

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**
Навчально - науковий інститут транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної випускної роботи**


освітній ступінь - магістр
спеціальність - 275 – Транспортні технології
спеціалізація - 275.3 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ
ДОРОЖНЬОГО РУХУ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ТЕХНІЧНИХ
ЗАСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ»


Виконав
Здобувач вищої освіти
групи ОПАТ-19зм


Лапоног І.П.
(підпис)

Керівник:


доц. Баранов І.О.
(підпис)

Завідувач кафедри:


проф. Чернецька-Білецька Н.Б.
(підпис)

Рецензент:

.....
(підпис) (ініціали і прізвище)

1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

1.1 Стан безпеки дорожнього руху в Україні

«Не можна досягати мобільності ціною здоров'я і життя людей» – проголошено у Резолюції Генеральної асамблеї ООН 58/289 від 14.04.2004р. «Поліпшення глобальної безпеки дорожнього руху».

Людина, її життя, здоров'я і безпека відповідно до Конституції України визнані найвищою соціальною цінністю у нашій державі. Однак, порівняно з країнами Європи стан безпеки дорожнього руху в Україні можна охарактеризувати, як вкрай незадовільний через високий рівень смертності та дорожньо-транспортного травматизму.

Щорічно тисячі громадян нашої держави гинуть, стають інвалідами, що спричиняє глибокі душевні страждання мільйонам громадян - окрім потерпілих, їх близьким та родичам. Непоправною втратою для суспільства є загибель або каліцтво дітей, молоді, що завдає величезної шкоди майбутньому держави [5].

У 2000 році ООН прийняла Декларацію Тисячоріччя. У цьому програмному документі викладені основні напрямки дій, реалізація яких допоможе досягти істотного прогресу в житті людей до 2015 року. Травми, отримані в результаті дорожньо-транспортних пригод, не були тоді визнані як одна з найсерйозніших проблем охорони здоров'я [6]. Та ж ситуація повторилася при прийнятті підсумкового документу і на Світовому Саміті зі сталого розвитку в Йоханесбурзі у 2002 році. І хоча документ дійсно містив коротку згадку про безпеки пересування в цілому, він не визначав дорожньої безпеки, як предмет особливого занепокоєння.

Показово, що в той час як малярія і туберкульоз обширно представлені в Декларації Тисячоріччя ООН, дорожньо-транспортний травматизм там відсутній, незважаючи на те, що він аналогічним чином впливає на рівень смертності та каліцтва (табл. 1.1). Малярія, туберкульоз та дорожньо-

транспортний травматизм займають схожі позиції серед наступаючих проблем суспільного здоров'я. Таким чином припустимо використовувати масштаб ресурсів, доступних для боротьби з малярією та туберкульозом для приблизного порівняння з рівнем глобальної підтримки профілактики дорожньо-транспортного травматизму [7].

Таблиця 1.1

Дванадцять основних причин смертності

Рейтинг смертності	Причина	Процент від загальної кількості
1	Ішемічна хвороба серця	12,6
2	Порушення черепно-мозкового кровопостачання	9,7
3	Інфекції нижчих дихальних шляхів	6,9
4	ВІЛ/СНІД	4,8
5	Хронічні обструктивні захворювання легень	4,8
6	Перинатальний стан	4,3
7	Захворювання шлунково-кишкового тракту	3,3
8	Туберкульоз	2,7
9	Рак трахеї, бронхів, легень	2,2
10	Дорожньо-транспортний травматизм	2,1
11	Цукровий діабет	1,7
12	Малярія	1,6

В Україні один з найвищих рівнів ризику загибелі у ДТП (показник кількості загиблих на 100 ДТП у нас складає 15 – 17, що у 7 – 8 разів більше, ніж у Німеччині, Португалії, Швеції, Австрії та у 3 – 4 - ніж в Угорщині, Данії, Фінляндії та Франції.

З огляду на ситуацію, що склалася у країні, Кабінет Міністрів України Розпорядженням від 17.06.2017 р. затвердив Стратегію підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року [1].

Основною метою Концепції є зниження рівня аварійності та тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод, створення безпечних та комфортних

умов руху транспортних засобів на вулично-дорожній мережі, а також удосконалення системи державного управління безпекою дорожнього руху.

Одною з основних причин низького рівня безпеки дорожнього руху за визначенням Концепції є низька ефективність системи організаційно-планувальних та інженерних заходів, спрямованих на вдосконалення організації руху транспорту та пішоходів. Стан безпеки дорожнього руху в Україні і наслідки дорожніх транспортних пригод є одними з найгірших у Європі. За останні десять років внаслідок 391,134 ДТП загинуло 62,141 особа, травмовано – 445,832 особи. У 2006 році в Україні зареєстровано 45,5 тис. ДТП, у яких загинуло 6867 і травмовано 55,6 тис. осіб. Кожний шостий з травмованих у ДТП потребує постійного стороннього догляду і соціального захисту з боку держави.

В Україні відношення кількості загиблих у ДТП на 1 млн. автомобілів у 7 разів більше ніж в ЄС і США і у 10 разів більше ніж у Японії. Кількість загиблих на 1 млрд. автомобіле – кілометрів в Україні – 97, у Німеччині – 14 (у 7 разів менша), у Швеції – 8 (у 12 разів менша). Кількість загиблих у ДТП в Україні становить 13% від загиблих у дорожніх пригодах всієї Європи, тоді як кількість автомобілів – лише 2% від всього європейського автомобільного парку. Ймовірність потрапити у дорожньо-транспортну пригоду зі смертельним наслідком в Україні у п'ять разів вища, ніж у західноєвропейських країнах. Україна потрапила у групу країн найвищого ризику щодо безпеки пішоходів.

У 2008 році більше 74% загиблих у ДТП спричинено порушеннями правил дорожнього руху водіями, переважно приватного автотранспорту. Основними причинами ДТП, які призвели до смертельних наслідків є: невідповідна швидкість руху (49%); порушення правил маневрування (21%); виїзд на смугу зустрічного руху (20%); керування транспортом у нетверезому стані (5%); порушення правил проїзду перехресть (4%). У Другій програмі з безпеки дорожнього руху комісія ЄС вперше відмовилася від традиційного поділу профілактичних заходів на ті, які пов'язані з людиною, та з інфраструктурою, і

ухвалила таке: жертви ДТП є результатом незадовільного функціонування всієї транспортної системи, яка включає рішення та дії людей, нестабільність умов інфраструктури.

Завдяки прийнятим Комісією ЄС стратегіям та заходам згаданих програм, у країнах ЄС зафіксовано суттєве зниження кількості смертельних і важких випадків внаслідок ДТП при тому, що збільшився парк і рухомість автомобілів.

Викликає занепокоєння той факт, що у 2010 році Луганська область за кількістю загиблих та поранених у ДТП знаходиться у «лідерах» по Україні. На автомобільній дорозі держаного значення Знам'янка – Луганськ – Ізварине за період з 2009 по 2010 роки кількість ДТП зростала. Зросла кількість поранених і людей, що загинули (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Кількість постраждалих в наслідок ДТП за 2018-2019 роки

Особливо хвилює той факт, що при обстеженні місць скоєння ДТП представниками дорожнього нагляду Державтоінспекції тільки у 2007 році було зафіксовано 459 випадків, в яких супутньою причиною ДТП могли бути дорожні умови [8].

Тобто, фактично були виявлені випадки незадовільного стану автомобільних доріг, які можуть вплинути на безпеку дорожнього руху.

Звісно, не тільки стан доріг повинен у такій великій кількості ДТП. Наприклад, за результатами зарубіжних досліджень частка пригод, в яких несправності автомобілів стали причиною, склала: 15 – 25 % – у США, 20 % - у Франції, 18%

– у Німеччині, 12% – у Данії [9]. Але це не поменшує участь дорожнього фактору у загальній масі аварійності.

1.2 Аналіз попередніх робіт, що присвячені зниженню рівня аварійності

Метою розділу є вивчення основних факторів, що впливають на рівень аварійності на автомобільних дорогах.

Основою для аналізу досліджень у сфері безпеки дорожнього руху стали теоретичні та практичні твори вітчизняних та закордонних вчених у числі котрих В.Ф. Бабков, О.В. Бусел, О.П. Васильєв, Д.В. Капський, Г.І. Клинковштейн, Ю.О. Кременець, М.М. Поздняков, В.П. Поліщук, Є.Д. Прусенко, І.М. Пугачев, В.В. Сильянов, В.В. Столяров, В.В. Ушаков, Я.В. Хом'як, С.Г. Цупіков та багато інших спеціалістів. Розглянуто автореферати та дисертації, автори яких провели роботу за спорідненими темами, та дійшли до певних висновків.

Причини, за якими стає можливим поява умов для скоєння ДТП сформульовано у [10], вони визначені взаємодією факторів «водій – дорога – автомобіль – навколишнє середовище». Впродовж останніх десятиріч країни-лідери в області безпеки дорожнього руху (наприклад, Скандинавські країни, Німеччина) успішно реалізували потенціал простих і недорогих рішень.

Передусім, йдеться про вдосконалення системи управління безпекою дорожнього руху, інформаційно-пропагандистську роботу з різними групами населення, роботу з дітьми з метою профілактики ДТП, рішення по стримуванню швидкостей руху транспортних засобів, вдосконалення системи підготовки водіїв і їх допуску до управління транспортними засобами, формування громадської думки і пропаганди в області безпеки дорожнього руху (зокрема, використання ременів безпеки, шоломів, світловідбивачів).

У результаті впроваджених заходів у цих країнах – найбезпечніші дорожні мережі у світі. Незважаючи на високий рівень автомобілізації, ці країни і нині

продовжують воліти до значних результатів по зниженню аварійності. На безпеку дорожнього руху робить вплив безліч чинників:

- об'єктивних (конструктивні параметри і стан дороги, інтенсивність руху транспортних засобів і пішоходів, облаштування доріг спорудами і засобами регулювання, пора року, час доби);
- суб'єктивних (стан водіїв і пішоходів, порушення ними встановлених правил).

З точки зору безпеки дорожнього руху інтерес для системного вивчення представляють як самі чинники ризику, так і їх різні поєднання, а саме:

- людина-автомобіль;
- автомобіль-дорога;
- дорога-людина.

На рис. 1.2 представлена роль різних чинників, як причин ДТП:

- у 57% випадків головна причина ДТП – помилка людини;
- у 27% випадків причиною ДТП є проблема взаємодії людини і дороги;
- у 6% випадків причиною ДТП є проблема взаємодії людини і автомобіля;
- у 3% випадків причиною ДТП є проблема багатосторонньої взаємодії людини, автомобіля і дороги.



Рис.1.2. Роль чинників ризику та їх поєднань у виникненні ДТП

Аналіз робіт виявив декілька основних перспективних напрямків, які можуть вплинути на стан безпеки руху і висвітлені у [11–14]. Деякі роботи [15] присвячені питанням розробки теоретичних засад формування нормативної

бази безпеки дорожнього руху та прогнозування дорожньо-транспортних пригод.

У них сформовано методологію підвищення безпеки дорожнього руху на основі розроблення системи стандартів та інших нормативних документів, які дозволяють проводити сертифікацію процесів у системі “водій – автомобіль – дорога – довкілля” та систематичний нагляд за сертифікованими елементами системи.

Інші роботи [16] присвячені розробці методу аналізу та підвищенню безпеки дорожнього руху на основі енергетичних характеристик руху транспортного потоку. Введено поняття “небезпеки дорожнього руху”, на основі якого сформульовані частинні поняття “абсолютної, загальної і місцевої небезпек руху” одиночного транспортного засобу та транспортного потоку, для яких виведені відповідно миттєва, просторова та часова енергетичні характеристики що об'єктивно зв'язують показники руху транспортного потоку з показниками аварійності.

Проблема аварійності на зосереджених ділянках автодоріг повно висвітлена у [17], в якій аналітичним та експериментальним шляхом визначена множина типів конфліктних точок між транспортними і пішохідними потоками, необхідна і достатня для коректної оцінки ступеня конфліктності як регульованих так і нерегульованих перехресть. У роботі запропонована оцінка небезпеки кожного з типів конфліктних точок, яка враховує статистичну ймовірність скоєння дорожньо-транспортної пригоди залежно від характеристик транспортних і пішохідних потоків, а також дорожніх умов.

Також розроблена методика апріорної оцінки рівня безпеки руху транспортних засобів та пішоходів на перехрестях вулично-дорожньої мережі, що враховує характеристики транспортних і пішохідних потоків, наявні конфліктні точки між ними, дорожні умови, ступінь тяжкості та можливі збитки від ймовірних дорожньо-транспортних пригод.

Забезпеченню безпеки руху на перехрестях за допомогою світлофорного регулювання і зміни циклів його роботи присвячені роботи [18, 19], на нерегульованих перехрестях на одному рівні [20].

Аналіз досліджень, що розглянуті у цьому розділі, дозволив відзначити ряд моментів, які вищевказані автори, у силу специфіки своїх робіт, не враховували:

-по-перше, у багатьох роботах зроблено висновки, що дорожній фактор займає дуже невеликий відсоток у впливі на виникнення аварійної ситуації;

-по-друге, до теперішнього часу не існує єдиної методики виявлення впливу того або іншого фактору на безпеку дорожнього руху.

-по-третє, при дослідженні впливу дорожнього фактору на аварійність вивчено вплив в основному геометричних характеристик автомобільних доріг та стан покриття автодороги; інженерне обладнання та технічні засоби практично завжди залишаються поза увагою.

Слід відзначити, що серед наведених інструментів, що реалізуються через різні заходи, немає єдиного та радикального засобу для підвищення безпеки дорожнього руху.

Виходячи із вищевказаного, серед іншого, метою цього дослідження є розробка теоретичних засад оцінювання впливу інженерного обладнання автомобільних доріг по рівню безпеки дорожнього руху.

Організаційно-правовою основою наявності на автомобільних дорогах інженерного обладнання є правила дорожнього руху, загальнодержавні стандарти, нормативні документи, що регламентують діяльність підрозділів дорожньо-експлуатаційної служби та Державтоінспекції.

1.3. Аналіз відомих методів аналізу дорожньо-транспортних пригод та пропозиції щодо їх удосконалення

Незважаючи на те, що кожне конкретне ДТП представляє собою випадкове явище, статистичний аналіз великого об'єму інформації дозволяє

знаходити загальні закономірності їх виникнення. Можна назвати три характерних напрямки вивчення матеріалів обліку ДТП, які необхідні для якісної організації дорожнього руху:

- оцінка стану аварійності (рівня аварійності) на певній адміністративній території або в транспортній системі та виявлення тенденцій в її змінах у зв'язку з заходами з організації руху, що проводяться;
- виявлення причин і факторів, що обумовлюють виникнення ДТП та розробку заходів щодо їх усунення;
- виділення місць та ділянок доріг з найбільшою концентрацією ДТП (ділянок аварійності).

Вивчення методів аналізу ДТП дає змогу всебічно розглянути проблему виникнення передумов скоєння аварій та дійти до нових, нетипових до цього дня рішень щодо оцінювання небезпек на автодорогах та вжиття дієвих заходів щодо зменшення аварійності не витрачаючи на це надвеликих коштів [21, 22]. Відповідно до названих трьох напрямків аналізу можна умовно підрозділити і його методи. До них відносять: топографічний, кількісний та якісний аналізи.

1.3.1 Топографічний аналіз дорожньо-транспортних пригод

Топографічний аналіз [23] призначений для виявлення місць концентрації ДТП в просторі (пересіченні, ділянці дороги). Розрізняють три види топографічного аналізу: карту ДТП, лінійний графік ДТП, масштабну схему (ситуаційний план) ДТП.

Карта ДТП може бути виконана у вигляді звичайної карти у відповідному масштабі, на яку умовними позначеннями нанесені місця скоєння ДТП. Причому в залежності від цілей топографічного аналізу, що проводиться на карті, можуть бути умовно позначені види ДТП, тяжкість ДТП тощо. В результаті на карті у наглядному виді «проявляються» ділянки ДТП, привертаючи увагу спеціалістів для прийняття відповідних заходів.

Лінійний графік, як правило, складається для ділянки або всієї автомобільної дороги. Масштаб зображення збільшений у порівнянні з картою ДТП, що дозволяє більш детально класифікувати ДТП, наносячи їх за допомогою умовних зображень на графік. Ділянки ДТП на графіку підказують про несприятливі дорожні умови, які склалися в місцях їх зосередження.

Масштабна схема представляє собою по суті схему ДТП на пересіченні, площі, ділянці дороги та ін., виконану в крупному масштабі. На ній символічними зображеннями наносяться транспортні засоби, учасники ДТП, напрямки їх руху, тяжкість наслідків ДТП. Схема дозволяє приймати рішення про необхідність удосконалення організації руху на конкретній ділянці вулично-дорожньої мережі.

Проте, важливим доповненням до топографічного аналізу може бути нанесення на лінійну схему дати та часу доби. Цей захід додасть до схеми додаткову інформацію для встановлення істинних причин аварій. Також стає можливим більш точно призначати заходи для ліквідації ділянки аварійності (наприклад, влаштування зовнішнього освітлення, якщо більша частина ДТП трапилася у темний час доби, тощо).

1.3.2. Кількісний аналіз дорожньо-транспортних пригод

Кількісний аналіз [23] оцінює рівень аварійності по місцю (пересічення, вулиця) та часу їх скоєння (година, день, місяць, рік). Розрізняють абсолютні показники (загальна кількість ДТП, кількість загиблих чи поранених, сумарні збитки від ДТП) та відносні показники (кількість ДТП, що приходяться: на 100 тис. мешканців; на 1 тис. транспортних засобів; на 1 тис. водіїв; на 1 км протяжності дороги; на 1 млн. км пробігу та ін.). Абсолютні показники дають загальну уяву про рівень аварійності, дозволяють проводити порівняльний аналіз у часі та показують тенденції щодо зміни цього рівня.

Однак більш об'єктивними є відносні показники, які дозволяють проводити порівняльний аналіз рівня аварійності різних країн, регіонів, міст, магістралей тощо.

З перерахованих показників найбільш розповсюдженим і об'єктивним є показник K_a відносної аварійності (1.1), що враховує пробіг транспортних засобів:

$$K_a = \frac{\sum n_{дтп}}{\sum L}, \quad (1.1)$$

де $\sum n_{дтп}$ – кількість ДТП за період, що розглядається;

$\sum L$ – сумарний пробіг транспортних засобів за той же період, км.

З урахуванням середньодобової інтенсивності N руху транспортних засобів протягом року на ділянці магістралі протяжністю l показник відносної аварійності (1.2) на 1 млн. км пробігу:

$$K_a = \frac{10^6 \sum n_{дтп}}{365Nl}. \quad (1.2)$$

У зв'язку з різною ступеню тяжкості наслідків ДТП для можливості порівняльної оцінки та аналізу різних ДТП використовують коефіцієнт K_t тяжкості ДТП (1.3), що визначається як відношення кількості загиблих $\sum n_y$ до кількості поранених $\sum n_p$ за певний період часу:

$$K_t = \frac{\sum n_y}{\sum n_p}. \quad (1.3)$$

За даними офіційної статистики, показник тяжкості ДТП коливається в різних країнах від 1/5 до 1/40. Слід враховувати, що на K_t чинить великий вплив на повноту охопту ДТП з легкими тілесними пошкодженнями, що у свою чергу, в значній мірі залежить від правових положень з страхування.

Тяжкість наслідків від ДТП може бути охарактеризована залежностями (1.4) – (1.6), крім того, відношенням кількості загиблих n_y або поранених n_p до загальної кількості ДТП:

$$K_T^* = \frac{\sum n_y}{\sum n_{\text{ДТП}}}; \quad (1.4)$$

$$K_T^{**} = \frac{\sum n_p}{\sum n_{\text{ДТП}}}; \quad (1.5)$$

$$K_T^{***} = \frac{\sum n_y + \sum n_p}{\sum n_{\text{ДТП}}}. \quad (1.6)$$

Для оцінки тяжкості окремого виду ДТП (зіткнення, перекидання тощо) може бути використаний показник, який представляє собою відношення кількості загиблих (поранених) до кількості ДТП даного виду.

Щоб визначити втрати від ДТП, розроблені різні методики розрахунку матеріального збитку від ДТП. Загальний принцип їх наступний: втрати умовно ділять на прямі та непрямі.

До прямих відносять матеріальні втрати, що відбулися у результаті:

- пошкодження або знищення матеріальних цінностей (транспортних засобів, вантажів, що перевозяться, технічних засобів організації дорожнього руху та облаштування доріг);
- транспортування та відновлення транспортних засобів;
- ремонт дорожніх споруд і елементів облаштування доріг;
- надання допомоги та лікування людей;
- виплати грошової допомоги і пенсій потерпілим та їх сім'ям;
- затримки руху (втрати часу транспортними засобами, перевитрата палива, втрати часу пасажирями тощо).

До непрямих втрат відносять втрати, пов'язані з тимчасовим або повним припиненням трудової діяльності членів суспільства, тобто умовну втрату частини національного прибутку країни. Для доповнення кількісного методу аналізу ДТП пропонується при врахуванні прямих втрат від ДТП (пошкодження елементів автодороги), закладати не тільки вартісний коефіцієнт, а і номенклатурний, якій би вказував, що саме пошкоджено, кількість або довжину елемента, що підлягає ремонту або заміні.

Цей захід надав би можливість після аналізу провести роботи по модернізації інженерного обладнання автомобільних доріг з метою подальшого недопущення їх пошкодження (наприклад, встановлення гнучких сигнальних стовпчиків), або зменшення втрат від зіткнення ДТЗ з ними (наприклад, встановлення дерев'яних стояків дорожніх знаків замість металевих або залізобетонних).

1.3.3 Якісний аналіз дорожньо-транспортних пригод

Якісний аналіз ДТП [23] служить для встановлення причинно-наслідкових факторів виникнення і ступеня їх впливу на ДТП. Цей аналіз дозволяє виявити причини і фактори виникнення ДТП по кожному із складових системи «Дорожній рух». Аналіз причин ДТП дозволяє звести їх у наступні однорідні за характером групи:

- недотримання правил дорожнього руху учасниками цього руху, тобто водіями, пішоходами і пасажирями;
- вибір водіями таких режимів руху, при яких вони втрачають можливість керувати транспортними засобами, в результаті чого виникають заноси, перекидання, зіткнення тощо;
- зниження психофізіологічних функцій учасників руху в результаті перевтомлення, хвороби, вживання алкогольних напоїв, наркотиків, ліків під впливом факторів, що сприяють зміні його нормального стану;
- незадовільний технічний стан транспортних засобів;

- неправильне розташування та закріплення вантажу;
- незадовільне влаштування та утримання елементів дороги і дорожньої обстановки;
- незадовільна організація дорожнього руху.

При аналізі дорожньо-транспортних пригод найбільш просто віднести їх причину до водія, який, як вважають, зобов'язаний миттєво реагувати на зміну дорожньо-транспортної ситуації та компенсувати недосконалість складових системи «людина - автомобіль - дорога - середовище» необхідними прийомами керування, що забезпечує безпечний режим руху.

Однак така впевненість недостатньо обґрунтована. Багато ДТП трапляється через недосвідченість, недобросовісність або халатність деяких посадових осіб, наприклад дорожньо-транспортні пригоди, які виникають через дефекти транспортних засобів, поганого освітлення вулиць, незадовільного стану проїзної частини, неправильної розмітки вулиць, невірною встановлення та незадовільного стану дорожніх знаків тощо.

На відміну від систем автоматичного регулювання водій не має запрограмованої системи відповідей на все незліченне різноманіття дорожньо-транспортних пригод. Розглядаючи можливі варіанти рішення задачі в обмежений проміжок часу, він може допускати помилки, кількість яких збільшується при зниженні його психофізіологічних можливостей в процесі роботи.

При врахуванні цієї обставини за такими офіційними причинами ДТП, як перевищення швидкості, неправильний обгін або поворот, наїзд на пішохода тощо, в багатьох випадках виявилось би, що істинною причиною дорожньо-транспортних пригод є не помилкові дії водія, а інші фактори, що відносяться або до дороги, або до автомобіля, або до одного та другого одночасно. В результаті було достатньо самого незначного непорозуміння водієм дорожньої ситуації, щоб виникла небезпека дорожньо-транспортної пригоди [28].

Аналіз великої кількості дорожньо-транспортних пригод дозволив встановити, що на кожні 100 ДТП приходить близько 250 причин і супутніх факторів. За

матеріалами світової статистики розподілення причин ДТП приблизно наступне:

- через невірні дії людини 60 – 70%;
- через незадовільний стан дороги і невідповідність дорожніх умов характеру руху 20 – 30%;
- через технічні несправності автомобіля 10 – 20%.

На зіткнення, наїзди на перешкоди, пішоходів та велосипедистів припадає близько 90% від усіх ДТП. Понад 50% ДТП вдалося б уникнути, якби ізолювати пішохідні та велосипедні потоки від автомобільних.

Основні причини виникнення ДТП наступні:

- управління транспортним засобом у нетверезому стані;
- перевищення швидкості;
- порушення правил маневрування;
- порушення правил обгону;
- виїзд на смугу зустрічного руху;
- порушення правил проїзду перехресть;
- недотримання дистанції;
- відвертання від управління;
- перехід через проїзну частину в невстановленому місці;
- неочікуваний вихід на проїзну частину.

У темну пору доби обсяг руху становить не більше 20 % середньодобового. У той же час, як показують дослідження, незважаючи на зниження середніх швидкостей руху і його інтенсивності, за цей період трапляється 44 % усіх ДТП, що зумовлює підвищену тяжкість пригод внаслідок відсутності природного освітлення. Інші 56 % ДТП відбуваються в світлу пору доби. Останнім часом значно зросла частка ДТП, що скоїлися в умовах незадовільного стану вулиць і доріг. Найбільша кількість ДТП, при яких зафіксовано незадовільні дорожні умови, відбуваються за відсутності або невірного застосування дорожньої розмітки, відсутності тротуарів та на слизькому дорожньому покритті. Питома вага ДТП через відсутність

дорожньої розмітки або невірне її застосування становить 73%, а через зимову слизькість – 10 % від загальної кількості пригод, пов'язаних з незадовільними дорожніми умовами [29]. Тому виникає потреба у більш досконалому вивченні кожної окремої складової інженерного обладнання доріг для виявлення їх впливу на дорожню аварійність.

Найбільш оптимальним рішенням аналізу аварійності у дослідженні вважаємо вивчення такої шляхом аналізу карток місць концентрації дорожньо-транспортних пригод (МК ДТП). Сучасні картки МК ДТП включають до себе елементи всіх аналізів, що розглянуто: розглядається конкретна ділянка, будується схема ділянки, заносяться дані про кількість ДТП, точний час, обставини, кількість загиблих, постраждалих тощо. Картки МК ДТП передбачають запис запропонованих заходів, та ефективність їх запровадження при подальшому їх нагляді. Також позитивним фактором на користь аналізу аварійності на основі карток МК ДТП є те, що вони складаються колегіального (представниками Державтоінспекції, власника автодоріг та дорожньо-проектних організацій), що дає змогу сподіватися на більш незалежну та точну оцінку аварійності.

1.4. Аналіз існуючих методів виявлення небезпечних ділянок автодоріг

На сьогодні відома низка методик оцінювання рівня БДР на автомобільних дорогах загального користування та вулиць населених пунктів. Це обумовлено великою кількістю ДТП на автодорогах та необхідністю аналізу та призначення дієвих заходів щодо їх зменшення.

Ці методи можливо поділити на наступні основні умовні групи:

- статистичні;
- імовірнісні;
- методи, засновані на аналізі режиму руху автомобіля на ділянці, що оцінюється;
- метод конфліктних точок;

- метод технічних транспортних конфліктів (конфліктних ситуацій).

1.4.1 Статистичні методи

Метод оцінювання рівня БДР на основі аналізу статистичних даних ДТП здійснюється саме на оцінці статистики. Це один з найпоширеніших методів; рівень БДР зазвичай оцінюють на основі абсолютних, відносних і питомих показників аварійності. Абсолютні показники дозволяють провести оцінку БДР на обраній ділянці автодороги через загальну кількість ДТП за певний проміжок часу. При цьому небезпечними вважаються ті ділянки, на яких число ДТП за даний період перевищує певне число.

У різних країнах є різні критерії безпеки ділянки дороги, з якими порівнюються фактичні значення. Наприклад, у Великобританії ділянка дороги вважається небезпечною, якщо на неї за три роки сталося одне або більше ДТП з пораненням людей на відрізку дороги протяжністю 0,16 км (0,1 милі).

В Німеччині небезпечним вважається та ділянка, яка відповідає одній з наступних умов:

- а) довжина ділянки менше 300 м; впродовж року на неї сталося 10 ДТП і більше різного виду або 4 ДТП і більше одного виду;
- б) довжина ділянки від 300 до 1000 м; впродовж року на неї сталося 20 ДТП і більше різного виду або 8 ДТП і більше одного виду.

У Бельгії до числа небезпечних відносять ділянки протяжністю до 1 км, на якому впродовж року було зареєстровано не менше 10 ДТП всіх видів.

Аналогічні методи виявлення небезпечних ділянок використовуються також у багатьох інших країнах [30]. На практиці абсолютні показники аварійності використовуються як правило для визначення масштабів аварійності, оцінки матеріальних збитків від ДТП тощо. Але ці показники неможливо використовувати при проведенні порівняння аварійності у різних регіонах країни. Це обумовлено різною кількістю транспортних засобів, різного складу

транспортних засобів у транспортному потоці, різною протяжністю мережі доріг, особливостей якості експлуатаційного утримання доріг природно-кліматичних умов тощо.

Для порівняльного аналізу використовують такі відносні показники аварійності, як число ДТП, число загиблих або поранених на 1 млн. км пробігу автомобілів, на 100 тис. жителів, на 10 тис. транспортних засобів, на 100 млн. пас./км тощо. Методи оцінювання БДР, що побудовані на статистичному аналізі мають низку недоліків, а саме:

- цей метод неможливо застосовувати при відсутності надійних статистичних даних,
- статистичні дані про ДТП повинні бути акумульовані за достатньо тривалий період (3 - 5 років), з метою уникнення статистичних погрешностей;
- статистичний аналіз можливо проводити спираючись на ці дані тільки при повній впевненості, що за час, що аналізується на мережі автодоріг не відбулися значні зміни (реконструкція, будівництво розв'язок тощо);
- при вивченні статистичних даних за межами дослідження залишаються випадки, коли ДТП не відбулося лише за високою кваліфікацією водія;
- немає повній впевненості в об'єктивності та кваліфікації фахівця, що складав матеріали про скоєння ДТП;
- за період що оцінюється можливі зміни характеристик та умов транспортного потоку (збільшення інтенсивності руху та складу транспорту у транспортному потоці).

1.4.2. Методи, які засновані на аналізі режиму руху автомобіля на ділянці, що оцінюється

До методів цієї групи відноситься метод коефіцієнта безпеки [35]. Аналіз розподілу ДТП показує, що значна їх кількість зосереджена на порівняно невеликих, локальних ділянках, які відрізняються від попередньої ділянки різким погіршенням дорожніх умов.

Водії, проїжджаючи таку ділянку, вимушені різко знижувати швидкості руху, і часто через несвоєчасні або неадекватні по відношенню до дорожньої обстановки дії потрапляють в аварійну ситуацію або в ДТП. До таких ділянок можна віднести перехрестя, залізничні переїзди, пости ДАІ тощо. В якості критерію небезпеки застосовується коефіцієнт безпеки, який є відношенням швидкості v , що забезпечується небезпечною ділянкою дороги, до швидкості $v_{вх}$. За величиною значення коефіцієнта безпеки визначається ступінь небезпеки даної ділянки дороги (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Визначення ступеню небезпеки ділянки дороги за величиною коефіцієнта безпеки

Характеристики ділянки	$K_{без}$
Ненебезпечна	більше 0,8
Малонебезпечна	0,6 – 0,8
Небезпечна	0,4 – 0,6
Дуже небезпечна	менше 0,4

У проектах нових доріг не допускаються ділянки, на яких $K_{без} < 0,8$.

Метод коефіцієнту безпеки дозволяє по епюрі швидкостей виявити небезпечні ділянки дороги. Проте наступні недоліки обмежують сферу застосування цього методу: - враховується вплив на безпеку руху тільки взаємодії автомобіля з дорожніми умовами, і не враховується вплив транспортного потоку, або навички водія; - не враховується вплив початкової швидкості на коефіцієнт безпеки; - не враховується вплив ЗППЗ ДР, що залишилися поза межею ділянки, що досліджується, але передують їй.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З УДОСКОНАЛЕННЯ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ОКРЕМИХ ДІЛЯНКАХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

2.1 Загальні положення

Організація та забезпечення безпечного руху транспортних засобів представляє собою комплекс інженерних та організаційних заходів, що визначаються і регулюються існуючими нормативними актами та правилами. Ці заходи реалізуються за допомогою символів, пристроїв, систем тощо.

Звичайно, різні інструменти призначено для різних певних дій, вони по різному оказують вплив на водія або на автомобіль, але з однією метою - зменшити ймовірність попадання транспорту у ДТП.

В багатьох країнах світу питанням уніфікації професійної термінології, зокрема дорожньої, приділяється багато уваги. Це необхідно для систематизації та уніфікації професійної мови, а також для поліпшення взаєморозуміння при інтенсивному міжнародному співробітництві.

Закон України «Про автомобільні дороги» [37] є одним з регулюючих документів у сфері безпеки дорожнього руху. У Статті 1 «Визначення термінів» Закон розмежовує трактування систем, які на сьогодні дієво приймають участь у забезпеченні безпеки руху на дві категорії. Це Технічні засоби – «...спеціальні технічні засоби, призначені для організації та регулювання дорожнього руху (дорожні знаки, інформаційне табло, дорожня розмітка, сигнальні стовпчики, транспортні та пішохідні огороження різних типів, світлофорне обладнання тощо)», та Інженерне облаштування – «... спеціальні споруди та засоби, призначені для забезпечення безпечних та зручних умов руху (освітлення, технологічного зв'язку, вимірювання вагових і габаритних параметрів транспортних засобів, примусового зниження швидкості тощо)».

Одна з сучасних науково-довідкових робіт «Довідник дорожніх термінів» [3], який вийшов під редакцією професора В.В. Ушакова у 2005 році теж не дає

чіткого та однозначного визначення ресурсам, що впливають на зменшення наслідків або уникнення аварій. Наприклад, у Довіднику відзначається, що огороження бар'єрне утримуюче – «... це пристрій, що складається з стійок, кронштейнів та профільної сталеві балки», розмітка горизонтальна – «... це позначення, що наносяться на проїзну частину дороги та встановлюють певні порядок та режими руху», дорожні знаки - «... елементи обстановки дороги, що містять умовні позначення та надписи», а перехід пішохідний – «...це облаштування дороги, що призначене для безпечного переходу доріг (вулиць) пішоходами».

Виходячи з розглянутого матеріалу, а також необхідності уніфікації всіх інструментів, що використовують дорожні служби для зменшення аварійності на автомобільних дорогах пропонується ввести в обіг новий термін – Засоби пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху (ЗППЗ ДР) – сукупність технічних засобів організації дорожнього руху та інженерного облаштування автомобільних доріг, що забезпечує уникнення або зниження тяжкості наслідків від ДТП без активних дій учасників дорожнього руху.

Введення нового терміну дає змогу об'єднати велику кількість визначень та технічних формулювань, що надає у подальшому можливість чітко відрізнити заходи та дії при забезпеченні безпеки використання автомобільного транспорту.

До дорожньо-транспортних пригод, що пов'язані з незадовільним станом доріг, відносяться всі ДТП, викликані невідповідністю технічних параметрів дороги вимогам сучасного руху (недостатня ширина проїзної частини, малі радіуси кривих в плані і профілі, вузькі мости тощо), а також пов'язані з недоліками в утриманні і облаштуванні доріг: підвищена ковзкість дорожнього покриття, забруднення покриття і вибоїни на ньому, незадовільний стан узбіч, об'їздів і примикань, поганий стан мостів і під'їздів до них, звуження проїжджої частини через неповне очищення від снігу, обмежена видимість через розростання зелених насаджень.

Проте, найчастіше зустрічаються такі недоліки, як відсутність або неправильна установка дорожніх знаків, розмітки, відсутність огорожі, тобто засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху, їх недостатня видимість. Під "окремими ділянками автомобільних доріг" у дипломній роботі розуміють рівні ділянки автомобільної дороги (вулиці) довжиною до одного кілометра (вивчається аварійно-небезпечна ділянка (АНД) із зонами впливу); розв'язки на одному рівні; залізничні переїзди, штучні споруди, майданчики для зупинок і стоянок автомобілів, пішохідні переходи та інші АНД.

2.2 Критерії визначення впливу технічних засобів автомобільних доріг на безпеку руху

Рівень досліджень щодо впливу транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг та їх технічного обладнання на безпеку руху може бути оцінений за допомогою декількох критеріїв. Більшість досліджень не заснована на представницькій вибірці, отриманій на основі відомої сукупності даних. У цьому полягає основна слабкість цих досліджень.

Строго кажучи, багато результатів не можуть бути поширені на інші місця або інші дорожні умови, окрім тих, на яких дослідження були проведені. У багатьох випадках, наприклад, невідомо, до якої теоретичної величини кількості жителів населеного пункту відноситься дослідження. Це означає, що для того, щоб мати можливість узагальнення результатів конкретної ділянки автодороги, необхідно мати схожі результати повторних досліджень по таких же заходах і зроблених за приблизно однакових умов. Тільки ті результати, які отримані досить багато разів, можуть бути узагальнені та оброблені.

Розмір вибірки (кількість ДТП) у дослідженнях про вплив елементів доріг і їх інженерного обладнання (ЗППЗ ДР) на кількість ДТП відрізняється великими коливаннями. Невеликі вибірки, тобто мала кількість вимірів і недостатнє число проаналізованих ДТП, є основною проблемою у багатьох дослідженнях. Особливо це стосується досліджень щодо поліпшення планування наземних

нерегульованих пішохідних переходів, заходів по захисту від диких тварин на дорогах тощо, тому надійність статистичних результатів для вказаних заходів особливо низька.

Випадкові і систематичні помилки вимірів не можуть бути виключені ні в одному з досліджень. Неповна звітність по ДТП є загальною проблемою і вона є найбільш важливим джерелом можливих систематичних помилок при вимірах. До того ж не до кінця зрозуміло, як будуть впливати на статистику ДАІ ДТП із невеликими матеріальними збитками, де відсутні постраждалі, та при яких, згідно із сьогоdnішнім законодавством, виїзд працівників Державтоінспекції не обов'язковий. Тільки у невеликій кількості досліджень використовується більше ніж одне джерело даних про ДТП (наприклад ДТП, які зареєстровані як у ДАІ, так і в установах охорони здоров'я, або служби безпеки руху автопідприємств з тим, щоб довести, що пропуски у звітності про ДТП впливають на кінцеві результати). У багатьох країнах ця звітність включає як ДТП із травматизмом, так і ДТП із матеріальним збитком. Ступінь впливу заходу на кількість ДТП має, за інших рівних умов, значення залежно від того, чи є вона статистично обґрунтованою або ні. У великих вибірках у порівнянні з малими вибірками можна показати лише невеликі величини впливу. При виконанні комплексного аналізу робляться розрахунки цілого ряду дій. Для ствердження про те, що будь-який захід є причиною зміни у кількості ДТП, необхідно показати, що ці зміни не можуть бути пояснені іншими явищами. Подібна вимога в його точному розумінні може бути виконана тільки у ході експериментів. При виконанні досліджень не експериментального характеру ніколи не можна виключити, що зміни, які були виявлені у кількості ДТП, були обумовлені іншими причинами, окрім досліджуваного заходу. Так саме важливо шукати обґрунтоване пояснення отриманих результатів. Особливо важливо це у тих випадках, коли поведінка учасників дорожнього руху мало вивчена. Влаштування пішохідних і велосипедних доріжок є хорошим прикладом. Нерідко зниження кількості ДТП пояснюється прийняттям цього заходу.

Але можливо також, що не всі велосипедисти і пішоходи користуються влаштованими доріжками, або ж, що водії автомобілів підвищують швидкість, коли велосипедний і пішохідний рух відведений на окрему спеціально запроєктовану доріжку або смугу. Інші зміни поведінки учасників дорожнього руху також документально не зафіксовані. Тому подібні вірогідні пояснення можуть вважатися тільки гіпотезами, а не науково обґрунтованими [23].

2.3 Особливості впливу заходів із застосування інженерного обладнання на аварійність

Вплив заходів із застосування інженерного обладнання автомобільних доріг на рівень аварійності коливається від одного заходу до іншого. Серед заходів, які згідно з розглянутими дослідженнями знижують рівень аварійності, є: влаштування дорожніх знаків із новим типом плівки, влаштування освітлення, встановлення протизасліплювальних екранів, комплексне облаштування наземних нерегульованих пішохідних переходів сучасними ЗППЗ ДР тощо. Велика частина зниження кількості ДТП з травматизмом відноситься до групи поліпшення дорожнього обладнання і обумовлена наявністю бар'єрної огорожі. В той же час немає доказів того, що наявність огорожі знижує кількість ДТП з матеріальним збитком; такий аналіз просто дуже важко провести. У низки заходів особливості впливу обумовлені способом реалізації заходу або місцевими умовами. Певні схеми каналізування перетинів в одному рівні знижують кількість ДТП, але не всі. Облаштування кільцевих перетинів дозволяє понизити кількість ДТП з травматизмом, але призводить до збільшення кількості ДТП з матеріальним збитком. Поліпшення стану узбіч доріг впливає позитивно тільки поза населеними пунктами. Прості заходи з поліпшення дорожніх умов наприклад, спорудження пішохідних і велосипедних доріжок або нових головних і другорядних доріг в населених пунктах, не знижують кількість ДТП з травматизмом. Можливим поясненням є те, що вони створюють нові потоки руху. Заходи, природно, знижують

аварійність на кілометр пройденого шляху, але не завжди можливо довести збільшення пробігу автомобілів. У деяких випадках має місце зниження аварійності в одному місці, але підвищення її в іншому. Такий перехід ДТП, наприклад, з ділянок з поліпшеним інженерним обладнанням дороги на інші, менш досконалі ділянки, називається «міграцією ДТП».

Причини цього явища мало вивчені. До того ж, тільки небагато досліджень виявляють цю тенденцію і невідомо, наскільки це явище характерне при вжитті комплексних заходів на дорожній мережі [38].

2.4 Визначення показників засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху

До показників технічних засобів, що забезпечують безпеку дорожнього руху, у тому числі у темну пору доби, або при несприятливих погодних умовах згідно з [39] належать:

- світлоповертальний ефект поверхні дорожніх знаків згідно з ДСТУ 4100 [40];
- відстань видимості вертикальної та горизонтальної розмітки згідно з ДСТУ 2587 [41];
- світлоповертальний ефект вставок розмічальних дорожніх згідно з ДСТУ 4036 [42];
- сила сигналів світлофорів згідно з ДСТУ 4092 [43];
- відстань видимості направляючих пристроїв згідно з ДСТУ Б В.2.3-9 [44];
- видимість примусового зниження швидкості згідно з ДСТУ 4123 [45];
- рівень шуму при наїзді ТЗ на шумові смуги згідно з СОУ 45.2-00018112-029 [46];
- зниження засліплювання водіїв при використанні протизасліплювальних екранів.
- ступінь небезпеки для ТЗ безпосередньо технічного засобу при ймовірному зіткненні з ним (ступінь деформаційності). Аналітична та експериментальна частини розділу повинні показати, як ті або інші фактори впливають на

прийняття рішень водієм у системі «водій - дорога». З метою систематизації дослідження прийнято рішення формально поділити проведення аналітичної роботи та експериментів на 4 основних напрямки:

1. Вивчення впливу відсутності або наявності ЗППЗ ДР на прийняття рішень водієм.
2. Вивчення впливу недостатньої видимості ЗППЗ ДР на прийняття рішень водієм.
3. Вплив окремих ЗППЗ ДР на рух транспортного потоку.
4. Вплив деяких ЗППЗ ДР на тяжкість наслідків у разі зіткнення з ними транспортних засобів.

Проведення цієї роботи повинно дати змогу зрозуміти, чи можливо впливати на зниження або навпаки підвищення показників ЗППЗ ДР для подальшого їх урахування при комплексній оцінці БДР на конкретній ділянці автомобільної дороги. Також це допоможе розробити зрозумілу шкалу показників безпеки дорожнього руху, як коефіцієнтів, з метою застосування їх у підсумковій формулі оцінки БДР за допомогою балів. 66

2.5 Розробка методу оцінки безпеки дорожнього руху на окремих ділянках автомобільних доріг

2.5.1 Загальні положення

Оцінка ступеню безпеки руху на дорозі має основне значення для служб експлуатації доріг і організації руху при виявленні небезпечних ділянок і розробці заходів з поліпшення умов руху. На нещодавно побудованих дорогах, запроектованих за сучасними будівельними нормами і правилами, небезпечні ділянки можуть виникнути тільки при порушенні проектувальниками або будівельниками нормативних вимог до елементів траси або ставати небезпечними в результаті перевищення водіями розрахункових швидкостей або швидкостей, що відповідають коефіцієнтам зчеплення шин з покриттям при погоді, що погіршала. При розробці або удосконаленні методів оцінювання

БДР необхідно встановити серед іншого вплив на безпеку руху перемінних дорожніх факторів та дати кількісну та якісну оцінку ступеню їх зміни. Ці фактори обумовлюють вибір математичної моделі, яка повинна відповідати наступним вимогам:

- використання випадкових величин, що характеризують рівень аварійності на автодорогах, та дозволяють виявити небезпечну ділянку;
- оперування мінімально необхідною вибіркою даних про ДТП;
- використання того типу математичних кривих розподілу, які забезпечать опис розподілу «випадкових» ДТП на мережі автодоріг з необхідним наближенням;
- виявлення ділянок доріг, на яких спостерігається перевищення стабільної кількості ДТП.

Всі методи виявлення небезпечних ділянок, що на сьогодні пропонуються, засновані на даних статистики дорожньо-транспортних пригод.

В різний час були запропоновані наступні методи: аналіз статистичних даних методами теорії ймовірності; використання даних багатофакторного кореляційного аналізу; аналіз епюри швидкостей руху (методи коефіцієнтів безпеки і «шуму прискорення»); аналіз за допомогою коефіцієнтів відносного впливу окремих елементів дороги (метод коефіцієнтів аварійності); метод конфліктних ситуацій. На сьогодні Укравтодором запропонована Методика оцінки рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах України М 218-03450778-652:2008 [47]; оцінювання рівнів аварійності Методикою рекомендується проводити за наступними мікро-показниками:

- визначення коефіцієнта пригод; - визначення головних статистик по кілометрового розподілу аварійності на ділянках доріг загального користування та частки ДТП, що сталися за умов незадовільного утримання доріг; - визначення коефіцієнта аварійності.

Коефіцієнт пригод (Кпр), за яким і проводиться оцінка ділянок автомобільних доріг за ступенем небезпеки для руху визначається для однорідних за інтенсивністю руху ділянок автомобільних доріг відповідно для кількості ДТП з постраждалими або загальної їх кількості за формулою:

$$K_{np} = \frac{10^6 \cdot z}{365 \cdot t \cdot N \cdot L}, \quad (2.1)$$

де K_{np} – кількість ДТП на 1 млн. автомобіле-кілометрів пробігу;

z – кількість ДТП на ділянці автомобільної дороги, шт.;

t – кількість років спостереження за розподілом ДТП (рекомендується три роки);

N – середньорічна добова інтенсивність руху за останній рік періоду спостереження за розподілом ДТП на ділянці дороги, авт./добу;

L – довжина ділянки, км (не враховується для коротких ділянок протяжністю менше ніж один кілометр).

Тобто метод потребує збирання статистичного матеріалу перед кожним виїздом на ділянку автодороги, що підлягає оцінюванню. Як видно з (2.1), для визначення ризиків впливу різних чинників на аварійність в усіх запропонованих методах оцінювання рівня БДР потрібна така складова як інтенсивність руху; цей параметр необхідний і для запропонованого нижче оцінювання БДР балами у вигляді коефіцієнта впливу.

Характерною ознакою впливу інтенсивності руху на аварійність є закономірне зростання ДТП із збільшенням інтенсивності руху. Цей факт встановлений багаточисленними дослідженнями [48, 49].

У 2012 році Укравтодором було розроблено Методику проведення аудиторських перевірок безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування [50], серед іншого у методиці було запропоновано експрес-метод визначення інтенсивності руху транспортних засобів. Цей спосіб автором випробувався, та вже пропонувався, як дієвий засіб визначення одного з параметрів при оцінюванні ризику ДТП [51].

2.5.2 Основні положення методу оцінювання безпеки дорожнього руху балами

Згідно з [52] лінійний аналіз аварійності та оцінка умов безпеки руху повинні проводитись власником дороги або дорожнім підприємством в межах її обслуговування з метою оперативного виявлення місць концентрації дорожньо-транспортних пригод (МК ДТП), у яких супутніми факторами могли бути недоліки в експлуатаційному утриманні ділянки дороги. Аналіз треба виконувати щомісячно з наростаючим підсумком протягом року.

На відміну від існуючих методів, про які йшлося вище, запропонований метод оцінювання БДР балами не вимагає наявності оперативної статистики ДТП перед кожним обстеженням доріг, проте одночасно вимагає глибоких знань в оцінювача (аудитора) вимог сучасних нормативів, що регламентують встановлення та утримання ЗППЗ ДР. Пропонується оцінювати умови безпеки руху підсумковою сумою балів (за 100-баловою шкалою), що враховують низку характеристик облаштування дороги.

На наш погляд, в умовах, коли оцінка умов безпеки руху на дорогах згідно з [53] покладена на представників власника автодоріг, такий спосіб виглядає ефективніше, так як власник доріг не завжди або не в повній мірі володіє достовірною статистичною інформацією про ДТП на ділянці, що оцінюється.

Так, листом від 07.02.2008 р. № 7-р-204 Служба автодоріг у Луганській області інформувала Укравтодор про виявленні у статистиці ДТП розбіжності.

За даними, що надіслав Департамент ДАІ МВС до Укравтодору, за 12 місяців 2007 року на автодорогах Луганської області сталося 459 ДТП, при обстеженні яких було виявлено недоліки в експлуатаційному утриманні доріг, а за даними Служби автодоріг у Луганській області – 386. Розбіжність склала 73 ДТП, або 16,2%. Звісно, маючи такі факти, на власну статистику власник доріг повинен спиратися обережно. Тобто можна казати про систематичні помилки вимірів через неповну реєстрацію пригод, що є системною погрішністю.

До того ж у зв'язку із наміром ввести на території України так звані «Європротоколи», дія яких передбачає оформлення ДТП без представників Державтоінспекції та відповідно і власників доріг у разі відсутності загиблих та постраждалих та невеликої кількості збитків, не виявляється можливим

дослідити причини виникнення цієї категорії ДТП через відсутність інформації про них.

При розробленні метода експертного оцінювання БДР балами було проаналізовано картки МК ДТП у період з 2007 по 2013 роки. Картки МК ДТП виглядають як найбільш надійне джерело інформації, так як складаються одночасно представниками власника автодоріг, Державтоінспекцією та дорожньо-проектною організацією, та є об'єктом державної статистичної звітності.

За проведеним аналізом було з'ясовано, що на 95 % заходи передбачали встановлення нових або заміну існуючих ЗППЗ ДР. Так, пропозиції щодо використання дорожніх знаків у картках МК ДТП склало 30,43 %; використання горизонтальної дорожньої розмітки склало 30,43 %; використання напрямних стовпчиків склало 8,69 %; використання світлофорів склало 8,69 %; використання огороження склало 8,69 %; використання засобів примусового зниження швидкості склало 4,34 %; використання протизасліплювальних екранів склало 4,34 %; використання шумових смуг склало 4,34 % (рис. 2.1).

Для отримання значень для впровадження 100-балової системи оцінки рівня аварійності конвертуємо відсотки у бали округляючи їх до десятих.

Однак, ці бали можна вважати коректними, коли всі технічні засоби мають стовідсоткову видимість у різних погодних та часових умовах згідно з існуючими нормативами. Чим більше часу знаходиться влаштований технічний засіб на дорозі, тим вище ймовірність недоотримання з нього інформації водієм; про це говорилося у розділі 3 цієї роботи. Показники технічних засобів, які забезпечують безпеку дорожнього руху, у тому числі у темну пору доби або при несприятливих погодних умовах.

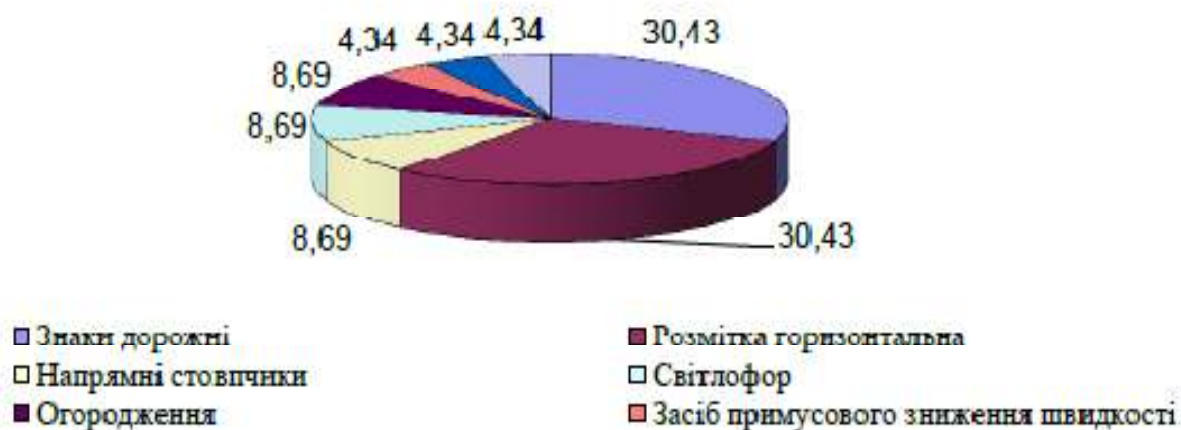


Рис.2.1. Розподіл використання засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху (ЗППЗ ДР) у заходах на місцях концентрації дорожньо-транспортних пригод (МК ДТП)

Тому виникає необхідність введення при обстеженні *понижуючого коефіцієнта видимості*. Понижуючий коефіцієнт необхідно застосовувати у випадках недостатньої зорової видимості технічного засобу на відстані, де аналогічний новий засіб вже чітко видний. Рекомендується при застосуванні понижуючого коефіцієнта не проводити заміри видимості технічних засобів спеціальними приладами, а використовувати лише випробувача із середнім ступенем зору, тобто змодельовати умови видимості об'єкту пересічним водієм. Це дуже важливий фактор, тому що за часовим аналізом карток МК ДТП аварії вдень склали 61,4 %, вночі – 21,4 %, у сутінки – 17,1 % [51].

Також окремо необхідно ввести понижуючий коефіцієнт, який би враховував ступінь небезпеки для ТЗ безпосередньо самого технічного засобу при ймовірному зіткненні з ним (ступінь деформативності). За одиницю у даному випадку можна прийняти ЗППЗ ДР, що виготовлені з матеріалів, які за сучасними порівняннями та дослідженнями признані як найнебезпечніші, тобто які мають демпферні властивості. Пропонується ввести коефіцієнт засобів пасивної протиаварійної безпеки, який базується на коефіцієнтах, що враховують наявність і стан засобів пасивної протиаварійної безпеки дорожнього руху:

$$K_{ЗППЗ} = 1 + (1 - K_{інф} \cdot K_{деф}), \quad (2.2)$$

де $K_{ЗППЗ}$ – коефіцієнт засобів пасивної протиаварійної безпеки;

$K_{інф}$, $K_{деф}$ – коефіцієнти інформованості водія і деформативності елементів інженерно-транспортного облаштування, що враховують зниження експлуатаційного стану технічного засобу (видимості) та його деформативні властивості (що впливають на тяжкість наслідків від ДТП).

Запропонований метод експертного оцінювання БДР також визиває інтерес через впровадження останнім часом на території України *аудиту дорожньої безпеки на стадії експлуатаційного утримання*, який саме покликаний проводити незалежну перевірку небезпечних ділянок автодоріг та призначати низьковартісні й ефективні заходи для зниження аварійності.

Слід відзначити, що згідно карток обліку ДТП, ефект від впровадження заходів на МК ДТП, склав 76,03 %, тобто можна говорити про стійку кореляційну залежність між виконанням саме цих заходів і зниженням аварійності, та навпаки, збільшення аварійності при невиконанні цих заходів.

Соціальну ефективність впровадження заходів розраховують за формулою:

$$E = \frac{Z_{до} - Z_{після}}{Z_{до}} \cdot 100\%, \quad (2.3)$$

де E – соціальна ефективність від впровадження заходів з безпеки дорожнього руху, %;

$Z_{до}$ – кількість ДТП на ділянці “до” виконання заходів з підвищення безпеки руху;

$Z_{після}$ – кількість ДТП на ділянці “після” виконання заходів з підвищення безпеки руху.

Оцінювання БДР необхідно проводити з проектом організації дорожнього руху, який буде виконувати роль еталона. Якщо на ділянці, що перевіряється, ПОДР не передбачає встановлення ЗППЗ ДР, то ділянка вважається за визначенням безпечною з точки зору впливу на аварійність дорожнього

фактора. Рекомендується проводити оцінювання: на рівній ділянці довжиною до 1 км (вивчається аварійно-небезпечна ділянка із зонами впливу); розв'язки в одному рівні, залізничні переїзди та інші АНД рекомендується досліджувати, як окремі об'єкти.

Необхідно підкреслити, що при виявленні недоліків на ділянці автодороги фахівець повинен мати достатньо глибокі знання, які стосуються вимог нормативів до правильного влаштування та ступеня придатності технічних засобів та інженерного облаштування; з метою мінімізації ризику помилки фахівця автором розроблено посібник [54], який повинен полегшити процес ідентифікації недоліків та визначення ступеня небезпеки на ділянці автодороги. Показники рівня безпеки окремих ділянок автомобільних доріг наведені у таблиці 2.3 [55].

Таблиця 2.3

Показники рівня безпеки окремих ділянок автомобільних доріг

Кількість балів	Критерій оцінювання	Рівень безпеки руху
0–25	ЗППЗ ДР встановлено згідно дислокації, відповідають нормативним вимогам, матеріали з безпечним рівнем деформативності	Безпечний
25–50	ЗППЗ ДР у наявності, деякі потребують оновлення	Малонебезпечний
50–75	ЗППЗ ДР частково відсутні, існуючі потребують оновлення або заміни	Небезпечний
75–100	Практично повна (або повна) відсутність ЗППЗ ДР. Існуючі недостатньо видимі або чимось загороджені. ЗППЗ ДР з небезпечним рівнем деформативності	Дуже небезпечний
Примітка. У таблиці сформульовано основні (типові) критерії, проте вони можуть змінюватися та компонуватися		

Слід відзначити, що запропонований метод є найбільш простим із відомих на сьогодні механізмом оцінки ступеня безпеки; він не потребує збирання додаткових даних.

2.5.3 Коефіцієнти, які враховують наявність і стан засобів пасивної протиаварійної безпеки дорожнього руху

Дослідження транспортних потоків, які базувалися на аналізі роботи Маркуца В.М. [56], та власних дослідженнях, дозволили встановити, що величини середньоквадратичних відхилень з 10 % похибкою можна прийняти рівними середнім значенням кількості досліджуваних транспортних засобів у потоці та у ДТП (за умови дотримання розмірності одиниць транспортного потоку на один досліджуваний автомобіль), тобто функція розподілу ймовірностей інтервалів руху ТЗ та частота їх потрапляння в ДТП буде мати вигляд:

$$f(x) = \Omega e^{-\Omega x - \frac{1}{n}}, \quad (2.4)$$

де Ω – відсоток досліджуваного фактора від загальної кількості ДТП.

Отримані дані свідчать про те, що для оцінки впливу того або іншого параметра дорожнього руху на його небезпечність для скоєння ДТП з використанням такого критерію як пробіг ТЗ, необхідно проведення досліджень не менш ніж 100 ДТП, які характеризуються досліджуваним параметром. Тобто методом зовнішнього спостереження необхідно проїжджати на рік не менше 10 000 км, що є вкрай трудомісткою операцією.

Для експрес аналізу ситуації в тому чи іншому районі можна використовувати такий показник як кількість ДТП на тону проданого автомобільного палива, так як даний показник побічно пов'язаний з величиною пробігу ТЗ між ДТП. Однак, найбільш точним параметром оцінки впливу того чи іншого фактора на аварійність є безрозмірний коефіцієнт, який можна визначити з виразу:

$$K = \frac{n_{B\Sigma} D(1+k_1)(T_{ож}v_H + \frac{l_1}{1 + \frac{v_H}{v_B}})}{n_B D_\Sigma (1+k_1)(T_{ож}v_H + \frac{l_1}{1 + \frac{v_H}{v_B}})} = \frac{D/D_\Sigma}{n_B/n_{B\Sigma}} = \frac{\Omega_{ФАКТОРУ \text{ В } ДТП}}{\Omega_{ФАКТОРУ \text{ В } ДОРОЖНЬОМУ \text{ РУСІ}}}. \quad (2.5)$$

При використанні цього коефіцієнта можна не проводити великовартісні прямі спостереження, а використовувати журнал обліку ДТП у структурах ДАІ.

У роботі виконані статистичні дослідження даних карток місць концентрації ДТП у період з 2007 року по 2013 рік, результатом яких стали отримані значення коефіцієнтів, які враховують наявність і стан ЗППЗ ДР, а також отримані залежності, що показують розподіл ДТП за часом (рис. 2.2 і рис. 2.3).

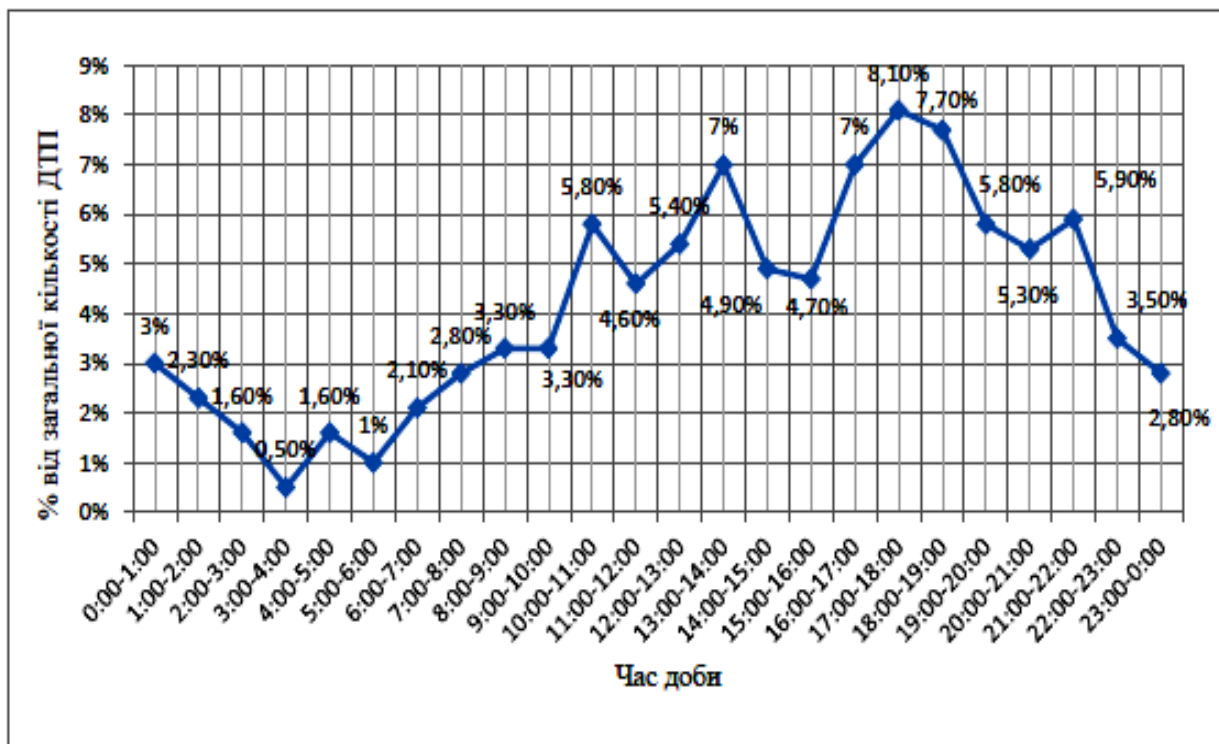


Рис.2.2. Розподіл ДТП за часом доби

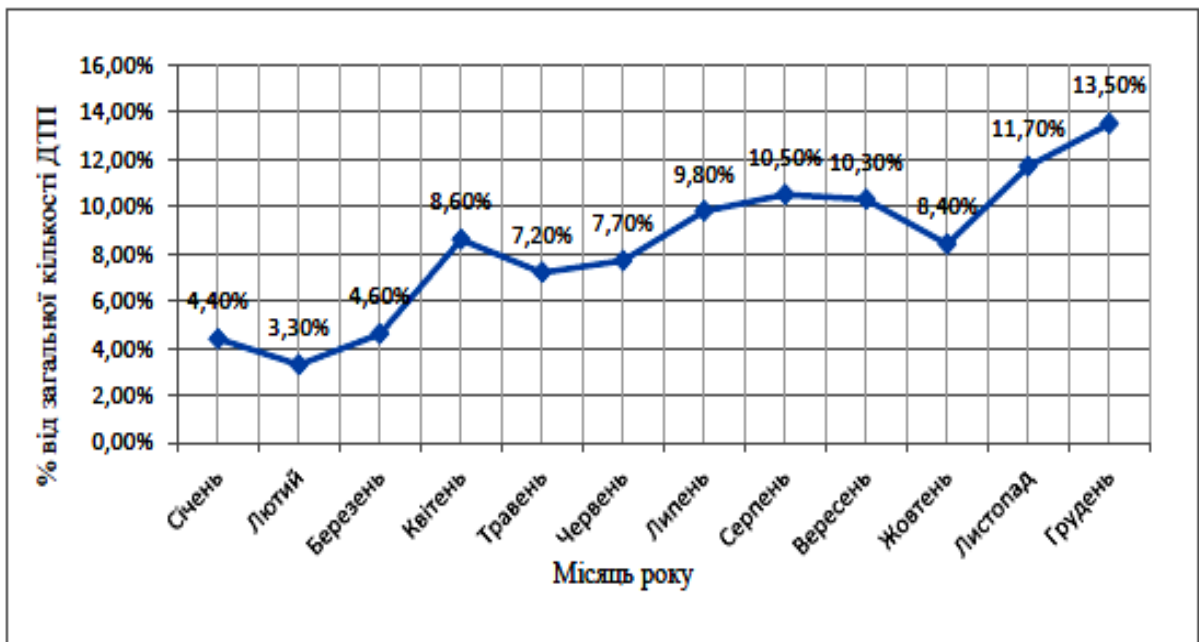


Рис.2.3. Розподіл ДТП за місяцями року

Запропоновані автором коефіцієнти, які враховують наявність і стан засобів пасивної протиаварійної безпеки дорожнього руху:

K_1 – необхідна кількість та якість дорожніх знаків:

$K_1 = 0,25$ – відсутній.

$K_1 = 0,75$ – не достатньо видний у світлий час доби.

$K_1 = 1$ – відповідає всім параметрам або не передбачено ПОДР.

K_2 – дорожня розмітка:

$K_2 = 0,25$ – відсутня.

$K_2 = 0,75$ – не достатньо видна у світлий час доби.

$K_2 = 1$ – відповідає всім параметрам або не передбачена ПОДР.

K_3 – світлофор:

$K_3 = 1$ – передбачений ПОДР та працює або не передбачено ПОДР.

$K_3 = 0$ – передбачений ПОДР, але відсутній або не працює.

K_4 – напрямні стовпчики:

$K_4 = 0$ – відсутні.

$K_4 = 0,25$ – небезпечні.

$K_4 = 0,75$ – мало небезпечні.

$K_4 = 1$ – безпечні або не передбачено ПОДР.

K_5 – огородження дорожнє

$K_5 = 0$ – відсутнє.

$K_5 = 0,25$ – небезпечне.

$K_5 = 0,75$ – мало небезпечне.

$K_5 = 1$ – безпечне або не передбачено ПОДР.

K_6 – засоби примусового зниження швидкості:

$K_6 = 0$ – відсутні.

$K_6 = 0,5$ – не відповідають параметрам.

$K_6 = 1$ – мало небезпечні або не передбачено ПОДР.

K_7 – протизасліплювальні екрани:

$K_7 = 0$ – відсутні.

$K_7 = 0,5$ – не відповідають параметрам.

$K_7 = 1$ – мало небезпечні або не передбачено ПОДР.

K_8 – шумові смуги:

$K_8 = 0,25$ – передбачені ПОДР, але відсутні.

$K_8 = 0,5$ – передбачені ПОДР, але не відповідають вимогам.

$K_8 = 1$ – передбачені ПОДР, відповідають вимогам або не передбачено

ПОДР.

K_9 – деформативність стояків дорожніх знаків:

$K_9 = 0,25$ – небезпечно.

$K_9 = 0,75$ – мало небезпечно.

$K_9 = 1,0$ – безпечно.

Водій, аналізуючи зовнішнє середовище, обирає таку орієнтацію, яка забезпечує безпеку руху і мінімальне емоційне напруження. Отримавши від зовнішнього середовища інформацію і проаналізувавши її, водій взаємодіє з виконавчими механізмами, управляє рухом автомобіля, задає йому раціональні режими руху.

У роботі запропоновано в якості критеріїв взаємодії водія і зовнішнього середовища (яке представлено достатньою видимістю дорожніх знаків і розмітки, а також враховує експлуатаційний стан інженерно-транспортного облаштування) використовувати коефіцієнт інформованості водія:

$$K_{\text{инф}} = \frac{1}{\sqrt{7 - K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_6^2 + K_7^2 + K_8^2}}$$

та коефіцієнт деформативності елементів інженерно-транспортного облаштування:

$$K_{\text{деф}} = \frac{1}{\sqrt{4 - K_4^2 + K_5^2 + K_9^2}}$$

Запропоновані критерії функціонально пов'язані із засобами пасивної протиаварійної безпеки дорожнього руху.

2.6 Метод розрахунку втрат від дорожньо-транспортних пригод з врахуванням впливу засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху

2.6.1 Диференціальне рівняння транспортного потоку і його реалізація

Зміна щільності транспортного потоку δq обумовлена зміною в часі τ інтенсивності руху N :

$$\delta q = K \frac{\partial N}{\partial \tau},$$

де K – коефіцієнт пропорційності.

Зі зміною інтенсивності руху автомобілів у часі змінюється швидкість транспортного потоку i , отже, параметр K .

Так як $\delta N = \partial Q / \partial \tau$, $\delta q = \partial Q / \partial X$, то

$$\frac{\partial Q}{\partial X} = \frac{\partial}{\partial \tau} \left(K \frac{\partial Q}{\partial \tau} \right).$$

Отримане рішення є нелінійним диференціальним рівнянням, що зв'язує зміну кількості автомобілів ∂Q на ділянці дороги ∂X із зміною інтенсивності руху транспортного потоку в часі $\partial \tau$. Коефіцієнт пропорційності K , який є параметром транспортного потоку, ідентифікується аналізом розмірностей із рівняння (4.9) наступним чином. Із теорії подібності та моделювання відомо, що співвідношення пропорційності, яке використовується при встановленні подібності, справедливі на любых (малих та великих) ділянках зміни функцій. Тому символи диференціювання (або інтегрування) при знаходженні умови подібності можливо опустити, оскільки вони не мають розмірності. Тоді . Щоб дотримувалося співвідношення правої та лівої частин, параметр K повинен мати розмірність $\frac{m}{s}$, або $\frac{m}{s^2}$, де a – прискорення руху автомобілів у транспортному потоці.