, складні погодні умови

Не менш важливим є контроль логічної узгодженості даних. Наприклад, кількість ДТП з потерпілими не може перевищувати загальну кількість ДТП за той самий період. Кількість загиблих і травмованих не може бути від’ємною. Сума ДТП за окремими видами або причинами може не завжди точно дорівнювати загальній кількості ДТП, оскільки в одній пригоді можуть бути кілька супутніх факторів або частина пригод може класифікуватися як інші причини. Однак значні розбіжності між сумарними та загальними показниками повинні бути перевірені, оскільки вони можуть свідчити про помилки введення або різні принципи обліку.

Після перевірки повноти та узгодженості даних виконується їх уніфікація. На цьому етапі всі показники приводяться до єдиного формату. Роки та місяці повинні бути записані однаково, назви причин мають бути стандартизовані, числові значення повинні мати єдиний формат, а текстові поля не повинні містити дублюючих назв або зайвих символів.

Наступним етапом є кодування причин ДТП. Для зручності розрахунків кожній причині доцільно присвоїти умовний код. Наприклад, перевищення безпечної швидкості може мати код С1, порушення правил проїзду перехресть — С2, порушення правил проїзду пішохідних переходів — С3, недотримання дистанції — С4, керування у стані сп’яніння — С5. Такий підхід спрощує обробку даних, побудову таблиць, графіків, діаграм Парето та матриць ризику.

Таблиця 2.4 – Фрагмент матриці кодування основних причин ДТП

Код	**Назва причини ДТП**	**Група причин**
С1	Перевищення безпечної швидкості	Швидкісні порушення
С2	Порушення правил проїзду перехресть	Порушення правил проїзду конфліктних зон
С3	Порушення правил проїзду пішохідних переходів	Порушення правил проїзду конфліктних зон
С4	Недотримання дистанції	Порушення дистанції та маневрування
С5	Керування транспортним засобом у стані сп’яніння	Небезпечний стан водія

Формування вихідної бази даних також передбачає визначення періоду дослідження. Чим довшим є період спостереження, тим більш обґрунтованими можуть бути висновки щодо динаміки аварійності. Для аналізу загальних тенденцій доцільно використовувати період не менше п’яти років, оскільки коротші періоди можуть бути надто чутливими до випадкових коливань. Для аналізу сезонності доцільно використовувати помісячні дані, а для аналізу добової аварійності — розподіл ДТП за годинами доби.

Для підготовки бази даних до подальших розрахунків необхідно виконати первинну статистичну обробку. Вона передбачає визначення сумарних значень

за роками, середньомісячних значень, максимальних і мінімальних показників, частки кожної причини у загальній кількості ДТП, темпу зміни показників порівняно з попереднім періодом. Такі розрахунки є проміжним етапом між збором даних і подальшим аналізом ризику. Вони дозволяють встановити, які причини мають найбільші абсолютні значення, які з них демонструють тенденцію до зростання, а які мають виражену сезонність.

Після формування вихідної бази даних вона повинна бути придатною для побудови графіків і діаграм. Для аналізу динаміки доцільно використовувати лінійні графіки або стовпчикові діаграми, які показують зміну кількості ДТП у часі. Для аналізу структури причин зручними є кругові або стовпчикові діаграми. Для визначення пріоритетних причин доцільно використовувати діаграму Парето [6]. Для ризик-аналізу можуть застосовуватися матриці ризику, карти ризику або графіки відхилення фактичних значень від допустимих рівнів. Тому база даних повинна бути організована так, щоб на її основі можна було швидко формувати ці графічні матеріали.

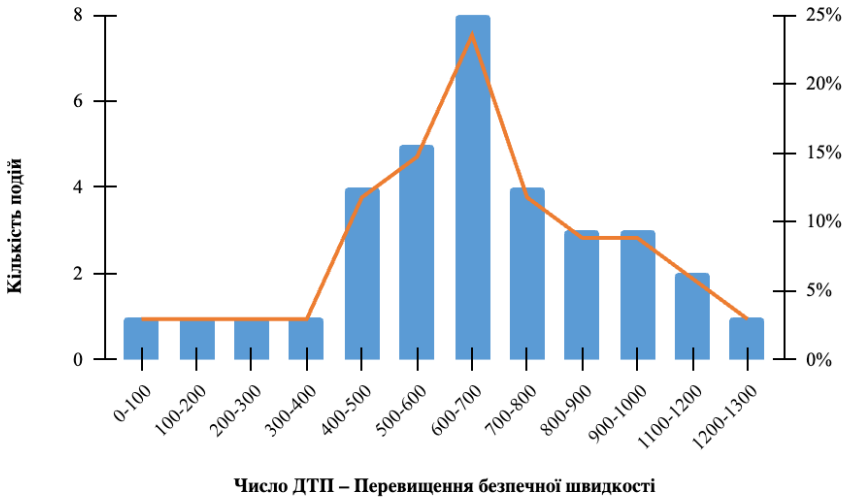


Рисунок 2.1 – Приклад діаграми щільності ймовірності скоєння ДТП за його причиною.

2.2 Розрахунок показників аварійності та тяжкості наслідків ДТП

Після формування вихідної бази даних наступним етапом методики є розрахунок кількісних показників, які характеризують рівень аварійності та тяжкість наслідків дорожньо-транспортних пригод [7]. Просте порівняння загальної кількості ДТП не дає повної оцінки стану безпеки дорожнього руху, оскільки однакова кількість пригод може мати різну соціальну небезпеку залежно від кількості загиблих і травмованих осіб. Тому необхідно використовувати систему абсолютних і відносних показників, які дозволяють оцінити не лише масштаб аварійності, а й небезпечність її наслідків.

До абсолютних показників належать загальна кількість ДТП, кількість ДТП з потерпілими, кількість загиблих і кількість травмованих [6]. Ці показники є основою для первинного аналізу, оскільки безпосередньо характеризують

кількість аварійних подій та їх людські втрати. Проте для порівняння різних періодів, територій або причин ДТП більш інформативними є відносні показники. Вони дозволяють визначити, яка частка ДТП призводить до людських втрат, скільки загиблих або травмованих припадає на одну ДТП з потерпілими, а також які причини мають найбільшу питому вагу в загальній структурі аварійності.

У даній роботі для подальшого аналізу приймаються такі основні позначення: $N_{\text{ДТП}}$— загальна кількість дорожньо-транспортних пригод за розрахунковий період; $N_{\text{п}}$— кількість ДТП з потерпілими; $N_{\text{з}}$— кількість загиблих у ДТП; $N_{\text{т}}$— кількість травмованих у ДТП; N_i— кількість ДТП за і-ю причиною; P_i— частка і-ї причини у загальній структурі ДТП.

Частка ДТП з потерпілими характеризує, яка частина всіх зареєстрованих пригод призвела до загибелі або травмування людей. Цей показник визначається за формулою:

$$K_{\text{п}} = \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{ДТП}}} \cdot 100\% \tag{2.1}$$

де $K_{\text{п}}$— частка ДТП з потерпілими, %; $N_{\text{п}}$— кількість ДТП з потерпілими; $N_{\text{ДТП}}$— загальна кількість ДТП.

Коефіцієнт тяжкості ДТП доцільно визначати як кількість постраждалих осіб, що припадає на одну ДТП з потерпілими:

$$K_{\text{тяж}} = \frac{N_{\text{з}}+N_{\text{т}}}{N_{\text{п}}} \tag{2.2}$$

де $K_{\text{тяж}}$— коефіцієнт тяжкості ДТП; $N_{\text{з}}$— кількість загиблих; $N_{\text{т}}$— кількість травмованих; $N_{\text{п}}$— кількість ДТП з потерпілими.

Коефіцієнт смертності в ДТП визначається як відношення кількості загиблих до кількості ДТП з потерпілими:

$$K_{\text{см}} = \frac{N_{\text{з}}}{N_{\text{п}}} \cdot 100 \tag{2.3}$$

де $K_{\text{см}}$— кількість загиблих на 100 ДТП з потерпілими.

Для оцінювання загальної тяжкості аварійності також використовується показник кількості постраждалих на 100 зареєстрованих ДТП:

$$K_{\text{заг}} = \frac{N_{\text{з}}+N_{\text{т}}}{N_{\text{ДТП}}} \cdot 100 \tag{2.4}$$

де $K_{\text{заг}}$— загальний коефіцієнт тяжкості ДТП; $N_{\text{ДТП}}$— загальна кількість ДТП.

На відміну від коефіцієнта тяжкості ДТП з потерпілими, цей показник враховує всі зареєстровані пригоди. Він дозволяє оцінити загальний рівень людських втрат у структурі аварійності та є корисним для порівняння територій або періодів із різною кількістю ДТП.

Для аналізу причин виникнення ДТП необхідно визначати частку кожної причини в загальній кількості пригод. Вона розраховується за формулою:

$$P_i = \frac{N_i}{N_{\text{ДТП}}} \cdot 100\% \quad (2.5)$$

де P_i— частка ДТП за і-ю причиною, %; N_i— кількість ДТП за відповідною причиною; $N_{\text{ДТП}}$— загальна кількість ДТП за розрахунковий період.

Цей показник використовується для визначення структури причин аварійності. На його основі можна встановити, які причини формують найбільшу частину ДТП, а також підготувати дані для подальшого ранжування та побудови діаграми Парето.

Для демонстрації використання наведених показників виконаємо розрахунок на основі статистичних даних ДТП у Тернопільській області за 2022–2023 роки наданих Національною поліцією України в Тернопільській області [5, 6]. У 2022 році було зареєстровано 2298 ДТП, з них 541 ДТП з потерпілими, у яких загинуло 96 осіб і травмовано 742 особи. У 2023 році було зареєстровано 2547 ДТП, з них 563 ДТП з потерпілими, у яких загинуло 76 осіб і травмовано 717 осіб.

Для 2023 року частка ДТП з потерпілими становить:

$$K_{\text{п}} = \frac{563}{2547} \cdot 100 = 22{,}1\%$$

Це означає, що приблизно кожна п’ята зареєстрована ДТП супроводжувалася загибеллю або травмуванням людей. Коефіцієнт тяжкості ДТП з потерпілими становить:

$$K_{\text{тяж}} = \frac{76 + 717}{563} = 1{,}41$$

Отже, на одну ДТП з потерпілими у 2023 році припадало в середньому 1,41 постраждалої особи. Коефіцієнт смертності становить:

$$K_{\text{см}} = \frac{76}{563} \cdot 100 = 13{,}5$$

Це означає, що на 100 ДТП з потерпілими припадало 13,5 загиблих осіб. Загальний коефіцієнт тяжкості для всіх зареєстрованих ДТП становить:

$$K_{\text{заг}} = \frac{76 + 717}{2547} \cdot 100 = 31{,}1$$

Тобто на 100 зареєстрованих ДТП у 2023 році припадало 31,1 постраждалої особи.

Таблиця 2.5 – Приклад розрахунку показників аварійності та тяжкості наслідків ДТП за 2022–2023 роки в Тернопільській області

Рік	ДТП	ДТП з потерпілими	Загинуло	Травмовано	Частка ДТП з потерпілими, %	Коефіцієнт тяжкості ДТП	Загиблих на 100 ДТП з потерпілими	Постраждалих на 100 ДТП
2022	2298	541	96	742	23,5	1,55	17,7	36,5
2023	2547	563	76	717	22,1	1,41	13,5	31,1

Результати розрахунків показують, що у 2023 році загальна кількість ДТП порівняно з 2022 роком зросла, однак показники тяжкості наслідків зменшилися. Частка ДТП з потерпілими знизилася з 23,5% до 22,1%, коефіцієнт тяжкості ДТП з потерпілими зменшився з 1,55 до 1,41, а кількість загиблих на 100 ДТП з потерпілими зменшилася з 17,7 до 13,5. Це свідчить про те, що зростання загальної аварійності не завжди супроводжується пропорційним зростанням тяжкості наслідків. Саме тому для аналізу ДТП необхідно одночасно використовувати як абсолютні, так і відносні показники.

Наступним етапом є розрахунок частки окремих причин у загальній кількості ДТП. Для прикладу використаємо помісячні дані за 2023 рік, де за січень було зареєстровано 1672 ДТП, з яких 656 пов’язані з перевищенням безпечної швидкості, 124 — з порушенням правил проїзду перехресть, 209 — з порушенням правил проїзду пішохідних переходів, 73 — з недотриманням дистанції, 54 — з керуванням у стані сп’яніння. Частка перевищення безпечної швидкості у січні становить:

$$P_{\text{шв}} = \frac{656}{1672} \cdot 100 = 39{,}2\%$$

Частка порушення правил проїзду пішохідних переходів становить:

$$P_{\text{пп}} = \frac{209}{1672} \cdot 100 = 12{,}5\%$$

Частка порушення правил проїзду перехресть становить:

$$P_{\text{пер}} = \frac{124}{1672} \cdot 100 = 7{,}4\%$$

Отримані значення показують, що в січні 2023 року найбільший внесок у загальну аварійність мало перевищення безпечної швидкості. Такий результат підтверджує необхідність подальшого детального аналізу цієї причини, зокрема її динаміки, сезонних змін і рівня ризику.

Таблиця 2.6 – Приклад розрахунку частки основних причин ДТП за січень 2023 року

Причина ДТП	**Кількість ДТП**	**Частка у загальній кількості ДТП, %**
Перевищення безпечної швидкості	656	39,2
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	209	12,5
Порушення правил проїзду перехресть	124	7,4
Недотримання дистанції	73	4,4
Керування транспортним засобом у стані сп’яніння	54	3,2
Інші причини	556	33,3
Разом	1672	100,0

Розрахунок частки причин ДТП необхідний для подальшого ранжування факторів аварійності. Однак для методики аналізу причин ДТП важливо враховувати, що показник частки не відображає повної небезпеки причини. Наприклад, керування транспортним засобом у стані сп’яніння може мати меншу частку в загальній кількості ДТП, але такі пригоди часто супроводжуються тяжчими наслідками. Тому в подальшому аналізі частку причин необхідно поєднувати з показниками тяжкості, смертності та рівнем ризику.

2.3 Статистичний аналіз основних причин ДТП в Україні

Статистичний аналіз основних причин дорожньо-транспортних пригод є наступним етапом після формування вихідної бази даних і розрахунку базових показників аварійності. У межах даної роботи статистичний аналіз виконується за помісячними даними про ДТП в Україні за період з січня 2017 року до серпня 2023 року [5]. Такий часовий інтервал охоплює 80 місячних спостережень і дозволяє оцінити не лише загальну кількість ДТП за окремими причинами, але й середній рівень їх виникнення, мінімальні та максимальні значення, а також характер коливань упродовж періоду дослідження.

На початковому етапі аналізу розглядається загальна динаміка дорожньо-транспортних пригод за досліджуваний період [6]. Вихідні дані показують, що кількість ДТП має нерівномірний характер зміни у часі. Це пояснюється впливом сезонних факторів, зміною інтенсивності руху, дорожніми та погодними умовами, особливостями організації дорожнього руху, а також зовнішніми соціально-економічними чинниками. Для України додатково важливим фактором є зміна транспортних потоків після 2022 року, що вплинуло на інтенсивність руху в різних регіонах і на окремих автомобільних дорогах.

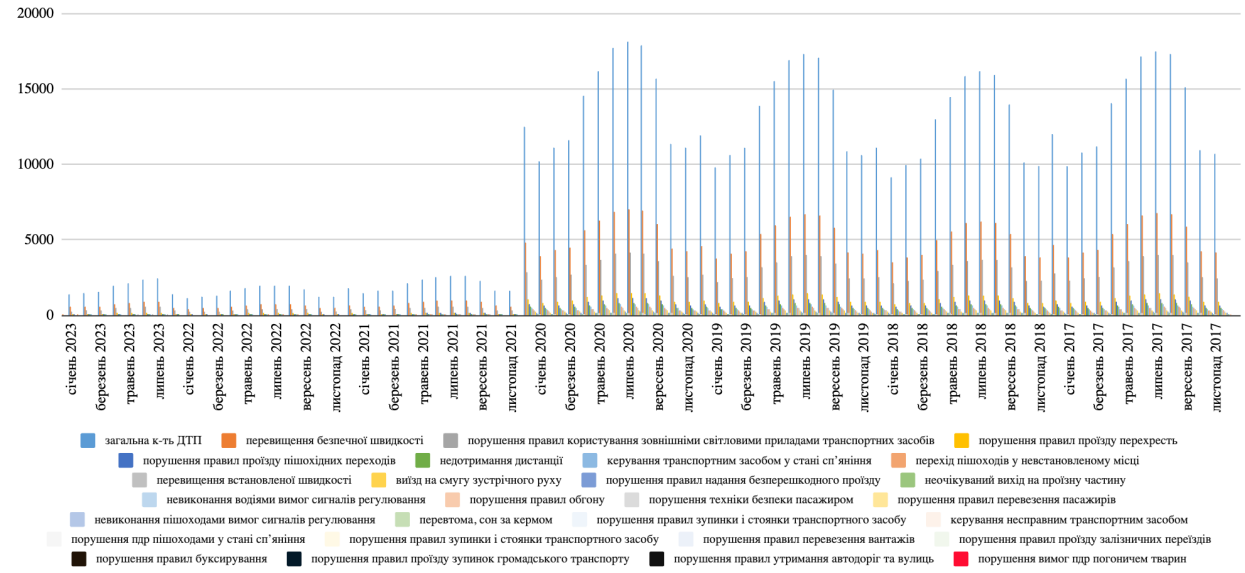


Рисунок 2.2 – Динаміка зміни кількості ДТП в Україні за період 2017–2023 років.

Для визначення пріоритетних причин ДТП використовується ранжування причин за їх внеском у загальну кількість пригод.

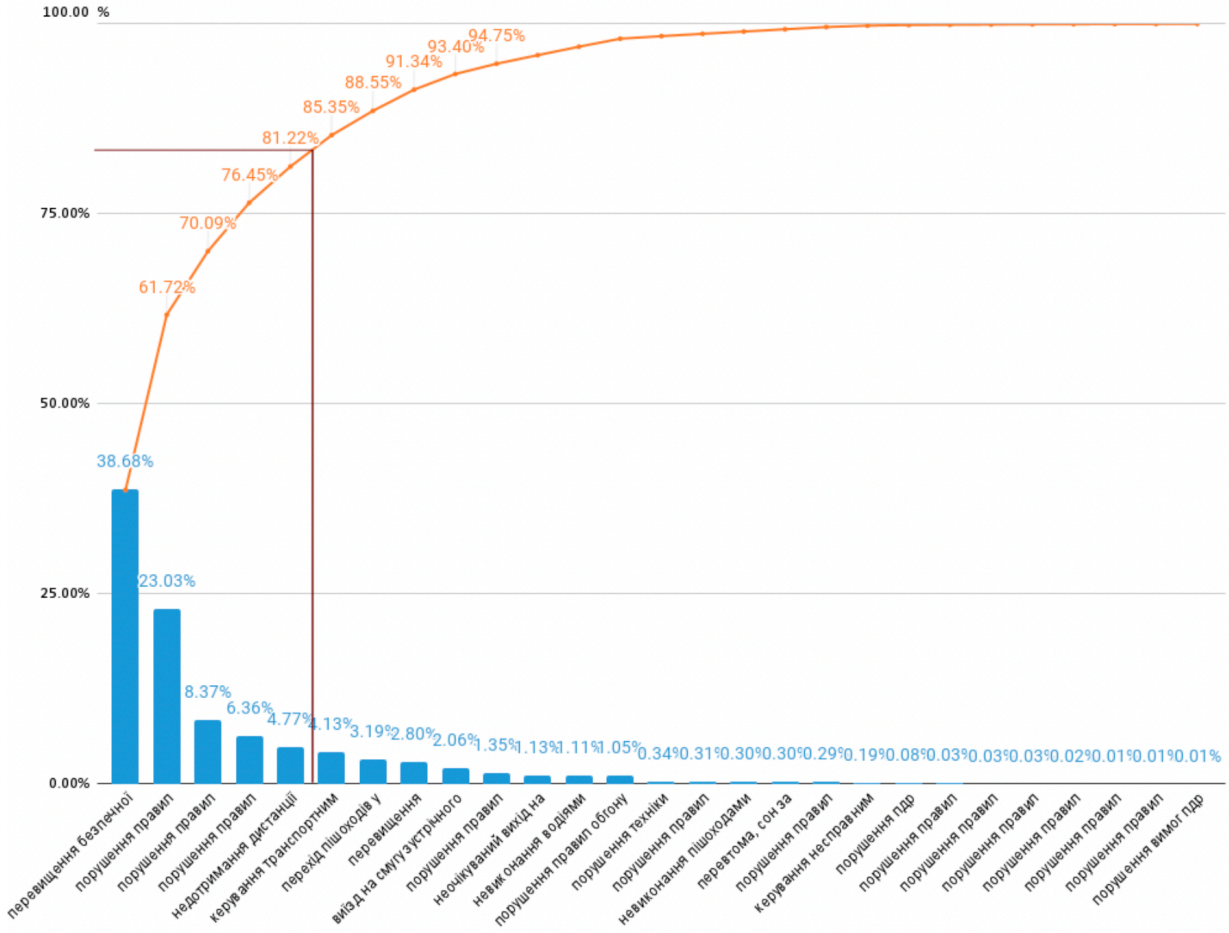


Рисунок 2.3 – Діаграма Парето причин скоєння ДТП в Україні за період 2017–2023 років.

За результатами аналізу встановлено, що найбільший внесок у загальну кількість ДТП за досліджуваний період має перевищення безпечної швидкості. Його частка становить 38,5% від загальної кількості причин ДТП. Це означає, що швидкісний фактор є домінуючим у структурі аварійності та повинен розглядатися як основний об’єкт подальшого ризик-аналізу. Наступними за значущістю є порушення правил користування зовнішніми світловими приладами транспортних засобів, порушення правил проїзду перехресть, порушення правил проїзду пішохідних переходів, недотримання дистанції та керування транспортним засобом у стані сп’яніння. Сумарно ці шість причин формують понад 80% загального масиву ДТП за досліджуваний період. Це підтверджує доцільність застосування принципу Парето, відповідно до якого основна частина наслідків формується відносно невеликою кількістю найбільш значущих факторів.

Після визначення пріоритетних причин ДТП необхідно оцінити їх статистичні характеристики [7, 8]. Для цього використовуються кількість спостережень, сумарна кількість ДТП за період, середнє значення, медіана,

мінімальне та максимальне значення [6]. Ці показники дозволяють встановити типовий рівень виникнення ДТП за кожною причиною та межі її фактичних коливань. Середнє значення характеризує умовний середньомісячний рівень ДТП за відповідною причиною, медіана показує центральне значення ряду, а мінімум і максимум дозволяють оцінити діапазон зміни показника.

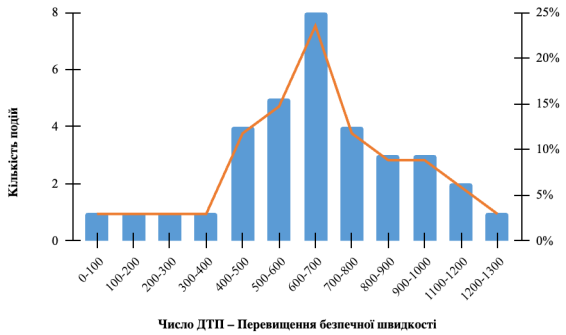
Таблиця 2.7 – Статистична оцінка основних причин ДТП в Україні за період 2017–2023 років

Причина ДТП	**Кількість вимірів**	**Кількість ДТП**	**Середнє значення, ДТП/міс.**	**Медіана**	**Мінімум**	**Максимум**
Перевищення безпечної швидкості	80	270621	3383	4056	439	7011
Порушення правил користування зовнішніми світловими приладами	80	161153	2014	2416	230	4175
Порушення правил проїзду перехресть	80	58576	732	878	95	1518
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	80	44514	556	667	72	1153
Недотримання дистанції	80	33385	417	500	54	865
Керування транспортним засобом у стані сп’яніння	80	28869	361	433	47	748

Аналіз таблиці 2.7 показує, що перевищення безпечної швидкості має не лише найбільшу сумарну кількість ДТП, але й найвище середньомісячне значення. За досліджуваний період за цією причиною зафіксовано 270621 ДТП, а середнє значення становить 3383 ДТП на місяць. Максимальне місячне значення досягає 7011 ДТП, що свідчить про значну амплітуду коливань і потенційну чутливість цієї причини до сезонних, дорожніх та організаційних факторів. Другою за рівнем впливу є причина, пов’язана з порушенням правил користування зовнішніми світловими приладами транспортних засобів. За досліджуваний період за цією причиною зафіксовано 161153 ДТП, а середньомісячне значення становить 2014 ДТП. Такий результат свідчить, що видимість транспортних засобів, правильне використання фар, покажчиків

повороту, габаритних вогнів та інших світлових приладів має суттєве значення для безпеки руху, особливо в темну пору доби та за несприятливих погодних умов. Порушення правил проїзду перехресть займає третю позицію за кількістю ДТП серед основних причин. За період дослідження зафіксовано 58576 таких пригод, а середньомісячне значення становить 732 ДТП. Це підтверджує, що перехрестя є одними з найбільш небезпечних елементів дорожньої мережі через значну кількість конфліктних точок і складну взаємодію транспортних потоків. Порушення правил проїзду пішохідних переходів має меншу сумарну кількість ДТП, однак ця причина є особливо важливою з огляду на тяжкість можливих наслідків для пішоходів як найбільш уразливої категорії учасників руху. Недотримання дистанції та керування транспортним засобом у стані сп'яніння мають менші абсолютні значення порівняно зі швидкісними порушеннями, проте їх не можна вважати другорядними. Недотримання дистанції характерне для щільного транспортного потоку та часто призводить до попутних зіткнень. Керування у стані сп'яніння має особливу небезпеку, оскільки супроводжується погіршенням реакції водія, зниженням уваги, неправильним оцінюванням швидкості та дистанції, а також підвищеною ймовірністю грубих порушень правил дорожнього руху.

Для більш детального аналізу причин ДТП доцільно дослідити не тільки сумарні та середні значення, але й характер розподілу помісячних даних [6]. З цією метою може бути використана щільність імовірності виникнення ДТП за кожною з основних причин (рис. 2.4) [7, 8]. Такий підхід дозволяє визначити, які значення кількості ДТП трапляються найчастіше, тобто є найбільш типовими для відповідної причини. У подальшому ці значення можуть бути використані під час побудови карти ризиків і визначення допустимих або критичних рівнів відхилення.



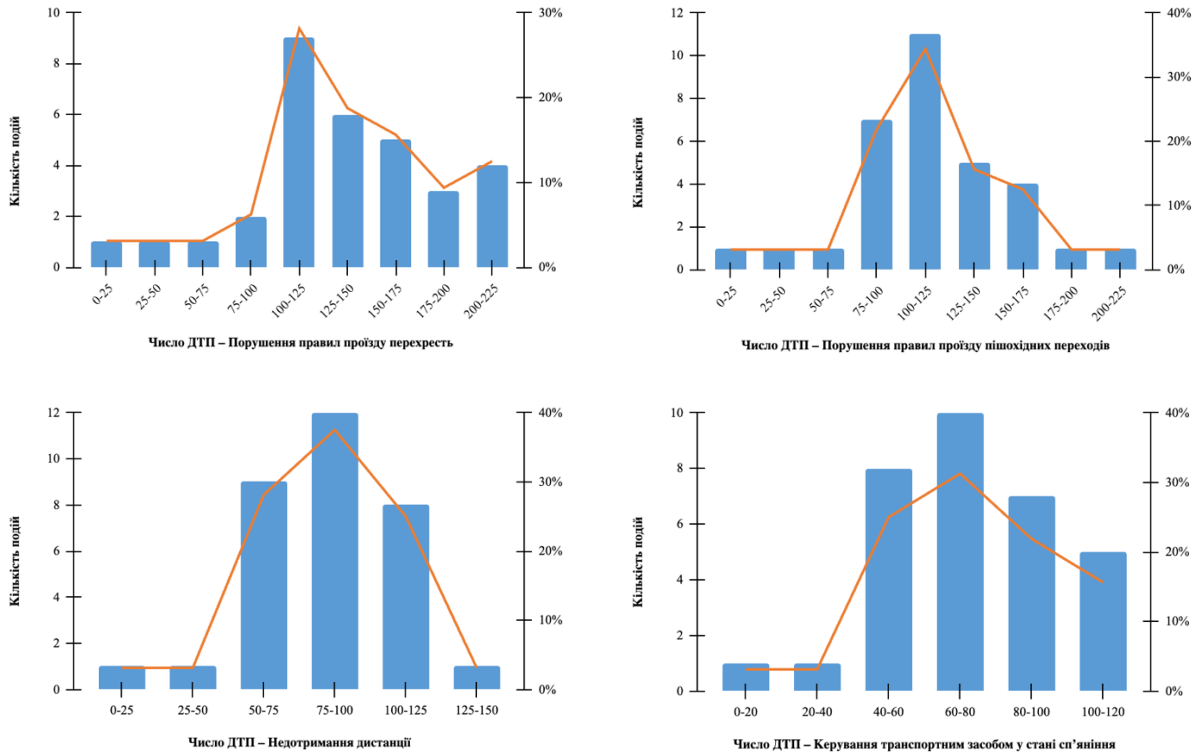


Рисунок 2.4 – Щільність імовірності скоєння ДТП залежно від причини їх виникнення.

Отримані результати статистичного аналізу дозволяють сформувати вихідний перелік причин, які доцільно використовувати в подальшій методиці ризик-аналізу. До нього входять шість основних причин, що сумарно формують переважну частину аварійності в Україні за досліджуваний період.

2.4 Методика розрахунку ризику виникнення ДТП за окремими причинами

Після визначення основних причин дорожньо-транспортних пригод необхідно перейти від статистичного опису аварійності до оцінювання рівня ризику. Статистичний аналіз показує, які причини трапляються найчастіше, однак для практичного управління безпекою дорожнього руху цього недостатньо. Необхідно встановити, наскільки фактичний рівень ДТП за певною причиною перевищує допустимий або цільовий рівень, які причини мають стійку тенденцію до зростання та які з них потребують першочергового реагування.

Ризик виникнення ДТП за окремою причиною доцільно розглядати як відносний показник, що характеризує відхилення фактичної кількості ДТП від прийнятого цільового рівня. Такий підхід є зручним для практичного використання, оскільки дозволяє порівнювати між собою різні причини ДТП незалежно від їх абсолютної кількості. Якщо фактичне значення не перевищує цільового, ризик вважається допустимим. Якщо фактичне значення перевищує цільовий рівень, причина потребує додаткового аналізу та розробки заходів впливу.

Для кожної причини ДТП формується часовий ряд:

$$N_{i,m} \tag{2.6}$$

де $N_{i,m}$— кількість ДТП за і-ю причиною у m-му місяці; i— номер причини ДТП; m— номер місяця спостереження.

Базовий середній рівень ДТП за окремою причиною визначається як середнє значення за розрахунковий період:

$$\bar{N}_i = \frac{\sum_{m=1}^{n} N_{i,m}}{n} \tag{2.7}$$

де $\bar{N}_i$— середня кількість ДТП за і-ю причиною за період спостереження; n— кількість місяців у періоді дослідження.

Оскільки метою методики є не тільки опис аварійності, а й її зниження, для кожної причини задається цільовий рівень ДТП:

$$N_i^{\text{ц}} = \bar{N}_i \cdot (1 - q) \tag{2.8}$$

де $N_i^{\text{ц}}$— цільовий рівень ДТП за і-ю причиною; q— запланований коефіцієнт зниження аварійності. У даній роботі для прикладу приймається $q = 0{,}10$, тобто цільовий рівень аварійності встановлюється на 10% нижче середнього фактичного значення.

Індекс ризику за окремою причиною ДТП визначається за формулою:

$$R_{i,m} = \frac{N_{i,m}}{N_i^{\text{ц}}} \tag{2.9}$$

де $R_{i,m}$— індекс ризику за і-ю причиною у m-му місяці. Якщо $R_{i,m} < 1$, фактичний рівень аварійності не перевищує цільового значення. Якщо $R_{i,m} > 1$, фактичний рівень ДТП перевищує цільовий і потребує аналізу причин такого відхилення.

Для практичного використання результатів розрахунку необхідно встановити шкалу інтерпретації ризику. У роботі приймається чотирирівнева шкала, яка дозволяє віднести кожне значення індексу ризику до певної зони небезпеки.

Таблиця 2.8 – Шкала оцінювання ризику виникнення ДТП за окремою причиною

Значення індексу ризику	**Рівень ризику**	**Характеристика ситуації**
$R_{i,m} \leq 1{,}00$	Допустимий	Фактична кількість ДТП не перевищує цільового рівня
$1{,}00 < R_{i,m} \leq 1{,}20$	Підвищений	Спостерігається помірне перевищення цільового рівня
$1{,}20 < R_{i,m} \leq 1{,}40$	Високий	Перевищення є суттєвим і потребує управлінського реагування
$R_{i,m} > 1{,}40$	Критичний	Фактичний рівень ДТП значно перевищує цільовий і потребує першочергових заходів

Розглянемо приклад розрахунку індексу ризику для причини перевищення безпечної швидкості за січень–серпень 2023 року. За вихідними статистичними даними кількість ДТП за цією причиною становила: січень — 656, лютий — 567,

березень — 565, квітень — 615, травень — 721, червень — 824, липень — 924, серпень — 940 ДТП. Середнє значення за цей період становить:

$$\bar{N}_i = \frac{656 + 567 + 565 + 615 + 721 + 824 + 924 + 940}{8} = 726{,}5$$

Цільовий рівень при запланованому зниженні аварійності на 10% становить:

$$N_i^{\text{ц}} = 726{,}5 \cdot (1 - 0{,}10) = 653{,}9$$

Для січня індекс ризику дорівнює:

$$R_{i,\text{січ}} = \frac{656}{653{,}9} = 1{,}00$$

Для серпня індекс ризику дорівнює:

$$R_{i,\text{серп}} = \frac{940}{653{,}9} = 1{,}44$$

Отримане значення для січня відповідає межі допустимого рівня ризику, тоді як у серпні ризик переходить у критичну зону. Це свідчить про суттєве зростання ДТП, пов'язаних із перевищенням безпечної швидкості, у літній період. Такий результат може бути пов'язаний зі збільшенням інтенсивності руху, поїздками на великі відстані, вищими середніми швидкостями на автомобільних дорогах і зниженням дисципліни водіїв у сприятливих погодних умовах.

Таблиця 2.9 – Розрахунок індексу ризику для перевищення безпечної швидкості за січень–серпень 2023 року

Місяць	**Кількість ДТП за причиною**	**Цільовий рівень ДТП**	**Індекс ризику**	**Рівень ризику**
Січень	656	653,9	1,00	Допустимий
Лютий	567	653,9	0,87	Допустимий
Березень	565	653,9	0,86	Допустимий
Квітень	615	653,9	0,94	Допустимий
Травень	721	653,9	1,10	Підвищений
Червень	824	653,9	1,26	Високий
Липень	924	653,9	1,41	Критичний
Серпень	940	653,9	1,44	Критичний

Аналіз результатів показує, що протягом перших чотирьох місяців 2023 року ризик ДТП за причиною перевищення безпечної швидкості залишався в допустимій зоні. Починаючи з травня, фактична кількість ДТП перевищила цільовий рівень, у червні ризик став високим, а в липні та серпні — критичним. Така динаміка підтверджує необхідність сезонного аналізу аварійності та посилення профілактичних заходів саме в ті періоди, коли ризик перевищує допустимі межі.

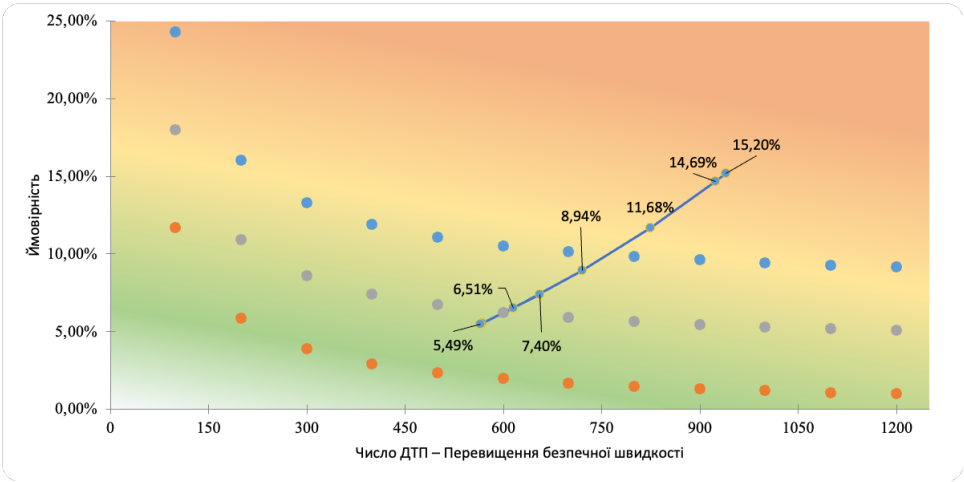


Рисунок 2.5 – Карта ризику ДТП за причиною перевищення безпечної швидкості.

Для більш повного аналізу методика застосовується не лише до однієї причини, а до всіх пріоритетних причин ДТП. У цьому випадку для кожної причини визначається середній рівень, цільове значення та індекс ризику за кожний місяць. Після цього причини можуть бути порівняні між собою за кількістю місяців, у яких ризик перебував у підвищеній, високій або критичній зоні. Такий підхід дозволяє визначити не тільки найпоширеніші причини ДТП, але й ті, які мають найбільш нестабільну або небезпечну динаміку.

У випадках, коли доступні не лише дані про кількість ДТП за причинами, а й дані про загиблих і травмованих за кожною причиною, методику доцільно доповнити коефіцієнтом наслідків. Він дозволяє врахувати, що різні причини ДТП можуть мати різну тяжкість. Для цього може бути введений інтегральний індекс ризику:

$$R_i^{\text{інт}} = R_i \cdot K_{\text{н},i} \tag{2.10}$$

де $R_i^{\text{інт}}$— інтегральний індекс ризику за і-ю причиною; R_i— індекс ризику за частотою виникнення ДТП; $K_{\text{н},i}$— коефіцієнт наслідків для і-ї причини.

Коефіцієнт наслідків може враховувати співвідношення постраждалих до кількості ДТП за відповідною причиною. У цьому випадку причини, які мають не тільки високу частоту, але й тяжкі наслідки, отримують вищий інтегральний рівень ризику. Такий підхід особливо важливий для аналізу керування у стані сп’яніння, виїзду на смугу зустрічного руху, наїздів на пішоходів і перевищення швидкості.

2.5 Алгоритм комплексного аналізу причин ДТП

Після формування вихідної бази даних, розрахунку показників аварійності, статистичного аналізу основних причин ДТП та визначення підходу до оцінювання ризику необхідно об’єднати ці етапи в єдиний алгоритм. Комплексний аналіз причин ДТП доцільно будувати за логікою ризик-орієнтованого підходу. У такому випадку дослідження не обмежується

визначенням загальної кількості пригод або частки окремих причин. Воно включає повний цикл роботи з інформацією: збір даних, їх перевірку, групування, розрахунок показників, ранжування причин, оцінювання ризику, інтерпретацію результатів і формування заходів впливу. Саме така послідовність дозволяє не лише описати аварійність, а й визначити, які причини є критичними, у які періоди вони створюють найбільшу небезпеку та які дії мають бути першочерговими.

На першому етапі алгоритму виконується збір вихідних даних про дорожньо-транспортні пригоди. До бази вносяться дані про загальну кількість ДТП, кількість ДТП з потерпілими, кількість загиблих і травмованих, види пригод, причини їх виникнення та період спостереження. За можливості база доповнюється інформацією про місце виникнення ДТП, час доби, дорожні умови, погодні фактори та категорії учасників дорожнього руху. Другий етап передбачає перевірку та підготовку даних. На цьому етапі усуваються дублювання, перевіряється наявність пропущених значень, уточнюється відповідність підсумкових і часткових показників, а також виконується уніфікація назв причин ДТП. На третьому етапі здійснюється класифікація ДТП за основними ознаками. Пригоди групуються за видами, причинами, наслідками та часовими параметрами. Така класифікація дозволяє встановити загальну структуру аварійності та підготувати дані до подальшого розрахунку показників. На четвертому етапі розраховуються базові показники аварійності та тяжкості наслідків ДТП. До них належать частка ДТП з потерпілими, коефіцієнт тяжкості ДТП, коефіцієнт смертності, загальний коефіцієнт тяжкості та частка кожної причини у загальній кількості ДТП. На п’ятому етапі виконується статистичний аналіз причин ДТП. Для кожної причини визначаються сумарна кількість пригод, середнє значення за період, мінімальні та максимальні значення, а також характер зміни у часі. Після цього причини ранжуються за їх внеском у загальну аварійність. На шостому етапі здійснюється оцінювання ризику за окремими причинами ДТП. Для кожної пріоритетної причини визначається середній рівень аварійності, цільовий рівень і фактичне відхилення від нього. На основі цього розраховується індекс ризику, який дозволяє віднести кожну причину в певному періоді до допустимої, підвищеної, високої або критичної зони ризику. Якщо фактичне значення не перевищує цільового рівня, ситуація вважається контрольованою. Якщо ж значення переходить у високу або критичну зону, причина потребує першочергового управлінського реагування. На сьомому етапі виконується інтерпретація результатів. Вона полягає у визначенні причин, які мають найбільшу частку у структурі ДТП, найвищий рівень ризику або стійку тенденцію до зростання. На восьмому етапі формуються практичні рекомендації. Для кожної пріоритетної причини ДТП визначаються можливі заходи впливу. Завершальним етапом алгоритму є моніторинг ефективності запропонованих заходів. Після впровадження інженерних, організаційних або контрольних

рішень необхідно повторно збирати статистичні дані та порівнювати фактичні значення з попереднім періодом. Якщо кількість ДТП за відповідною причиною зменшується, а індекс ризику переходить із високої або критичної зони до допустимої, це свідчить про ефективність прийнятих заходів. Якщо ж ризик залишається високим, необхідно переглянути обрані рішення або посилити комплекс заходів.

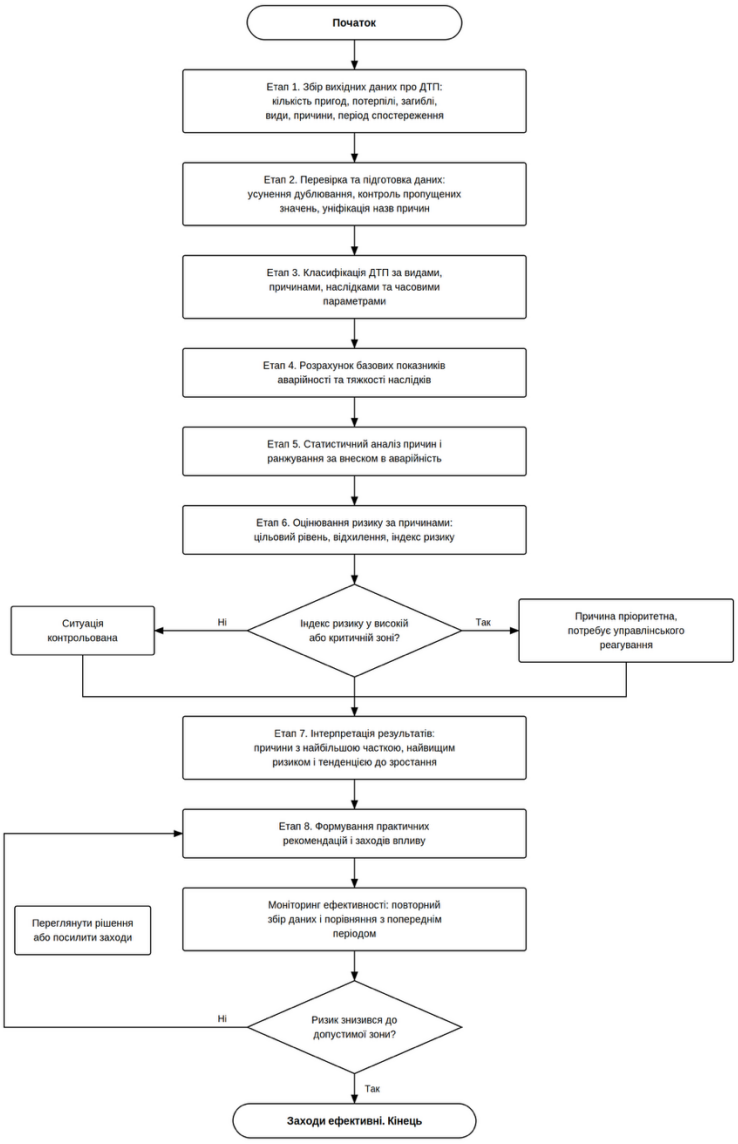


Рисунок 2.10 – Алгоритм комплексного аналізу причин ДТП.

Практична цінність запропонованого алгоритму полягає в тому, що він може бути використаний для аналізу ДТП на різних рівнях. На загальнодержавному рівні він дозволяє визначати основні причини аварійності в Україні та формувати напрями державної політики у сфері безпеки дорожнього руху. На регіональному рівні алгоритм може застосовуватися для порівняння областей, визначення територій з підвищеним ризиком і планування профілактичних заходів. На рівні окремої автомобільної дороги або її ділянки він дозволяє виявляти конкретні небезпечні фактори та обґрунтовувати локальні інженерні рішення.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розробка структурної схеми методики аналізу причин ДТП

Методика аналізу причин ДТП повинна будуватися як послідовна система взаємопов’язаних блоків. Кожен блок виконує окрему функцію: отримання даних, їх підготовку, класифікацію, розрахунок показників, визначення основних причин, оцінювання ризику, формування рекомендацій та контроль результатів. Такий підхід дозволяє уникнути хаотичного аналізу статистики та забезпечує логічний перехід від первинних даних до практичних заходів зниження аварійності.

Основою структурної схеми є інформаційний блок, у якому формується вихідна база даних про ДТП. До нього входять дані про загальну кількість пригод, кількість ДТП з потерпілими, кількість загиблих і травмованих, причини пригод, види ДТП, часові параметри та, за можливості, просторові характеристики. Другим елементом методики є блок попередньої обробки даних. Його призначення полягає у перевірці повноти інформації, усуненні дублювань, уніфікації назв причин ДТП та приведенні даних до розрахункового вигляду. На цьому етапі виконується підготовка таблиць, у яких ДТП групуються за роками, місяцями, видами пригод і причинами. Наступним є класифікаційний блок, у якому дорожньо-транспортні пригоди розподіляються за основними ознаками. До таких ознак належать вид ДТП, причина виникнення, тяжкість наслідків, час виникнення та група факторів, до якої належить причина. Після класифікації дані надходять до розрахунково-аналітичного блоку. У ньому визначаються основні показники аварійності та тяжкості наслідків ДТП: частка ДТП з потерпілими, коефіцієнт тяжкості, коефіцієнт смертності, загальний коефіцієнт тяжкості та частка окремої причини у загальній кількості пригод. Ці показники дають можливість оцінити не лише кількість ДТП, а й небезпечність їх наслідків.

Окремим елементом структурної схеми є блок статистичного ранжування причин ДТП [9]. Його завдання полягає у визначенні причин, які формують найбільшу частку аварійності. Для цього використовуються результати статистичного аналізу та принцип Парето, що дозволяє виділити обмежену кількість найбільш значущих факторів. Після визначення пріоритетних причин виконується оцінювання ризику [9]. Блок ризик-аналізу є центральним у запропонованій методиці, оскільки саме він дозволяє перейти від опису статистики до оцінки небезпеки. Для кожної основної причини ДТП порівнюється фактична кількість пригод із цільовим рівнем, після чого визначається індекс ризику. Залежно від отриманого значення причина може бути віднесена до допустимого, підвищеного, високого або критичного рівня ризику.

Результати ризик-аналізу надходять до блоку прийняття рішень. На цьому етапі для кожної критичної або високоризикової причини визначаються можливі

заходи впливу. Якщо основним фактором є перевищення безпечної швидкості, доцільними є заходи з контролю швидкісного режиму, встановлення засобів автоматичної фіксації, зниження дозволеної швидкості на небезпечних ділянках і впровадження елементів заспокоєння руху. Якщо високий ризик пов'язаний із пішохідними переходами, необхідно покращувати освітлення, видимість, розмітку, облаштовувати острівці безпеки або підвищені переходи. Якщо проблема зосереджена на перехрестях, першочерговими є оптимізація світлофорного регулювання, каналізування потоків і зменшення кількості конфліктних точок.

Завершальним елементом структурної схеми є блок моніторингу. Його призначення полягає у повторному зборі статистичних даних після впровадження заходів і порівнянні нових значень з попередніми. Якщо кількість ДТП за відповідною причиною зменшується, а індекс ризику переходить із критичного або високого рівня до допустимого чи підвищеного, запропоновані заходи можна вважати ефективними. Якщо ж ризик залишається високим, необхідно коригувати рішення або посилювати комплекс заходів.

Рисунок 3.1 – Структурна схема методики аналізу причин ДТП.

Структурна схема методики повинна мати замкнений характер. Це означає, що після реалізації практичних заходів процес аналізу не завершується, а повертається до етапу збору нових даних. Такий підхід є важливим, оскільки

дорожньо-транспортна система постійно змінюється. Зміни інтенсивності руху, стану доріг, організації руху, поведінки водіїв, погодних умов або ефективності контролю можуть змінювати рівень ризику за окремими причинами. Тому методика повинна працювати як інструмент постійного моніторингу, а не як одноразова процедура оцінювання.

Практичне значення запропонованої структурної схеми полягає в тому, що вона дозволяє формалізувати процес аналізу ДТП і зробити його придатним для застосування на різних рівнях. На рівні держави методика може бути використана для визначення основних причин аварійності та формування загальних напрямів політики безпеки дорожнього руху. На рівні області або громади вона дозволяє виявляти регіональні особливості аварійності. На рівні окремої автомобільної дороги або ділянки вона може бути застосована для локального аналізу небезпечних місць і вибору конкретних інженерних заходів.

Запропонована схема також забезпечує узгодженість між статистичним аналізом і практичними рішеннями. Кожний захід, який пропонується за результатами методики, має бути пов’язаний із конкретною причиною ДТП і підтверджений розрахунковими показниками. Це дозволяє уникнути загальних рекомендацій, які не прив’язані до фактичної структури аварійності. Наприклад, якщо аналіз показує критичний рівень ризику за причиною перевищення безпечної швидкості, то рекомендації повинні бути спрямовані саме на управління швидкісним режимом, а не на загальні інформаційні заходи без конкретного впливу на фактор ризику.

3.2 Апробація методики на прикладі основних причин ДТП

Для апробації методики використано помісячні дані за січень–серпень 2023 року за основними причинами ДТП, які були визначені у попередніх підрозділах як пріоритетні для подальшого аналізу. До них належать перевищення безпечної швидкості, порушення правил користування зовнішніми світловими приладами транспортних засобів, порушення правил проїзду перехресть, порушення правил проїзду пішохідних переходів, недотримання дистанції та керування транспортним засобом у стані сп’яніння. Для забезпечення послідовності розрахунків апробація виконується за методикою, розробленою у розділі 2.4. Для кожної причини визначається середньомісячне значення кількості ДТП за січень–серпень 2023 року, після чого встановлюється цільовий рівень аварійності, який приймається на 10% нижчим від середнього значення. Далі фактична кількість ДТП за кожний місяць порівнюється з цільовим рівнем, а отримане відношення використовується для визначення рівня ризику. Межі інтерпретації залишаються такими ж, як у табл. 2.8: допустимий рівень відповідає значенню індексу ризику до 1,00; підвищений — від 1,00 до 1,20; високий — від 1,20 до 1,40; критичний — понад 1,40. Вихідні дані для апробації наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для апробації методики за січень–серпень 2023 року

Причина ДТП	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Разом
Перевищення безпечної швидкості	656	567	565	615	721	824	924	940	5812
Порушення правил користування світловими приладами	293	230	335	339	547	543	577	597	3461
Порушення правил проїзду перехресть	124	98	121	123	161	209	200	222	1258
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	209	122	104	80	95	108	110	128	956
Недотримання дистанції	73	55	78	79	78	123	116	115	717
Керування транспортним засобом у стані сп’яніння	54	53	64	70	85	75	118	101	620

На основі наведених даних визначено середньомісячні та цільові значення для кожної причини. Найбільше середньомісячне значення має перевищення безпечної швидкості — 726,5 ДТП на місяць. Це підтверджує висновок попереднього статистичного аналізу про домінуючий вплив швидкісного фактора на загальний рівень аварійності. Другу позицію займає порушення правил користування зовнішніми світловими приладами, для якого середньомісячне значення становить 432,6 ДТП. Інші причини мають менші абсолютні значення, однак їхня небезпечність визначається не лише кількістю пригод, а й частотою переходу до високої або критичної зони ризику.

Таблиця 3.2 – Середній та цільовий рівень ДТП за основними причинами

Причина ДТП	**Сумарна кількість ДТП**	**Середнє значення, ДТП/міс.**	**Цільовий рівень, ДТП/міс.**
Перевищення безпечної швидкості	5812	726,5	653,9
Порушення правил користування світловими приладами	3461	432,6	389,4
Порушення правил проїзду перехресть	1258	157,2	141,5

Порушення правил проїзду пішохідних переходів	956	119,5	107,5
Недотримання дистанції	717	89,6	80,7
Керування транспортним засобом у стані сп’яніння	620	77,5	69,8

Після визначення цільових рівнів виконано оцінювання ризику за кожною причиною. Для скорочення обсягу розрахунки подано в узагальненому вигляді через кількість місяців, у яких відповідна причина перебувала в допустимій, підвищеній, високій або критичній зоні ризику. Такий підхід дозволяє уникнути дублювання повної помісячної таблиці для кожної причини, але зберігає логіку методики та дає можливість визначити найбільш проблемні фактори.

Таблиця 3.3 – Результати оцінювання ризику за основними причинами ДТП

Причина ДТП	**Допустимий ризик, міс.**	**Підвищений ризик, міс.**	**Високий ризик, міс.**	**Критичний ризик, міс.**	**Загальна оцінка**
Перевищення безпечної швидкості	3	2	1	2	Високий рівень небезпеки з переходом у критичну зону влітку
Порушення правил користування світловими приладами	4	0	1	3	Нестабільний показник із критичним ризиком у літній період
Порушення правил проїзду перехрест	4	1	0	3	Значне зростання ризику у червні–серпні
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	3	4	0	1	Переважно підвищений ризик із критичним значенням у січні
Недотримання дистанції	5	0	0	3	Різке зростання ризику в червні–серпні
Керування транспортним засобом у стані сп’яніння	3	2	1	2	Висока небезпека з критичними значеннями у липні та серпні

Результати показують, що більшість основних причин ДТП має нерівномірний характер зміни у часі. Найбільш стабільне зростання ризику спостерігається для перевищення безпечної швидкості. У січні–квітні ця причина перебуває переважно в допустимій зоні, у травні переходить у підвищену, у червні — у високу, а в липні та серпні — у критичну зону ризику. Така динаміка свідчить про необхідність посилення контролю швидкісного режиму саме в літній період, коли збільшується інтенсивність руху, зростає кількість поїздок на міжміських дорогах і підвищується ймовірність вибору водіями небезпечної швидкості.

Для порушення правил користування зовнішніми світловими приладами характерний різкий перехід до високого та критичного рівня ризику в травні–серпні. Це може бути пов’язано не лише з неправильним використанням світлових приладів у темну пору доби або за умов недостатньої видимості, а й із загальним збільшенням транспортної активності в цей період. Отриманий результат показує, що цю причину не можна розглядати як другорядну, оскільки за кількістю місяців із критичним рівнем ризику вона є однією з найбільш проблемних.

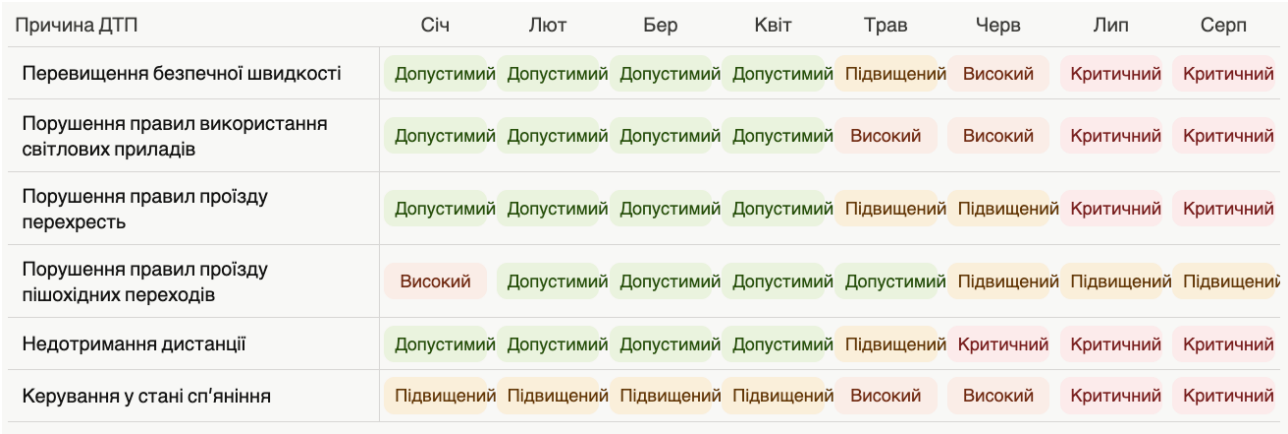
Порушення правил проїзду перехресть також демонструє суттєве зростання ризику у другій половині досліджуваного періоду. У червні, липні та серпні фактична кількість ДТП за цією причиною перевищує цільовий рівень настільки, що причина переходить у критичну зону. Це свідчить про необхідність удосконалення організації руху на перехрестях, зокрема перевірки режимів світлофорного регулювання, дорожньої розмітки, видимості дорожніх знаків і наявності конфліктних точок.

Для порушення правил проїзду пішохідних переходів ситуація має інший характер. Найвище значення ризику спостерігається у січні, після чого показник знижується і в більшості місяців перебуває у допустимій або підвищеній зоні. Це може свідчити про підвищену небезпеку пішохідних переходів у зимовий період, коли умови видимості, стан покриття, тривалість темної пори доби та поведінка учасників руху створюють додаткові ризики. Тому для цієї причини важливими є не тільки загальні заходи безпеки, а й сезонна підготовка пішохідної інфраструктури.

Недотримання дистанції має найменшу кількість ДТП серед розглянутих причин після керування у стані сп’яніння, однак у червні–серпні показник переходить у критичну зону ризику. Це підтверджує, що відносно невелика абсолютна кількість ДТП не означає низької небезпечності причини. У періоди підвищеної інтенсивності руху, збільшення швидкості транспортних потоків або різких змін режимів руху недотримання дистанції стає важливим фактором аварійності, особливо для попутних зіткнень.

Керування транспортним засобом у стані сп’яніння також має високий рівень небезпеки. Незважаючи на меншу абсолютну кількість ДТП, ця причина

у липні та серпні переходить у критичну зону ризику, а в травні — у високу. З практичної точки зору це означає, що заходи контролю за станом водіїв мають бути посилені не рівномірно протягом року, а насамперед у періоди, коли фактичні значення перевищують цільовий рівень.



Причина ДТП	Січ	Лют	Бер	Квіт	Трав	Черв	Лип	Серп
Перевищення безпечної швидкості	Допустимий	Допустимий	Допустимий	Допустимий	Підвищений	Високий	Критичний	Критичний
Порушення правил використання світлових приладів	Допустимий	Допустимий	Допустимий	Допустимий	Високий	Високий	Критичний	Критичний
Порушення правил проїзду перехресть	Допустимий	Допустимий	Допустимий	Допустимий	Підвищений	Підвищений	Критичний	Критичний
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	Високий	Допустимий	Допустимий	Допустимий	Допустимий	Підвищений	Підвищений	Підвищений
Недотримання дистанції	Допустимий	Допустимий	Допустимий	Допустимий	Підвищений	Критичний	Критичний	Критичний
Керування у стані сп'яніння	Підвищений	Підвищений	Підвищений	Підвищений	Високий	Високий	Критичний	Критичний

Рисунок 3.2 – Матриця рівнів ризику за основними причинами ДТП для аналізованого періоду

Для узагальнення результатів доцільно визначити пріоритетність причин за кількістю місяців із високим і критичним рівнем ризику. За цим критерієм найбільш проблемними є порушення правил користування світловими приладами, порушення правил проїзду перехресть, недотримання дистанції та перевищення безпечної швидкості. Водночас швидкісний фактор залишається ключовим, оскільки має найбільшу абсолютну кількість ДТП і одночасно переходить у критичну зону в літній період.

Таблиця 3.4 – Пріоритетність причин ДТП за результатами апробації методики

Пріоритет	**Причина ДТП**	**Підстава для пріоритетності**	**Основний напрям реагування**
1	Перевищення безпечної швидкості	Найбільша кількість ДТП і критичний ризик у липні–серпні	Контроль швидкості, обмеження швидкісних режимів, заспокоєння руху
2	Порушення правил проїзду перехресть	Три місяці з критичним ризиком	Оптимізація світлофорного регулювання, покращення оглядовості, розмітка
3	Порушення правил користування світловими приладами	Три місяці з критичним ризиком і значна кількість ДТП	Контроль технічного стану, профілактика порушень, покращення видимості
4	Недотримання дистанції	Критичний ризик у червні–серпні	Інформаційні заходи, контроль безпечної дистанції, управління швидкістю потоку

5	Керування у стані сп’яніння	Високий і критичний ризик у травні, липні та серпні	Посилення вибіркового контролю водіїв у ризикові періоди
6	Порушення правил проїзду пішохідних переходів	Критичний ризик у січні та підвищений ризик у більшості місяців	Освітлення переходів, острівці безпеки, зниження швидкості біля переходів

Запропонована методика дозволяє отримати практично важливі результати. По-перше, вона дає змогу визначити не тільки найбільш масові причини ДТП, а й періоди, коли ці причини переходять у небезпечні зони ризику. По-друге, методика дозволяє порівнювати причини між собою за єдиною шкалою, що спрощує вибір пріоритетних заходів. По-третє, результати розрахунку безпосередньо пов’язуються з управлінськими рішеннями, оскільки для кожної причини можна визначити конкретний напрям реагування.

3.3 Практичні рекомендації щодо зниження ризику ДТП

За результатами апробації методики встановлено, що серед основних причин ДТП найбільшу увагу необхідно приділити перевищенню безпечної швидкості, порушенню правил проїзду перехресть, порушенню правил користування зовнішніми світловими приладами, недотриманню дистанції, керуванню транспортними засобами у стані сп’яніння та порушенню правил проїзду пішохідних переходів. Для цих причин характерне або значне абсолютне значення кількості ДТП, або перехід у високі та критичні зони ризику в окремі періоди року. Тому практичні заходи повинні поєднувати інженерні рішення, організаційне регулювання, контроль дотримання правил дорожнього руху та інформаційно-профілактичну роботу.

Найбільш пріоритетною причиною є перевищення безпечної швидкості. Цей фактор має найбільший внесок у загальну кількість ДТП і безпосередньо впливає на тяжкість наслідків пригод. Зі збільшенням швидкості зростає гальмівний шлях, зменшується час реакції водія, підвищується кінетична енергія удару та ймовірність смертельного травмування учасників руху. Тому основним напрямом зниження ризику за цією причиною є управління швидкісним режимом на аварійно-небезпечних ділянках доріг [10]. Для зниження ризику ДТП, пов’язаних із перевищенням безпечної швидкості, доцільно застосовувати комплекс заходів. На ділянках з високою концентрацією ДТП необхідно встановлювати засоби автоматичної фіксації швидкості, переглядати допустимі швидкісні режими, облаштовувати попереджувальні знаки, шумові смуги, напрямні острівці, дорожню розмітку з підвищеною видимістю та інші засоби інформування водіїв. У межах населених пунктів ефективними є підвищені пішохідні переходи, острівці безпеки, звуження смуг руху, кільцеві розв’язки малого радіуса, штучні нерівності та інші елементи заспокоєння руху. На автомобільних дорогах поза населеними пунктами важливо забезпечити чітке

позначення небезпечних кривих, перехресть, місць розвороту, ділянок з обмеженою видимістю та зон наближення до пішохідних переходів. Значну увагу необхідно приділити перехрестям, оскільки вони є зонами концентрації конфліктних точок. Порушення правил проїзду перехресть часто пов’язане з неправильним визначенням пріоритету, проїздом на заборонний сигнал світлофора, помилками під час повороту, недостатньою оглядовістю або неефективною організацією руху. Для зниження ризику на таких ділянках необхідно виконувати аудит безпеки перехресть, оцінювати видимість дорожніх знаків і світлофорів, аналізувати відповідність фаз світлофорного регулювання фактичній інтенсивності потоків, а також перевіряти наявність достатньої ширини смуг і правильність дорожньої розмітки.

Окрему групу заходів необхідно спрямувати на зниження ризику ДТП на пішохідних переходах. Порушення правил проїзду пішохідних переходів має високу соціальну небезпеку, оскільки пішохід є найбільш уразливим учасником дорожнього руху. Навіть відносно невелика швидкість транспортного засобу може призвести до тяжких наслідків у разі наїзду на пішохода. Тому облаштування пішохідних переходів повинно розглядатися не лише як елемент організації руху, а як важливий інструмент зниження ризику загибелі та травмування людей. Аналіз заходів з підвищення безпеки дорожнього руху у місцях концентрації ДТП показує, що найчастіше застосовуються каналізація перехресть і встановлення попереджувальних та інформаційних дорожніх знаків. На їхню частку припадає 38,2% усіх проведених заходів. Хоча ці заходи є найбільш доступними, вони також є одними з найефективніших. При порівнянні заходів з урахуванням їх вартості помітно, що в тих осередках аварійності, де проблему не можна вирішити "дешевими" заходами, доводиться використовувати більш дорогі заходи, такі як будівництво світлофорних об'єктів, підземних пішохідних переходів, перепланування ділянок дороги, створення штучних нерівностей.

Порушення правил користування зовнішніми світловими приладами транспортних засобів також потребує окремих профілактичних заходів. Ця причина пов’язана з видимістю транспортного засобу, своєчасним розпізнаванням його маневрів та здатністю інших учасників руху правильно оцінювати дорожню ситуацію. Особливо небезпечними такі порушення є в темну пору доби, під час туману, дощу, снігопаду або на неосвітлених ділянках доріг. Для зниження ризику необхідно посилити контроль технічного стану зовнішніх світлових приладів, проводити профілактичні перевірки транспортних засобів, інформувати водіїв про необхідність правильного використання ближнього світла, покажчиків повороту, аварійної сигналізації та габаритних вогнів. Додатково до контролю транспортних засобів необхідно покращувати видимість самої дорожньої інфраструктури. До таких заходів належать використання світлоповертальних дорожніх знаків, якісної розмітки, напрямних стовпчиків,

сигнальних вставок, освітлення небезпечних ділянок, пішохідних переходів, перехресть і місць концентрації ДТП. Це дозволяє частково компенсувати ризики, пов’язані з поганою видимістю або неправильним використанням світлових приладів транспортними засобами.

Недотримання дистанції є типовою причиною попутних зіткнень, особливо в умовах щільного транспортного потоку, змінної швидкості руху, різкого гальмування та несприятливих погодних умов. Для зниження ризику за цією причиною необхідно впливати як на поведінку водіїв, так і на організацію транспортного потоку. Важливими заходами є інформаційні кампанії щодо безпечної дистанції, попереджувальні знаки на ділянках з підвищеною аварійністю, розмітка, яка допомагає водіям оцінювати дистанцію, обмеження швидкості в умовах щільного руху та покращення інформування про небезпечні ділянки. У разі високого ризику ДТП через недотримання дистанції на окремих ділянках доцільно аналізувати причини різких змін швидкості транспортного потоку. Такими причинами можуть бути нерівномірне світлофорне регулювання, небезпечні місця перестроювання, зупинки громадського транспорту, звуження проїзної частини, аварійний стан покриття або недостатня пропускна здатність дороги. Усунення цих факторів дозволяє зменшити кількість ситуацій, у яких водії змушені різко гальмувати або змінювати режим руху.

Керування транспортним засобом у стані сп’яніння є причиною з високим потенціалом тяжких наслідків. Зниження ризику за цією причиною потребує насамперед організаційно-контрольних заходів. До них належать посилення вибіркового контролю водіїв у періоди підвищеного ризику, проведення рейдів у вечірній і нічний час, контроль поблизу місць масового відпочинку, інформаційні кампанії щодо наслідків керування у стані сп’яніння та невідворотності відповідальності. Особливо важливо враховувати результати ризик-аналізу, які дозволяють визначати місяці або часові періоди, коли ця причина переходить у високий чи критичний рівень ризику.

Практичні рекомендації повинні також враховувати сезонність аварійності. За результатами апробації встановлено, що для більшості основних причин підвищення ризику спостерігається у літній період, особливо в червні–серпні. Це означає, що профілактичні заходи не повинні бути однаковими протягом усього року. Перед початком літнього періоду доцільно посилювати контроль швидкості, перевіряти стан розмітки, знаків, освітлення, пішохідних переходів, організовувати інформаційні кампанії та виконувати профілактичні заходи на аварійно-небезпечних ділянках. У зимовий період головну увагу необхідно приділяти стану покриття, освітленню, видимості пішохідних переходів, очищенню доріг від снігу та льоду, а також попередженню водіїв про збільшення гальмівного шляху.

Таблиця 3.5 – Практичні рекомендації щодо зниження ризику ДТП за основними причинами

Причина ДТП	Основний ризик	Рекомендовані заходи
Перевищення безпечної швидкості	Зростання ймовірності ДТП і тяжкості наслідків	Автоматична фіксація швидкості, перегляд швидкісних режимів, заспокоєння руху, попереджувальні знаки, шумові смуги
Порушення правил проїзду перехресть	Зіткнення у конфліктних точках	Оптимізація світлофорного регулювання, покращення оглядовості, каналізування потоків, оновлення розмітки
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	Наїзд на пішоходів і тяжкі наслідки	Освітлення переходів, острівці безпеки, підвищені переходи, зниження швидкості, світлофорне регулювання
Порушення правил користування світловими приладами	Погіршення видимості транспортних засобів	Контроль технічного стану, профілактичні перевірки, світлоповертальні знаки, якісна розмітка, освітлення небезпечних ділянок
Недотримання дистанції	Попутні зіткнення у щільному потоці	Інформаційні заходи, обмеження швидкості, попереджувальні знаки, усунення причин різкого гальмування
Керування у стані сп’яніння	Втрата контролю водієм і тяжкі наслідки	Посилення вибіркового контролю, рейди у ризикові періоди, інформаційні кампанії, невідворотність відповідальності

Для забезпечення ефективності запропонованих заходів необхідно встановити порядок їх пріоритезації [11]. Насамперед реалізуються заходи для причин, які одночасно мають велику кількість ДТП і високий або критичний рівень ризику. До таких причин належить перевищення безпечної швидкості. Другим пріоритетом є причини, які мають меншу абсолютну кількість ДТП, але часто переходять у критичну зону ризику, наприклад порушення правил проїзду перехресть або недотримання дистанції у літній період. Третім пріоритетом є причини з високою потенційною тяжкістю наслідків, навіть якщо їх частка у загальній кількості ДТП є меншою. До них належать керування у стані сп’яніння та ДТП за участю пішоходів.

Причина ДТП	Основний ризик	Рекомендовані заходи
Перевищення безпечної швидкості	Критичний Зростання ймовірності ДТП і тяжкості наслідків	• Автоматична фіксація швидкості • Перегляд швидкісних режимів • Заспокоєння руху • Попереджувальні знаки, шумові смуги
Порушення правил проїзду перехресть	Високий Зіткнення у конфліктних точках	• Оптимізація світлофорного регулювання • Покращення оглядовості • Каналізування потоків • Оновлення розмітки
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	Підвищений Наїзд на пішоходів і тяжкі наслідки	• Освітлення переходів, острівці безпеки • Підвищені переходи • Зниження швидкості поблизу • Світлофорне регулювання
Порушення правил користування світловими приладами	Підвищений Погіршення видимості транспортних засобів	• Контроль технічного стану ТЗ • Профілактичні перевірки • Світловідбивальні знаки та розмітка • Освітлення небезпечних ділянок
Недотримання дистанції	Критичний Попутні зіткнення у щільному потоці	• Інформаційні заходи, обмеження швидкості • Попереджувальні знаки • Усунення причин різкого гальмування
Керування у стані сп'яніння	Критичний Втрата контролю водієм і тяжкі наслідки	• Посилення вибіркового контролю та рейди • Контроль у ризикові періоди • Інформаційні кампанії • Невідворотність відповідальності

Рисунок 3.3 – Матриця відповідності причин ДТП і заходів зниження ризику.

Оцінювання ефективності рекомендацій повинно виконуватися шляхом повторного розрахунку показників аварійності після впровадження заходів [12]. Для цього необхідно порівнювати кількість ДТП за відповідною причиною до і після реалізації заходу, зміну частки цієї причини у загальній структурі аварійності, зміну коефіцієнтів тяжкості та зміну індексу ризику. Якщо після впровадження заходів фактична кількість ДТП зменшується, а індекс ризику переходить із критичної або високої зони до підвищеної чи допустимої, захід можна вважати ефективним. Якщо зміни не відбуваються, необхідно переглянути обрані рішення або доповнити їх іншими заходами.

Таблиця 3.6 – Критерії оцінювання ефективності заходів зниження ризику ДТП

Критерій оцінювання	**Очікуваний результат після впровадження заходів**
Кількість ДТП за відповідною причиною	Зменшення порівняно з попереднім періодом
Частка причини у загальній структурі ДТП	Зменшення питомої ваги причини

Індекс ризику	Перехід із критичної або високої зони до підвищеної чи допустимої
Коефіцієнт тяжкості наслідків	Зниження кількості постраждалих на одну ДТП з потерпілими
Кількість місяців із критичним ризиком	Скорочення або повне усунення критичних періодів

Практичне застосування запропонованих рекомендацій повинно мати циклічний характер. Спочатку за результатами аналізу визначається причина з високим або критичним рівнем ризику. Далі для неї обираються відповідні заходи впливу, після чого вони впроваджуються на визначених ділянках або в конкретні періоди. Після накопичення нових статистичних даних виконується повторний аналіз, який дозволяє оцінити зміну рівня ризику. Такий підхід забезпечує постійне вдосконалення системи безпеки дорожнього руху та дозволяє поступово переходити від реагування на наслідки ДТП до попередження причин їх виникнення.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Основні принципи та функції управління охороною праці під час аналізу ДТП

Охорона праці під час виконання робіт, пов’язаних з аналізом дорожньо-транспортних пригод, має важливе значення, оскільки така діяльність може включати не лише опрацювання статистичних даних, а й виїзди на автомобільні дороги, обстеження аварійно-небезпечних ділянок, фотофіксацію дорожніх умов, аналіз організації руху, взаємодію з дорожніми службами та правоохоронними органами. У таких умовах працівник може перебувати під впливом небезпечних і шкідливих факторів, пов’язаних з інтенсивним транспортним потоком, обмеженою видимістю, несприятливими погодними умовами, роботою поблизу проїзної частини, а також тривалим використанням комп’ютерної техніки під час обробки інформації.

Управління охороною праці під час аналізу ДТП повинно базуватися на принципах системності, профілактичної спрямованості, пріоритету життя і здоров’я працівників, відповідальності виконавців та постійного контролю умов праці. Системність означає, що безпека повинна забезпечуватися на всіх етапах роботи: під час підготовки до обстеження, безпосереднього перебування на ділянці дороги, збору матеріалів, повернення з об’єкта та подальшої камеральної обробки даних. Профілактична спрямованість полягає в тому, що основна увага має приділятися не ліквідації наслідків небезпечної ситуації, а її попередженню шляхом правильного планування робіт, вибору безпечного місця перебування, використання засобів індивідуального захисту та дотримання правил поведінки поблизу транспортного потоку [13].

Під час обстеження місць концентрації ДТП або ділянок автомобільних доріг з підвищеним рівнем ризику працівники можуть піддаватися дії рухомих транспортних засобів, шуму, вібрацій, пилу, вихлопних газів, несприятливих температур, опадів, недостатнього освітлення та обмеженої оглядовості. Найбільш небезпечним фактором є перебування поблизу проїзної частини, де існує ризик наїзду транспортного засобу, особливо на ділянках з високою швидкістю руху, у темну пору доби, на кривих малого радіуса, мостах, перехрестях і пішохідних переходах. Тому всі польові роботи повинні виконуватися лише після попередньої оцінки небезпек і визначення безпечного порядку дій.

Перед виїздом на об’єкт необхідно визначити мету обстеження, склад групи, маршрут руху, місця зупинки транспортного засобу, порядок фото- та відеофіксації, тривалість перебування на ділянці дороги та засоби зв’язку. Не допускається зупинка службового або особистого автомобіля в місцях, де він може створювати перешкоди для руху або підвищувати ризик нової аварійної ситуації. Зупинку слід виконувати на узбіччі, майданчику, парковці або іншому

безпечному місці, а за потреби використовувати аварійну сигналізацію, знак аварійної зупинки та світловідбивні елементи. Перебування працівника на проїзній частині допускається лише у випадках службової необхідності та за умови забезпечення видимості, попередження водіїв і дотримання безпечної дистанції від транспортного потоку.

Обов'язковою умовою безпечного виконання робіт поблизу автомобільних доріг є використання засобів індивідуального захисту. До них належать сигнальний жилет підвищеної видимості, закрите зручне взуття, захисний одяг відповідно до погодних умов, ліхтар або інший засіб підсвічування під час роботи в темну пору доби, а також засоби зв'язку. Якщо обстеження проводиться на ділянках з інтенсивним рухом або в умовах недостатньої видимості, доцільно обмежити час перебування біля дороги та виконувати фіксацію з безпечних точок, не виходячи на проїзну частину.

Важливою функцією управління охороною праці є організація безпечного робочого місця під час обробки даних [14]. Аналіз ДТП передбачає тривалу роботу з електронними таблицями, статистичними базами, картографічними матеріалами, графіками, фото- та відеоматеріалами. Тому робоче місце повинно відповідати вимогам ергономіки: монітор має розміщуватися на зручній відстані від очей, робоче крісло повинно забезпечувати підтримку спини, освітлення має бути достатнім і не створювати відблисків на екрані. Під час тривалої роботи необхідно робити короткі перерви для зниження зорового та психофізіологічного навантаження.

До функцій управління охороною праці під час аналізу ДТП належать планування безпечного виконання робіт, ідентифікація небезпечних факторів, інструктаж виконавців, забезпечення засобами індивідуального захисту, контроль за дотриманням правил безпеки, аналіз причин можливих небезпечних ситуацій та коригування порядку виконання робіт. Планування передбачає визначення обсягу робіт, умов їх виконання, складу виконавців і необхідних засобів захисту. Ідентифікація небезпек дозволяє заздалегідь встановити, які саме ризики можуть виникнути на конкретній ділянці дороги. Інструктаж забезпечує доведення до працівників правил поведінки поблизу проїзної частини, порядку використання засобів захисту та дій у разі виникнення небезпечної ситуації.

Контроль за дотриманням вимог охорони праці повинен здійснюватися як перед початком робіт, так і під час їх виконання. Перед виїздом перевіряється готовність обладнання, наявність засобів індивідуального захисту, справність засобів зв'язку та можливість безпечного доступу до об'єкта. Під час роботи контролюється перебування працівників у безпечній зоні, недопущення виходу на проїзну частину без необхідності, правильність розміщення транспортного засобу та дотримання порядку фотофіксації. Після завершення робіт доцільно

проаналізувати, чи виникали небезпечні ситуації, і за потреби скоригувати порядок виконання аналогічних робіт у майбутньому.

Таблиця 4.1 – Основні функції управління охороною праці під час аналізу ДТП

Функція управління	**Зміст функції**	**Очікуваний результат**
Планування	Визначення місця, часу, складу робіт і необхідних засобів захисту	Підготовка до безпечного виконання обстеження
Ідентифікація небезпек	Встановлення можливих небезпечних факторів на дорозі та робочому місці	Попередження травмування та небезпечних ситуацій
Інструктаж	Ознайомлення виконавців із правилами безпеки	Формування безпечної поведінки під час роботи
Забезпечення засобами захисту	Використання сигнального одягу, засобів зв’язку, освітлення	Підвищення видимості та захищеності працівника
Контроль	Перевірка дотримання вимог безпеки під час виконання робіт	Зниження ймовірності порушень і небезпечних дій
Аналіз і коригування	Оцінка небезпечних ситуацій після завершення робіт	Удосконалення порядку виконання подальших обстежень

Окрему увагу необхідно приділяти інформаційній безпеці та коректності роботи з даними про ДТП. Під час аналізу можуть використовуватися матеріали, що містять відомості про місце пригоди, учасників, транспортні засоби, наслідки аварії або фотофіксацію. Такі дані повинні оброблятися з дотриманням вимог конфіденційності, без необґрунтованого поширення персональної інформації. У межах наукового дослідження доцільно використовувати знеособлені статистичні дані, які дозволяють аналізувати причини аварійності без розкриття персональних даних учасників ДТП.

Під час виконання робіт важливо враховувати також психофізіологічні фактори. Аналіз ДТП, особливо пригод із загиблими або травмованими, може супроводжуватися підвищеним емоційним навантаженням. Крім того, тривала робота з великими масивами статистичних даних потребує концентрації уваги та може призводити до втоми. Тому організація праці повинна передбачати раціональний режим роботи, чергування аналітичних і технічних операцій, перерви та недопущення перевтоми працівника.

4.2 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 [15].

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 І 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 працівників.

2) До ІІ 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.

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.

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 [16].

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, техногенных 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

У кваліфікаційній роботі розглянуто задачу розробки методики аналізу причин виникнення дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах України.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан аварійності на автомобільних дорогах України та світу, розглянуто основні підходи до класифікації дорожньо-транспортних пригод і причин їх виникнення. Встановлено, що найбільш поширеними видами ДТП є зіткнення транспортних засобів, наїзди на транспортні засоби, що стоять, наїзди на перешкоди, наїзди на пішоходів, перекидання транспортних засобів та інші види пригод. Визначено, що причини ДТП доцільно групувати за кількома основними напрямами: поведінкові фактори водіїв, порушення з боку пішоходів, технічний стан транспортних засобів, дорожні умови, погодні та середовищні фактори, а також недоліки організації дорожнього руху. Обґрунтовано необхідність застосування комплексного підходу, який поєднує статистичний аналіз, групування даних, аналіз часових рядів, Парето-аналіз, коефіцієнтне оцінювання тяжкості наслідків і ризик-орієнтований підхід.

У другому розділі сформовано розрахункову основу методики аналізу причин ДТП. Запропоновано структуру вихідної бази даних, яка включає рік і місяць спостереження, загальну кількість ДТП, кількість ДТП з потерпілими, кількість загиблих і травмованих, види пригод, причини їх виникнення та додаткові умови, що впливають на аварійність. Для кількісної оцінки стану аварійності використано систему абсолютних і відносних показників: загальну кількість ДТП, кількість ДТП з потерпілими, частку ДТП з потерпілими, коефіцієнт тяжкості ДТП, коефіцієнт смертності, загальний коефіцієнт тяжкості та частку окремої причини у загальній структурі аварійності. На прикладі статистичних даних за 2022–2023 роки показано, що збільшення загальної кількості ДТП не завжди супроводжується зростанням тяжкості наслідків, тому для об’єктивного аналізу необхідно одночасно враховувати як кількість пригод, так і показники загиблих та травмованих. У результаті статистичного аналізу основних причин ДТП в Україні за період 2017–2023 років встановлено, що найбільший внесок у загальну аварійність має перевищення безпечної швидкості, частка якого становить 38,5%. Також до пріоритетних причин віднесено порушення правил користування зовнішніми світловими приладами, порушення правил проїзду перехресть, порушення правил проїзду пішохідних переходів, недотримання дистанції та керування транспортним засобом у стані сп’яніння. Сумарно ці причини формують основну частину дорожньо-транспортних пригод, що підтверджує доцільність застосування Парето-аналізу для виділення найбільш значущих факторів аварійності. Для подальшого оцінювання небезпеки запропоновано використовувати індекс ризику, який

визначається шляхом порівняння фактичної кількості ДТП за окремою причиною з цільовим рівнем аварійності. Для інтерпретації результатів прийнято чотири рівні ризику: допустимий, підвищений, високий і критичний.

У третьому розділі розроблено структурну схему методики аналізу причин ДТП, яка включає інформаційний блок, блок попередньої обробки даних, класифікаційний блок, розрахунково-аналітичний блок, блок ранжування причин, блок ризик-аналізу, блок формування практичних рішень і блок моніторингу ефективності. Апробацію методики виконано на прикладі основних причин ДТП за січень–серпень 2023 року. Для кожної причини визначено середньомісячне значення, цільовий рівень аварійності та рівень ризику за місяцями. Встановлено, що для більшості основних причин характерне зростання ризику в літній період, особливо у червні–серпні. Перевищення безпечної швидкості має найбільшу абсолютну кількість ДТП і переходить у критичну зону ризику в липні та серпні, що підтверджує необхідність першочергового впливу на швидкісний фактор. За результатами апробації методики сформовано практичні рекомендації щодо зниження ризику ДТП.

У четвертому розділі розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці під час виконання робіт, пов’язаних з аналізом ДТП. Визначено, що така діяльність може включати не лише камеральне опрацювання статистичних даних, а й виїзди на автомобільні дороги, обстеження аварійно-небезпечних ділянок, фотофіксацію дорожніх умов і роботу поблизу транспортного потоку. Основними небезпечними факторами при цьому є рухомі транспортні засоби, недостатня видимість, несприятливі погодні умови, шум, вихлопні гази, а також тривале зорове та психофізіологічне навантаження під час роботи з комп’ютерною технікою. Запропоновано дотримуватися принципів системності, профілактичної спрямованості, пріоритету життя і здоров’я працівників, використання засобів індивідуального захисту, правильного планування обстежень і безпечної організації робочого місця.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. World Health Organization. (2023). Global status report on road safety 2023. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240086517

2. International Transport Forum. (2024). Road safety annual report 2024. OECD Publishing. https://www.itf-oecd.org/road-safety-annual-report-2024

3. Shinar, D. (2017). Traffic safety and human behavior (2nd ed.). Emerald Publishing Limited. https://doi.org/10.1108/9781786352217

4. American Association of State Highway and Transportation Officials. (2010). Highway safety manual (1st ed.). AASHTO.

5. Патрульна поліція України. (2026). Статистика ДТП в Україні. https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/

6. Ляшук, О. Л., Міронов, Д. В., Лисенко, С. В., Гупка, А. Б., & Бодоряк, Ю. Д. (2024). Статистичний аналіз дорожньо-транспортних пригод у Тернопільській області та заходи щодо зниження аварійності. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, 9(40), ч. 2, 88–106. https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).2.88-106

7. Washington, S., Karlaftis, M. G., Mannering, F., & Anastasopoulos, P. (2020). Statistical and econometric methods for transportation data analysis (3rd ed.). Chapman and Hall/CRC. https://doi.org/10.1201/9780429244018

8. Lord, D., & Mannering, F. (2010). The statistical analysis of crash-frequency data: A review and assessment of methodological alternatives. Accident Analysis & Prevention, 44(5), 291–305. https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.02.001

9. Lyashuk, O., Mironov, D., Martyniuk, V., Aulin, V., Tson, O., & Maruschak, P. (2024). Risk analysis of road traffic accidents in Ukraine. Transport, 39(4), 350–359. https://doi.org/10.3846/transport.2024.23190

10. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (2009). The handbook of road safety measures (2nd ed.). Emerald Group Publishing Limited. https://doi.org/10.1108/9781848552517

11. Hauer, E. (1997). Observational before-after studies in road safety: Estimating the effect of highway and traffic engineering measures on road safety. Pergamon.

12. Alhamad, S., Almallah, M., Naser, M. N., Alhajyaseen, W. K., & De Roos, M. P. (2023). Examining the role of road safety audits worldwide: Exploring road safety expert's opinions. International Journal of Injury Control and Safety Promotion, 30(1), 106–115. https://doi.org/10.1080/17457300.2022.2114090

13. 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.

14. 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.

15. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: навч. посібник / В.С. Стручок – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – 156 с.

16. 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.