

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Факультет транспортних систем

Кафедра організації та безпеки дорожнього руху



ЗБІРКА МАТЕРІАЛІВ

88-ої міжнародної студентської наукової конференції
(31 березня - 01 квітня 2026 року)
Секція «Організація і безпека дорожнього руху»

Харків, ХНАДУ – 2026

ЗМІСТ

<i>Анцибора Р.В., Капінус С.В.</i> Імітаційне моделювання для дослідження дорожнього руху	4
<i>Сіренко О., Бажинів Ан. В.</i> Безпека дорожнього руху в Україні під час війни	7
<i>Іванюк А. А., Бугайова М. О.</i> Кластерний аналіз як інструмент стратегічного планування українських міст у межах концепції 15-хвилинної доступності	11
<i>Моїсєєв А.Д., Бугайова М.О.</i> Інженерні рішення для підвищення безпеки перехресть: впровадження берлінських подушок у міську мережу	15
<i>Гарнат А. С., Абрамова Л. С., Кобзєв В. Г.</i> Використання інтервальних оцінок для визначення показників безпеки дорожнього руху	19
<i>Байов О. О.</i> Конструктивна безпека автомобілів	22
<i>Поліщук М. О., Засядько Д. В.</i> Дослідження безпеки дорожнього руху на регульованих перехрестях та ефективності їх функціонування при різних дорожніх умовах	25
<i>Поліщук Т. В., Капінус С. В.</i> Порівняльний аналіз схем організації дорожнього руху	29
<i>Леськів І., Бажинів Ан. В.</i> Розумні світлофори для пішоходів на прикладі міста Мюнхена	32
<i>Корнієнко М. І., Рябушенко О. В.</i> Аналіз трендів показників аварійності на ВДМ Харківської області	35
<i>Симоненко О. Р., Холодова О. О.</i> Удосконалення методики оцінки безпеки перехресть на основі аналізу складності конфліктних взаємодій учасників руху	37
<i>Слинько М., Кулай П. Л.</i> Порівняльний розрахунок Х-подібного перехрестя за класичною методою вебстера та альтернативною методою на прикладі перехрестя вулиць Решетилівська – Заводська міста Полтава	44
<i>Степаненко О. А.</i> Користування ременем безпеки водіями легкових автомобілів у м. Харків	50
<i>Шевчик Є. О., Холодова О. О.</i> Аналіз доцільності впровадження двостороннього руху на ділянках вулично-дорожньої мережі міст	54
<i>Запорожцева О. В., Сімаков К. І.</i> Основні причини виникнення дорожньо-транспортних пригод та шляхи їх попередження	59
<i>Запорожцев А. Г., Наглюк І. С.</i> Дослідження особливостей перетинань у різних рівнях	66
<i>Чернявський Б. В., Запорожцева О. В.</i> Порівняльний аналіз кільцевого та регульованого перехресть	70
<i>Хуторний Д. В., Птиця Г. Г.</i> Визначення рівня безпеки дорожнього руху на магістралі	74

<i>Черкашин І. Ю., Абрамова Л. С.</i> Аналіз організації дорожнього руху на регульованому перехресті м. Філінген-Швеннінген (Німеччина)	77
<i>Штацька М. О., Птиця Г. Г.</i> Управління швидкістю як засіб оптимізації дорожнього руху	81

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Анцибора Р.В., студент гр. Т-42-22
Капінус С.В., канд. техн. наук, доц.

Постійне зростання інтенсивності руху призводить до збільшення скупчення у транспортних вузлах вулично-дорожньої мережі міст. Це викликає транспортні затримки, зниження швидкості сполучення, невиправдана перевитрата палива, втрату часу пасажирами та водіями, забруднення довкілля продуктами неповного згоряння палива, шум. Забезпечення швидкого та безпечного руху в сучасних містах потребує застосування комплексу заходів архітектурно-планувального та організаційного характеру. В свою чергу для цього потрібне відповідне дослідження параметрів транспортних і пішохідних потоків.

До сучасних методів дослідження транспортних перехресть міських вулиць та доріг можна віднести методи багатовимірного статистичного аналізу (у тому числі кластерний та дискримінантний аналізи), а також імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання — це все більш популярний та ефективний інструмент аналізу складних транспортних систем та вирішення проблем, пов'язаних із системами керування дорожнім рухом, які практично не можуть бути вирішені шляхом теоретичного аналізу та натурних експериментів. Найчастіше, поведінка одного фактору, що описує транспортну систему, або взаємодія обмеженої кількості факторів може бути описана математично з прийнятним ступенем достовірності. Імітаційне моделювання призначене для відтворення складних реальних транспортних систем у вигляді комп'ютерної програми.

У загальному випадку, моделювання є процесом заміщення об'єкта дослідження деякою його моделлю і проведення досліджень на моделі з метою отримання необхідної інформації про об'єкт [1]. Модель – це фізичний або абстрактний образ модельованого об'єкта, зручний для проведення досліджень і дозволяє адекватно відображати фізичні властивості і характеристики об'єкта, що цікавлять дослідника.

Імітаційне моделювання є широко визнаним методом вирішення складних завдань аналізу, оптимізації та проектування систем управління. Як інструмент дослідження складних систем, імітаційне моделювання включає методологію побудови системних моделей, методи алгоритмізації об'єктів, методи та засоби побудови програмних реалізацій імітаторів, планування, організації та виконання на ПК експериментів з імітаційними моделями, машинною обробкою даних та аналізу результатів.

Основна мета моделювання – створення моделі дії та взаємодії елементів системи, що дозволяє визначити для деяких поєднань проектних умов ефективність або рівень обслуговування системи (у вигляді пропускної спроможності, тривалості транспортних затримок тощо) і одночасно оцінити

дії, що відбуваються в системі, або взаємодії між певними елементами або змінними проектами.

При імітаційному моделюванні на вході задаються вихідні параметри, такі як інтенсивність руху, геометрія проїжджої частини, режим роботи світлофорної сигналізації та ін. На виході виходять такі важливі характеристики транспортної системи як затримка, довжина черги, кількість рушень з місця, час повідомлення та ін. Результати моделювання можуть бути представлені у двох форматах: аналітичному та графічному.

Основними завданнями, які вирішуються за допомогою імітаційного моделювання, є [2]:

1. Побудова моделі та виконання моделювання є хорошим способом систематичного накопичення необхідних даних і дозволяє отримати велику інформацію про характеристики транспортних потоків та функціонування дорожніх споруд.

2. Моделювання складних процесів руху транспорту дозволяє визначити, які змінні є важливими і як вони взаємопов'язані. Зрештою, це може призвести до виведення аналітичних виразів.

3. Моделювання може виконуватись для перевірки неоднозначного аналітичного рішення.

4. Моделювання дешевше багатьох інших експериментів, що проводяться.

5. З'являється можливість виконання таких експериментів, які неможливо проводити на реальних дорожніх мережах з міркувань, наприклад, безпеки руху.

6. З'являється можливість прогнозування та аналізу різноманітних ситуацій, які можуть статися у майбутньому, але ще траплялися практично.

7. Довготривалі явища та процеси в реальній системі можуть бути проаналізовані за короткий проміжок часу.

8. Моделювання дозволяє оцінити важливість окремих параметрів, що полегшать створення теоретичних моделей.

9. Оцінка існуючих схем організації дорожнього руху.

10. Випробування нових схем організації руху.

11. Моделювання забезпечує контроль над часом.

12. Моделювання – безпечний спосіб дослідження.

Всі ці властивості вказують на різноманітність та величезні можливості імітаційного моделювання.

Незважаючи на значний обсяг випущених науково-дослідних робіт, через відсутність можливості достатньо повно вивчити перехрестя міських вулиць та доріг, багато рішень приймаються на основі інформації, що має випадковий характер.

Тому, організаційні заходи, що проводяться на перехресті та прийняті управлінські рішення, далекі від оптимальних.

У зв'язку з цим виникає необхідність більш докладно дослідити процеси функціонування перехрестя. Через відсутність практичної можливості проводити експерименти на реальному перехресті, єдиним

способом залишається планування експериментів та їх реалізація на імітаційній моделі. Імітаційне моделювання дає можливість, змінюючи інтенсивність руху транспортних засобів, дозволені напрямки руху, тривалість циклу та тривалості основних тактів на регульованому перехресті, визначити транспортні затримки на підході до перехрестя та оптимальний режим роботи всього світлофорного об'єкта з погляду мінімізації транспортної затримки.

Таким чином, за допомогою імітаційного моделювання на транспортному перехресті, обладнаному світлофорною сигналізацією, можна відтворювати процеси, які на реальному перехресті практично не можна здійснити.

Література

1. 272MP Б.2.2-37641918-928:2022 Методичні рекомендації з моделювання транспортних потоків під час оцінювання ефективності проектних рішень щодо дорожньої інфраструктури.

2. Григоров М.А., Дашенко О.Ф., Усов А.В. Проблеми моделювання і управління рухом транспортних потоків у великих містах: Монографія. – Одеса: Астропринт, 2004. – с.

БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Сіренко О., студент групи Т-27т1-23
Бажинов Ан. В., к.т.н., доцент каф. ОБДР

Війна на території України створила додаткові виклики для безпеки дорожнього руху. Крім традиційних чинників (стан доріг, технічний стан авто, поведінка водіїв та пішоходів) з'явилися нові: активні бойові дії, зруйнована інфраструктура, мінно-вибухова небезпека, зміни у пересуванні населення, евакуація, комендантські години тощо. Ця доповідь має на меті зібрати актуальні дані, виявити тренди, охарактеризувати ризики за регіонами й окреслити напрямки покращення безпеки на дорогах.

Статистика ДТП в Україні за 2022-2024 роки показує, що у 2022 році в Україні зафіксовано 18 628 ДТП із постраждалими, в яких загинуло 2 791 осіб, а травмовано — 23 145 осіб. У 2023 році кількість таких ДТП зростає: приблизно 23 642 ДТП, загиблих — 3 053, травмованих — 29 502. У 2024 році — близько 25 781 ДТП із постраждалими, загиблих ~3 202 особи, травмованих ~32 023 особи.

З аналізу статистичних даних можна визначити певні негативні тенденції. Порівняно з 2022 роком, у 2023-му кількість ДТП з постраждалими зростає приблизно на 26,9%. Смертність у ДТП у 2023 році зростає приблизно на 9% порівняно з 2022 роком. В 2024 році спостерігається подальше збільшення: +8,3% ДТП та +4,6% загиблих у порівнянні з 2023.

Стосовно регіональних особливостей аварійності на дорогах можна сказати, що найбільше ДТП із постраждалими за 2022-2024 роки трапилось у Дніпропетровській області та у Львівській області. Наприклад, у Дніпропетровській області за три роки ~6 260 ДТП, ~862 загиблих і ~7 500 постраждалих. У Львівській — ~6 110 ДТП, ~712 загиблих, ~8 000 постраждалих. У регіонах, що зазнали інтенсивних бойових дій або часткової окупації (наприклад, Харківська область, Донецька область, Запорізька область), рівень аварійності дещо знизився через зменшену інтенсивність руху.

За статистичними даними було визначено основні причини ДТП. Найпоширенішими причинами є перевищення безпечної швидкості (~40 % випадків), порушення правил маневрування, порушення правил проїзду пішохідних переходів та перехресть. У першому півріччі 2023 року сталося ~10,2 тис. ДТП із постраждалими; загиблих ~1,3 тис. за цей період. Для порівняння: за аналогічний період 2022 року їх було ~5,4 тис.

З аналізу статистики випливають певні особливості безпеки дорожнього руху в умовах війни. По-перше, збільшилися інфраструктурні ризики. Дороги пошкоджено внаслідок бойових дій або вибухів, що призводить до непрогнозованих змін у дорожній поверхні, пошкодженого дорожнього покриття, обмежень руху. Маркування, освітлення, дорожні знаки — можуть бути знищені або не функціонувати. По-друге, з'явилася мінно-вибухова небезпека: узбіччя доріг або дороги, що активно

використовуються у військових цілях, можуть бути заміновані або містити ВПП (вибухонебезпечні предмети).

Також в умовах війни відбулися певні зміни організації руху. Комунікації та логістика військових/гуманітарних конвоїв змінюють рух транспорту. Блок-пости, комендантські години, пропускні режими змінюють звичні маршрути. Часто рух можуть обмежувати або переводити на інші дороги. Деякі особливості руху виникають через переміщення населення, евакуацію. Велика кількість людей евакуюються чи змінюють місце проживання, що змінює пішохідний і транспортний трафік, іноді в незнайомих умовах. Пішоходи можуть бути менш уважні, перебувають під стресом, переміщуються в незнайомих місцях — що підвищує ризик аварій.

На безпеку руху в умовах війни сильніше впливають психологічні та поведінкові фактори. Постійна загроза ракетних/мінометних обстрілів, повітряних тривог, що відволікає увагу водіїв, стрес, недосип, тривога — все це впливає на концентрацію, швидкість реакції, ризиковану поведінку.

Зменшення інтенсивності руху в окремих зонах може створювати хибне відчуття безпеки чи навпаки — водії можуть їхати швидше.

Воєнні дії призвели до зміни трафіку та інтенсивності руху. Через війну транспортний потік на певних дорогах зменшився (особливо в зоні активної бойової діяльності). Це могло призвести до зниження кількості аварій у цих зонах — але не автоматично до зниження травматизму. У періоди евакуацій чи переміщень — навпаки, виникають перевантаження, незвичні маршрути, аварійні ситуації.

Стосовно регіональних особливостей у питанні ризиків дл безпеки руху, можна виділити регіони підвищеного ризику. Виділяються Дніпропетровська та Львівська області — найбільше аварій із загиблими та постраждалими. Київ і Київська область також мають значний показник аварій. Регіони бойових дій або часткової окупації мають нижчу (офіційно зафіксовану) аварійність через зменшення руху — але це не означає низький ризик, бо дані можуть бути неповними. Основними факторами ризику тут є інтенсивність руху: чим більше рух — вища ймовірність аварії, якість інфраструктури: пошкоджені дороги, відсутність маркування, освітлення, пішохідний рух: евакуації, незнайомі маршрути, перетин доріг у стресовій ситуації, присутність військових операцій або просто наявність військової техніки теж створює додаткові ризики.

В умовах війни змінилася поведінка водіїв: вони збільшують швидкість, не дотримуються дистанції, схильні до різких маневрів, в них нестача уваги.

Так, наприклад, у Тернопільській області за січень-грудень 2023 р. зареєстровано 2 547 ДТП (на +11% порівняно з 2022 р). З них 563 ДТП з постраждалими (+4% порівняно з попереднім роком). Загинуло 76 осіб (-21% до 2022 р). З цього видно: навіть у менш постраждалому регіоні активність ДТП зростає — що свідчить про загальний тренд.

Таким чином, можна визначити ключові механізми впливу війни на безпеку дорожнього руху. Це зменшення трафіку в зоні бойових дій →

менше аварій, але дорожня інфраструктура в критичному стані і аварії, які відбуваються, можуть мати тяжчі наслідки, збільшення швидкості на «звукових» дорогах, де менше трафіку, може призводити до більш тяжких аварій, підвищена кількість пішоходів, що пересуваються в нестандартних умовах, часто не на пішохідних переходах, що збільшує ризик.

Автомобілі, що використовуються для евакуацій або гуманітарних перевезень, можуть бути перевантажені або рухатись в умовах підвищеного ризику. Служби реагування можуть працювати в обмежених умовах — це впливає на швидкість надання допомоги після аварії, що підвищує ризик летальних наслідків.

Для поліпшення безпеки дорожнього руху для вжиття державними органами пропонуються такі рекомендації

- Здійснювати оперативний облік і аналіз ДТП у зонах, які піддаються бойовій дії або були пошкоджені;

- Забезпечити пріоритетне відновлення дорожньої інфраструктури: маркування, освітлення, дорожні знаки, ремонти;

- Організувати чітку комунікацію щодо змін у маршрутах, блокпостах, дорожніх умовах — щоб водії були поінформовані;

- Проводити просвітницькі програми для водіїв і пішоходів з урахуванням умов воєнного стану (наприклад, безпечний рух під час повітряної тривоги, евакуацій, порушених маршрутів);

- Забезпечити доступність служб швидкої допомоги та евакуаційних транспортних засобів, а також їхню безпечну роботу.

Для водіїв рекомендації будуть наступними:

- Перевіряти технічний стан авто, особливо після перерви чи використання у нестандартних умовах.

- Уникати перевищення швидкості: зменшення швидкості дає більше часу на реакцію у складних умовах.

- Бути готовими до змінених умов руху: блокпости, перекриття, зміни напрямків, об'їзди.

- Уважно слідкувати за пішоходами, особливо в зонах евакуацій та в межах населених пунктів — рух пішоходів може бути хаотичним.

- Під час повітряної тривоги або небезпеки — за можливості знизити швидкість або зупинитися в безпечному місці.

Для пішоходів такі рекомендації:

- Використовувати видимі елементи (світлоповертальні жилети/аксесуари), особливо в темний час або в умовах поганої видимості.

- Переходити дорогу лише у відведених місцях, бути уважними до транспорту, який може рухатись із вищою швидкістю.

- При евакуації чи переміщенні — планувати маршрут заздалегідь, бути обережними на дорогах, не переміщуватись у великій групі без контролю.

- Уважно ставитись до сигналів тривоги — не перебігати дороги чи великі відкриті простори під час повітряної тривоги.

Висновки

Умови війни створюють додаткові ризики для безпеки дорожнього руху: пошкоджена інфраструктура, змінений трафік, стрес, евакуація.

Статистика показує чіткий тренд — кількість ДТП із постраждалими та загиблими в Україні росте з 2022 р. і продовжує зростати.

Навіть регіони, які не знаходяться в зоні активних бойових дій, показують збільшення аварійності.

Регіональні особливості важливі: одні області мають вищі показники ДТП, інші — мають зниження руху, але не означає зниження ризику.

Для ефективного зменшення травматизму на дорогах потрібен комплексний підхід: державного рівня + поведінкових заходів + інфраструктурних рішень.

Найбільш вразливі групи — пішоходи в умовах переміщення/евакуацій, водії в стресових або неоптимальних умовах руху, дороги з пошкодженою інфраструктурою.

Література

1. Постанова Кабінету Міністрів України № 1306 від 10 жовтня 2001 р. «Про Правила дорожнього руху» (зі змінами і доповненнями).
2. Закон України «Про Національну поліцію» від 02.07.2015 р. № 580-VIII.
3. ДСТУ 4100:2021. Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021.
4. Наказ МВС України № 1395 від 07.11.2015 р. «Про затвердження Інструкції з оформлення матеріалів про адміністративні правопорушення у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху».
5. Бабков В.Ф. Організація дорожнього руху. – К.: Арістей, 2020. – 312 с.
6. Мартиненко В. Безпека дорожнього руху: сучасні проблеми та шляхи підвищення ефективності системи управління. – Харків: ХНАДУ, 2021. – 256 с.
7. Гудима О.І., Буряк В.М. Дорожньо-транспортні пригоди в умовах воєнного стану: аналіз, фактори ризику, профілактика. // Науковий вісник НУ «Львівська політехніка». – 2023. – № 4. – С. 45–52.
8. Державне агентство інфраструктурних проектів України. Аналітичний звіт про стан безпеки дорожнього руху в Україні у 2022–2024 рр. – Київ, 2024. – 47 с.
9. Центр безпеки дорожнього руху МВС України. Вплив воєнних дій на транспортну інфраструктуру та безпеку руху. – Київ, 2023.
10. Патрульна поліція України. Безпека дорожнього руху в умовах воєнного стану. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://patrol.police.gov.ua>

КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ ЯК ІНСТРУМЕНТ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ МІСТ У МЕЖАХ КОНЦЕПЦІЇ 15-ХВИЛИННОЇ ДОСТУПНОСТІ

Іванюк А. А., студент групи Т-46-22
Бугайова М. О., ст. викл. каф. ОБДР

Сучасний етап розвитку українських міст характеризується складним поєднанням викликів: від необхідності подолання радянської спадщини моноцентричного планування до стратегічного відновлення в умовах воєнного стану та повоєнного періоду. У цьому контексті особливої ваги набуває концепція «15-хвилинного міста», яка передбачає таку організацію міського простору, де мешканці можуть задовольнити основні потреби (робота, навчання, медичне обслуговування, дозвілля) протягом короткої пішої або велосипедної прогулянки.

Однак впровадження цієї концепції потребує не лише політичної волі, а й точного інструментарію для аналізу існуючої міської тканини. Саме тут кластерний аналіз постає як фундаментальний метод математичного моделювання та обробки великих даних. Він дозволяє класифікувати міські території не за адміністративними межами, а за реальним рівнем насиченості сервісами та інфраструктурними зв'язками. Основні характеристики та результати впровадження моделі 15-хвилинної доступності у глобальному контексті наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Світовий досвід реалізації концепції 15-хвилинної доступності

Регіон	Ключові міста	Основні заходи та інструменти	Результати та досягнення	Головні виклики та бар'єри
1	2	3	4	5
Глобальна Північ (Еталонна)	Париж, Барселона, Мілан	«Суперблоки», «шкільні вулиці», розширення веломереж [1, 2, 3].	+60% велосипедистів; - 25% автотрафіку [1, 4].	Ризик джентрифікації; нерівномірність на периферії [2, 5].
Північна Америка	Портленд, Монреаль, Гамільтон	Створення компактних районів; фокус на рекреації [6, 7].	Покращення пішохідної доступності в центрах.	Сильна залежність від авто; перехід до моделі «30 хвилин» для околиць [8, 9].
Північна Європа та Океанія	Осло, Окленд	«Центр без авто»; використання ГІС-картографування [4, 9].	Кліматична стійкість; скорочення викидів CO ₂ .	Розпорошеність забудови в приміських зонах [10, 11].

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
Південна Європа (Історична)	Рим, Трієст, Краків	Гібридна інтеграція з громадським транспортом [7, 11].	Збереження культурної спадщини при модернізації.	Топографія (пагорби); застаріле зонування; вузькі вулиці [12].
Азіатсько-Тихоокеанський регіон	Пекін, Шанхай, Ченду	Висока щільність послуг; стійкість під час пандемії [13].	Швидкий доступ до базових сервісів у мегаполісах.	Глибока соціальна нерівність; дефіцит інфраструктури на околицях [7].
Глобальний Південь	Джакарта, Мумбаї, Богота	Мікромобільність; ініціативи громад [14].	Покращення громадських просторів та безпеки.	Неформальна забудова; екстремальний клімат; слабке метро [15].

Аналіз світового досвіду та сучасних українських реалій дозволяє стверджувати, що пряме копіювання західних урбаністичних моделей, зокрема паризької, є неможливим через специфічну структури забудови, «радянську» спадщину мікрорайонів та глибокі соціально-економічні наслідки війни. Для ефективного стратегічного планування в Україні концепція «15-хвилинного міста» потребує адаптації через застосування кластерного підходу. Використання кластерного аналізу як інструменту планування забезпечує об'єктивну типологію територій. Наддасть можливість групувати міста чи окремі райони не за формальною кількістю населення, а за реальним рівнем фактичної доступності сервісів.

Математичне виявлення таких кластерів в роботі [16] дозволяє чітко визначити пріоритетність інвестицій, вказуючи на проблеми міст України. Крім того, такий підхід сприяє посиленню інклюзивності планування, оскільки дозволяє врахувати потреби вразливих груп населення, зокрема внутрішньо переміщених осіб та людей з інвалідністю, через детальний аналіз пішохідної зв'язності та безбар'єрності в межах конкретних локальних кластерів.

Застосування кластерного аналізу дозволяє перетворити стратегічне планування українських міст із теоретичного обговорення на Data-driven стратегію. Це створює фундамент для повоєнного відновлення за принципом "Build Back Better", де кожна територіальна одиниця прагне до самодостатності, екологічності та високої якості життя мешканців.

Література

1. Moreno, C.; Allam, Z.; Chabaud, D.; Gall, C.; Pratlong, F. Introducing the "15-Minute City": Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities* 2021, 4, 93–111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>

2. Ferrer-Ortiz, C.; Marquet, O.; Mojica, L.; Vich, G. Barcelona under the 15-minute city lens: Mapping the accessibility and proximity potential based on pedestrian travel times. *Smart Cities* 2022, 5, 146–161. <https://doi.org/10.3390/smartcities5010010>
3. Abdelfattah, L.; Deponte, D.; Fossa, G. The 15-minute city: Interpreting the model to bring out urban resiliencies. *Transp. Res. Procedia* 2022, 60, 330–337. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.043>
4. Di Marino, M.; Tomaz, E.; Henriques, C.; Chavoshi, S.H. The 15-minute city concept and new working spaces: A planning perspective from Oslo and Lisbon. *Eur. Plan. Stud.* 2023, 31, 598–620. <https://doi.org/10.1080/09654313.2022.2082837>
5. Gaglione, F.; Gargiulo, C.; Zucaro, F.; Cottrill, C. Urban accessibility in a 15-minute city: A measure in the city of Naples, Italy. *Transp. Res. Procedia* 2022, 60, 378–385. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.049>
6. Gaglione, F.; Gargiulo, C.; Zucaro, F.; Cottrill, C. 15-minute neighbourhood accessibility: A comparison between Naples and London. *Eur. Transp.* 2021, 85. <https://doi.org/10.48295/ET.2021.85.5>
7. Sezer, E. 15 Minute City Concept. A Glance at the Palermo Case Study. *Riv. Dottorato Ric. Archit. Arti Pianif. Dell'università Studi Palermo-Dip. Archit.* 2022, 21, 20–29. <https://hdl.handle.net/10447/573066>
8. Yang, J. Visualizing and assessing the 15-minute city facility configuration of city region A study on the Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration. *Adv. Educ. Humanit. Soc. Sci. Res.* 2023, 4, 63. <https://doi.org/10.56028/aehtsr.4.1.63.2023>
9. Jiang, J.; Qiao, W.; Chuang, I.-T.; Li, Y.; Wang, T.; Beattie, L. Mapping liveability: The “15-min city” concept for car-dependent districts in Auckland, New Zealand. *Appl. Geogr.* 2024, 163, 103197. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2024.103197>
10. De Donno, M. The 15 Minutes City: A Case Study of Chrono-Urbanism Applied to the Lombardy Railway Stations. Master's Thesis, Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, Milan, Italy, 2020. <https://hdl.handle.net/10589/182171>
11. Wang, T.; Li, Y.; Chuang, I.-T.; Qiao, W.; Jiang, J.; Beattie, L. Evaluating the 15-minute city paradigm across urban districts: A mobility-based approach in Hamilton, New Zealand. *Cities* 2024, 151, 105147. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105147>
12. Noworól, A.; Kopyciński, P.; Hałat, P.; Salamon, J.; Hołuj, A. The 15-Minute City—The geographical proximity of services in Krakow. *Sustainability* 2022, 14, 7103. <https://doi.org/10.3390/su14127103>
13. Zheng, C. A 15-minute Living Circle from the Perspective of Epidemic and Post-epidemic Cities—the Case of Beijing. *SHS Web Conf.* 2023, 163, 04001. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202316304001>
14. Boukouras, E. The question of proximity. Demographic ageing places the 15-minute-city theory under stress. *Authorea Preprints* 2023. DOI: 10.22541/au.167528269.90832170/v1

15. Ma, L. An analysis of the role of 15-minute cities in developing countries. *Interdiscip. Humanit. Commun. Stud.* 2024, 1, 1–4. <https://doi.org/10.61173/fefqgb17>

16. Аналіз українських міст з огляду на доступність та демографічні особливості у контексті формування 15-хвилинного міста. (2025). *Комунальне господарство міст. Серія: «Інформаційні технології та інженерія»*, 4(192), 442-448. <https://doi.org/10.33042/3083-6727-2025-4-192-442-448>

ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПЕРЕХРЕСТЬ: ВПРОВАДЖЕННЯ БЕРЛІНСЬКИХ ПОДУШОК У МІСЬКУ МЕРЕЖУ

Моїсєєв А. Д., студент групи Т-42-22
Бугайова М. О., ст. викл. каф. ОБДР

Впровадження засобів заспокоєння руху (ЗЗР) на вулицях міст України регулюється основним нормативним документом - ДСТУ 4123:2020 «Безпека дорожнього руху. Засоби заспокоєння руху. Загальні технічні вимоги» [1]. Цей стандарт офіційно ввів поняття берлінські подушки (БП). Згідно з ДСТУ 4123:2020, БП - це штучна нерівність, що має вигляд трапеції з похилими бічними поверхнями, яка розташовується на проїзній частині з метою примусового обмеження швидкості.

Відповідно до встановлених стандартів, основні технічні параметри БП передбачають ширину в межах від 1,8 м до 2,0 м, що є ключовим показником, оскільки така розмірність є меншою за колію автобуса чи тролейбуса, дозволяючи їм проходити над нерівністю, проте залишається більшою за внутрішню відстань між колесами легкового автомобіля. Довжина конструкції варіюється в межах 2,0 - 3,0 м для забезпечення плавного наїзду та з'їзду, а регламентована висота становить 50 – 65 мм, чого достатньо для створення відчутного дискомфорту водію легковика при перевищенні швидкості, але є цілком безпечним для елементів підвіски при дотриманні встановленого режиму 25 – 30 км/год.

Умови встановлення БП:

1. БП встановлюються на ділянках, де необхідно обмежити швидкість до 25–30 км/год [1].
2. На відміну від стандартних дорожніх пагорбів, БП дозволено встановлювати на вулицях, де курсує громадський транспорт (маршрути автобусів та тролейбусів по вул. Володимира Великого).
3. Перед БП обов'язково встановлюються дорожні знаки 1.11 «Пагорб» разом із табличкою 7.2.1, що вказує відстань до об'єкта, та знаком 3.29 «Обмеження максимальної швидкості».
4. На саму БП наноситься світлоповертальна розмітка у вигляді трикутників («зуби дракона»), спрямованих назустріч руху, згідно з ДСТУ 2587, щоб забезпечити видимість елемента вночі [2].

Вибір об'єкта дослідження - перехрестя вулиць Володимира Великого та Жужоми (мікрорайон «Митниця») зумовлений критичною ситуацією, що склалася після проведення капітального ремонту дорожнього покриття. Покращення якості дороги призвело до зростання швидкості транспортного потоку (ТП) та, як наслідок, різкого збільшення кількості важких ДТП. Обґрунтуванням необхідності реконструкції даного вузла є активна позиція громади міста. Зокрема, на офіційному сайті Черкаської міської ради у січні 2025 року було зареєстровано петиція, які наголошують на смертельній небезпеці ділянки. Статистика свідчить про системний характер аварійності:

за короткий проміжок часу зафіксовано низку ДТП, включаючи випадок із летальним наслідком 14 січня 2025 року [3]. Робота пропонує порівняльний аналіз традиційного світлофорного регулювання та методів ЗЗР, що застосовуються в містах Амстердам, Берлін та Влоцлавек [4 – 6]. Проектне рішення щодо реорганізації перехрестя вул. Володимира Великого - вул. Жужоми в місті Черкаси базується на принципі комплексного захисту вразливих учасників руху при збереженні пропускну здатності магістралі. Основна зміна полягає у переході від нерегульованого Т-подібного примикання до регульованого вузла з фізичним обмеженням швидкості на підходах. Для примусового зниження швидкості транзитного потоку на підходах до пішохідного переходу (за 20–30 метрів до "зебри") встановлюється каскад із 4-х БП. По одній подушці розміщується по центру кожної з чотирьох смуг руху вул. Володимира Великого. Таке розташування виключає можливість об'їзду нерівності без виїзду на зустрічну смугу. Кожна подушка має габарити 1,8 x 2,5 м, що дозволяє автобусам, спецтранспорту проходити над ними без вертикального прискорення, тоді як водії легкових авто змушені знижувати швидкість до 25-30 км/год.

На основі розробленої моделі у середовищі PTV Vissim (рис. 1) було проведено порівняльний аналіз чотирьох сценаріїв ОДР на перехресті вул. Володимира Великого — вул. Жужоми: нерегульоване (НР), нерегульоване з БП (НР+БП), регульоване світлофором (Р) та комбіноване (Р+БП). Результати моделювання сценаріїв представлені в табл. 2.

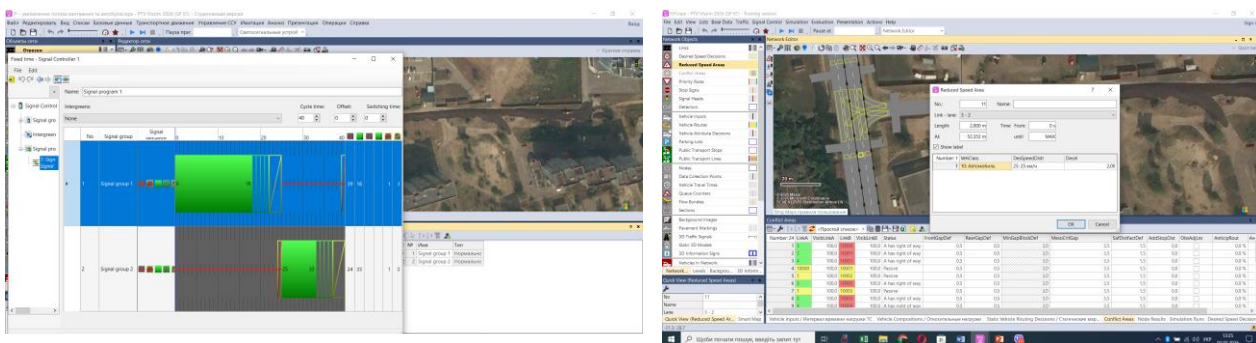


Рисунок 1 – Моделювання у програмі PTV Vissim

Таблиця 2 – Результати моделювання перехрестя в програмі PTV Vissim

Показники	НР	НР+БП	Р	Р+БП
Середня затримка, с	18,29	20,98	17,56	17,68
Середня довжина затору, м	26,59	24,24	16,71	17,14
Максимальна довжина затору, м	85,02	72,53	71,34	71,33
Середній час простою кожного ТЗ, с	8,61	9,9	7,7	8,07
Середня кількість зупинок ТЗ, од./авт.	1,09	1,41	1,01	1,03
Викиди шкідливих речовин CO, г	356,967	374,173	348,66	351,58
Викиди шкідливих речовин NO _x , г	69,453	72,801	67,838	68,406
Витрати палива, л	19,355	20,287	1,614	19,063
Рівень обслуговування LOS	C	C	B	B

Впровадження БП у комбінації зі світлофором (сценарій Р+БП) демонструє стабільність роботи перехрестя. Хоча середня затримка незначно зростає порівняно з чистим регулюванням (з 17,56 с до 17,68 с), цей приріст у 0,12 с є несуттєвим порівняно з перевагою у безпеці через примусове зниження швидкості. Більше того, сценарій Р+БП показав найкращий результат щодо економічності — витрати палива в цій моделі є найнижчими і складають 19,06 л (проти 21,28 л у звичайному регульованому режимі), що пояснюється більш рівномірним швидкісним режимом та відсутністю різких прискорень. Екологічні показники (викиди CO та NO_x) залишаються в межах норми, лише незначно коливаючись у межах 1-2%, що є допустимим при впровадженні ЗЗР (рисунок 2).

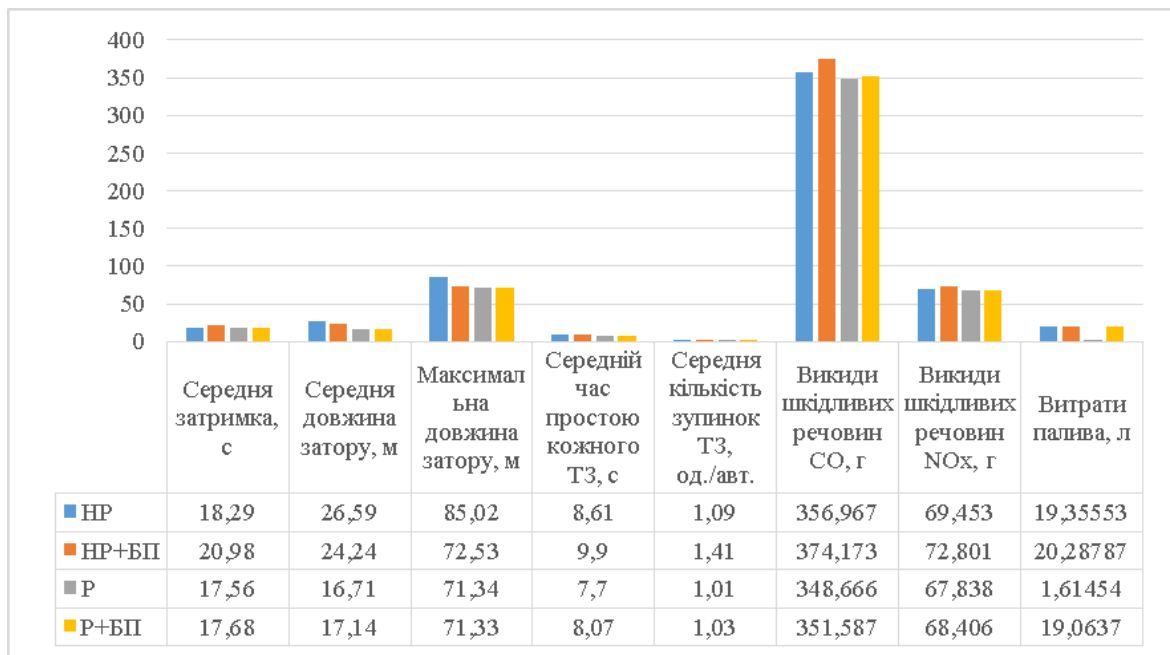


Рисунок 2 - Порівняльна діаграма показників функціонування перехрестя за різними сценаріями ОДР

Аналіз рисунку 3 свідчить, що сценарій Р+БП (жовта лінія), який передбачає поєднання СР з БП, є найбільш збалансованим та ефективним, оскільки його контур займає найменшу площу і стабільно наближений до центру за більшістю осей. Сценарій NR+БП (помаранчева лінія) демонструє критичні відхилення за показниками середньої затримки та кількості зупинок, досягаючи пікових значень у 100%, що підтверджує недоцільність використання штучних нерівностей без світлофорного об'єкта на магістралях із високою інтенсивністю. Сценарій Р (сіра лінія) показує добру динаміку скорочення заторів, проте має помітний викид у бік збільшення витрат палива, що пояснюється нерівномірністю руху та різкими прискореннями після зупинок. У свою чергу, впровадження БП у сценарії Р+БП дозволило мінімізувати цей негативний ефект, забезпечивши найкращий показник паливної економічності та підтвердивши доцільність комплексного підходу до реорганізації перехрестя.

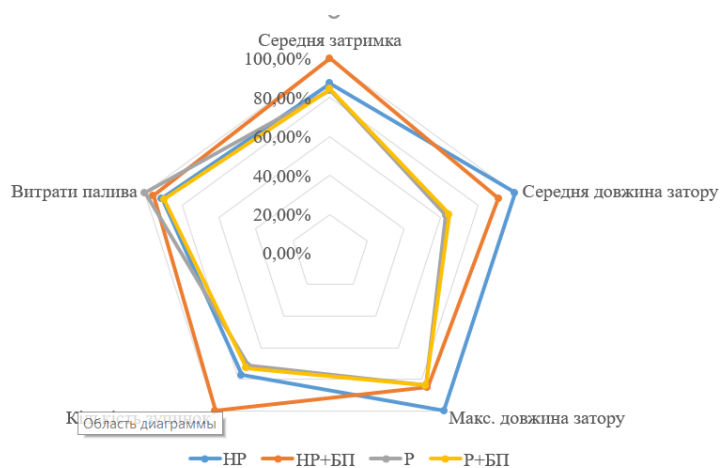


Рисунок 3 - Порівняльна діаграма ефективності сценаріїв ОДР

Моделювання підтвердило, що сценарій Р+БП є найбільш раціональним для досліджуваного перехрестя. Він дозволяє підняти рівень обслуговування до рівня В, забезпечує стабільну пропускну здатність та мінімізує витрати палива, одночасно створюючи фізичний бар'єр для перевищення швидкості, що було основною причиною аварійності на об'єкті.

Література

1. Безпека дорожнього руху. Засоби заспокоєння руху. Загальні технічні вимоги : ДСТУ 4123:2020. – [На заміну ДСТУ 4123:2006] ; чинний з 2020–11–01. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 32 с. – (Національний стандарт України).
2. ДСТУ 4123:2020. Безпека дорожнього руху. Засоби заспокоєння руху. Загальні технічні вимоги. [Чинний від 2020-11-01]. Видання офіційне. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 27 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92700 (дата звернення: 02.04.2026).
3. Встановлення світлофорного об'єкта на перехресті вул. Володимира Великого та вул. Жужоми : Електронна петиція № 2-5432. *Офіційний портал міської ради, петицій та звернень*. 2023. URL: <https://petition.cherkasy.gov.ua/> [приклад посилання] (дата звернення: 02.04.2026).
4. Berloco, N., Coropulis, S., Intini, P., Ranieri, V.: Effects of Berlin speed cushions in urban restricted speed zones: a case study in Bari Italy. *Transp. Res. Proc.* 60, 180–187 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.024>
5. Berloco, N., Coropulis, S., Garofalo, G., Intini, P., Ranieri, V.: Analysis of the factors influencing speed cushion effectiveness in the urban context: a case study experiment in the city of Bari, Italy. *Sustainability* 15(8), 6352 (2023). <https://doi.org/10.3390/su15086352>
6. Cantisani, G., Corazza, M.V., Di Mascio, P., Moretti, L.: Eight traffic calming “easy pieces” to shape the everyday pedestrian realm. *Sustainability* 15(10), 7880 (2023). <https://doi.org/10.3390/su15107880>

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРВАЛЬНИХ ОЦІНОК ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Гарнат А. С.¹, студент
Абрамова Л. С.², док. техн. наук, проф. каф. ОБДР
Кобзев В. Г.¹, канд. техн. наук, проф. каф. програмної інженерії
¹ Харківський національний університет радіоелектроніки,
e-mail: alina.harnat@nure.ua, volodymyr.kobziev@nure.ua
² Харківський національний автомобільний університет,
e-mail: abramova_ls@ukr.net

Існуючими стандартами та нормативними документами регламентовано порядок визначення показників безпеки дорожнього руху (БДР) для ділянок дорожньої мережі і перехресть. Для обчислення числових значень встановлених показників використовуються детерміновані значення характеристик дорожнього покриття і рівня освітлення, погодних умов в різні періоди року, інтенсивності і швидкості руху, стилю водіння і поведінки водіїв та ін. Значення показників БДР не є сталими, їх зміни постійно розглядаються, аналізуються і публікуються, одним з прикладів є стаття [1].

У роботі [2] запропоновано використовувати ймовірнісні методи для різнобічного моделювання можливих ситуацій, що є характерним для камерального підходу моделювання руху і дослідження показників безпеки. При наперед невідомому законі статистичного розподілу значень одного з параметрів розрахунку певного показника БДР найпростішим варіантом є використання їх рівномірного розподілу.

Наявність екстремальних (найменших і найбільших) значень одного чи декількох параметрів розрахунку обраного показника БДР з використанням методів інтервальної математики дозволяє отримати діапазон його можливих значень. Проілюструємо це на прикладі розрахунку коефіцієнта пригод Π на певній ділянці дороги за відомою формулою Ф. Рейнгольда [3]:

$$\Pi = \frac{Z \cdot 10^6}{365 \cdot t \cdot N \cdot l}, \quad (1)$$

де: Z – кількість ДТП на ділянці дороги за певний проміжок часу, од.; t – проміжок часу, за який аналізується аварійність, доб.; N – середньорічна добова інтенсивність руху, авт./доб.; l – довжина ділянки дороги (найчастіше беруть 1 км).

Припустимо, відомий діапазон (найменше Z_1 і найбільше Z_2) значень кількості ДТП на ділянці дороги за однаковий проміжок часу, наприклад, в різні роки. Інші параметри, що входять до вказаної формули мають свої фіксовані значення. Тоді для коефіцієнта пригод можна отримати діапазон його значень

$$\Pi_1 \leq \Pi \leq \Pi_2, \quad (2)$$

де значення Π_1 та Π_2 , як і в інших випадках лінійної залежності між двома змінними, обчислюються згідно формули (1) шляхом підстановки значень Z_1 та Z_2 , відповідно.

У тривіальному випадку, $Z_1 = Z_2$, буде виконуватися рівність $\Pi_1 = \Pi_2$ (збіг меж інтервалу коефіцієнта пригод), і його значення співпадає з результатом обчислень за виразом (1).

Додавши до діапазону значень кількості ДТП $[Z_1, Z_2]$ знання діапазону значень середньорічної добової інтенсивності руху $[N_1, N_2]$, можна за правилами інтервальної арифметики розрахувати новий діапазон значень коефіцієнта пригод:

$$\Pi'_1 \leq \Pi \leq \Pi'_2. \quad (3)$$

Нижня і верхня межі в останній формулі обчислюється наступним чином:

$$\Pi'_1 = \min(Z_1/N_1, Z_1/N_2, Z_2/N_1, Z_2/N_2),$$

$$\Pi'_2 = \max(Z_1/N_1, Z_1/N_2, Z_2/N_1, Z_2/N_2).$$

Не важко побачити, що межі діапазонів у виразах (2) та (3) відрізняються і жорстко залежать від меж діапазонів для величин Z та N .

У розглянутому прикладі розрахунку коефіцієнта пригод використана одна з операцій інтервальної арифметики. Існують нескладні формули для використання інших операцій з величинами, заданими діапазонами своїх значень. Засоби інтервальної математики можна застосувати також і для більш складних розрахункових залежностей, що містять нелінійні перетворення змінних, як це зроблено в роботі [4].

Подібні інтервальні оцінки дають можливість визначати діапазони значень показників безпеки в умовах широкого варіювання величин впливаючих факторів, що має місце у багатьох практичних ситуаціях.

Література

1. Семченко Н.О., Ніколаєнко І.В., Маслак Г.В., Хара М.В. Оцінювання динаміки зміни показників безпеки руху в Україні. Транспортні системи та технології перевезень. Збірник наукових праць. Вип. 28. 2024. С. 52-59.

2. Абрамова Л.С., Кобзєв В.Г., Назаров О.С., Назарова Н.В., Гарнат А.С. Застосування ймовірнісних методів для визначення показників безпеки дорожнього руху / Збірка тез доповідей VI міжнародної науково-практичної конференції «Інновації у системах управління безпекою та дорожнім рухом» / за заг. ред. Л. С. Абрамова; ХНАДУ. – Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2025. – с. 168-169.

3. Осетрін М.М., Шилова Т.О. Безпека дорожнього руху як критерій рівня обслуговування міських магістралей. Вісник НУВГП, серія «Технічні науки». Вип. 3(99), 2022. – С. 49-58.

4. Bezkorovainyi V., Kobziev V., Khovrat A., Luchenko Y. Selection of a Subset of Effective Project Solutions Under Conditions of Interval Uncertainty / 2025 IEEE 8th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC), Kyiv, Ukraine, 2025, Pp. 1-4.

КОНСТРУКТИВНА БЕЗПЕКА АВТОМОБІЛІВ

Байов О.О., студент, гр. ТД-51-25

Безпека дорожнього руху вже багато років залишається серйозною проблемою як в Україні, так і у світі. Незважаючи на розвиток технологій, кількість дорожньо-транспортних пригод залишається досить високою, а їх наслідки часто є дуже тяжкими. Саме тому питання підвищення безпеки автомобілів не втрачає своєї актуальності.

Одним із важливих напрямів у цій сфері є конструктивна безпека автомобілів. Вона визначає, наскільки сам транспортний засіб здатний запобігти аварії або хоча б зменшити її наслідки для водія та пасажирів. За даними досліджень, значна частина ДТП пов'язана з технічними несправностями автомобілів, а також із недостатнім рівнем їх безпеки [2]. Це ще раз підтверджує, що вдосконалення конструкції автомобілів є необхідним.

Під конструктивною безпекою зазвичай розуміють сукупність технічних рішень, які закладені в автомобіль ще на етапі його проектування. Вони спрямовані або на запобігання аваріям, або на зменшення шкоди у випадку їх виникнення.

Зазвичай виділяють дві основні складові – активну та пасивну безпеку. Активна безпека пов'язана з тим, як автомобіль поводить себе під час руху: наскільки добре він гальмує, тримає дорогу, реагує на дії водія. Пасивна безпека починає «працювати» вже під час аварії – це, наприклад, подушки безпеки, ремені або конструкція кузова.

Варто зазначити, що в сучасних автомобілях ці дві складові все частіше розглядаються не окремо, а як єдина система.

Одним із ключових елементів безпеки є кузов автомобіля. Сучасні конструкції спеціально проектуються таким чином, щоб під час зіткнення частина кузова деформувалася і поглинала енергію удару. Це так звані зони деформації. Завдяки їм зменшується навантаження на людину в салоні.

При цьому сама «капсула» салону повинна залишатися максимально жорсткою. Це дозволяє зберегти простір для водія і пасажирів навіть у випадку серйозної аварії.

Окрему роль відіграють ремені та подушки безпеки. Вони утримують людину в правильному положенні та зменшують ризик удару об внутрішні частини автомобіля. Зараз ці системи вже працюють разом із датчиками та електронікою, які визначають силу удару та відповідно регулюють їх роботу.

Не можна також ігнорувати технічний стан автомобіля. Навіть найкращі конструктивні рішення не дадуть результату, якщо гальма або рульове управління працюють неналежним чином. За результатами досліджень, близько 15% ДТП пов'язані саме з технічними несправностями [2].

Технічний стан автомобіля безпосередньо впливає на безпеку руху. Наприклад, несправна гальмівна система може значно збільшити гальмівний

шлях, а проблеми з рульовим управлінням – ускладнити керування транспортним засобом.

Крім того, багато автомобілів, які експлуатуються сьогодні, морально застаріли та не відповідають сучасним вимогам безпеки. Вони часто не оснащені сучасними системами, які могли б зменшити ризик травмування.

У зв'язку з цим важливим є не тільки вдосконалення нових автомобілів, але й контроль за технічним станом уже існуючих транспортних засобів.

Сьогодні розвиток конструктивної безпеки тісно пов'язаний із цифровими технологіями. Якщо раніше основний акцент робився на механічних елементах, то зараз активно використовуються методи моделювання та штучного інтелекту.

Зокрема, у сучасних дослідженнях застосовують метод скінченних елементів разом із алгоритмами глибокого навчання. Це дозволяє більш точно моделювати аварії та прогнозувати поведінку конструкції автомобіля ще на етапі проєктування [1].

Ще один важливий напрям — це поєднання активної та пасивної безпеки в єдину систему. Наприклад, сучасні дослідження показують, що ефективність захисту можна підвищити, якщо враховувати стан водія та можливі наслідки аварії ще до її настання [3].

У таких системах використовується аналіз поведінки водія (втома, неуважність тощо), а також прогнозування травматизму. На основі цих даних система може змінювати роботу автоматичного гальмування та навіть налаштовувати параметри подушок і ременів безпеки.

Цікаво, що за результатами досліджень використання такого підходу дозволило зменшити показник травм голови приблизно на 30,6%, а загальний рівень травматизму – більш ніж на 20% [3]. Це свідчить про те, що майбутнє безпеки автомобілів пов'язане саме з інтегрованими інтелектуальними системами.

Висновки

Отже, конструктивна безпека автомобілів відіграє ключову роль у зниженні наслідків ДТП. Вона включає як традиційні конструктивні рішення, так і сучасні технології, що базуються на використанні електроніки та штучного інтелекту.

На сьогодні можна сказати, що розвиток у цій сфері рухається в напрямку інтеграції різних систем безпеки та використання інтелектуальних алгоритмів. Це дозволяє не тільки краще реагувати на аварійні ситуації, але й частково їх передбачати.

У подальшому вдосконалення конструктивної безпеки буде залежати як від розвитку технологій, так і від рівня їх впровадження в реальні транспортні засоби.

Література

1. Lahoz Navarro, Mar, Jonas Siegfried Jehle, Patricia A. Apellániz, Juan Parras, Santiago Zazo, and Matthias Gerds. 2024. "Deep Learning as a New Framework for Passive Vehicle Safety Design Using Finite Elements Models Data" *Applied Sciences* 14, no. 20: 9296.

2. Лапенко Т. Г. Підвищення конструктивної безпеки автотранспортних засобів в системі забезпечення безпеки дорожнього руху. Інноваційні аспекти систем безпеки праці, цивільного захисту та захисту інтелектуальної власності : матеріали VIII всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 23-24 берез. 2023 р.). Полтава : ПДАУ, 2023. С. 199–202.

3. Jing Huang, Xinyu Huang, "An integrated active–passive safety strategy for automobiles based on driver state recognition and injury risk prediction", "Accident Analysis & Prevention", Volume 223, 2025, 108271, ISSN 0001-4575.

ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЯХ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИ РІЗНИХ ДОРОЖНІХ УМОВАХ

Поліщук М. О., студент гр. Т-42-22
Засядько Д. В., ст. викл. каф. ОБДР

Перехрестя є одними з найважливіших та при цьому найнебезпечніших елементів вулично-дорожньої мережі. Це зумовлено вимушеною взаємодією на перехрестях транспортних потоків різних траєкторій. У точках, де виникають ці взаємодії, збільшується вірогідність виникнення дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в залежності від типу цієї взаємодії та інтенсивності потоків, які взаємодіють в конкретних точках. Крім того, за наявності на перехресті пішохідних потоків можливі ДТП з пішоходами.

Ефективність функціонування перехрестя неможливо оцінити одним загальним критерієм. Різні дослідники пропонують різні критерії оцінки з точки зору безпеки руху (критерієм є кількість ДТП за рік та тяжкість їх наслідків), з точки зору транспортних затримок (критерієм є сумарні витрати часу пішоходів, транспортних засобів та пасажирів), економічні (критерієм є фінансові витрати на утримання перехрестя (ремонт дорожнього одягу, технічних засобів регулювання руху, освітлення тощо), фінансові збитки від ДТП, збитки від зайвих втрат транспортного часу), екологічні (критерієм є обсяги викидів шкідливих речовин з вихлопних газів, витоків паливно-мастильних матеріалів, продуктів зносу, рівень транспортного шуму тощо).

В залежності від наявності управління рухом та виду такого управління перехрестя бувають регульовані та нерегульовані. До регульованих відносять ті перехрестя, де організовано світлофорне регулювання, яке розділяє в часі рух транспортних та пішохідних потоків за конфліктуєчими траєкторіями. Перехрестя, яке не обладнане світлофорами, також може бути регульованим, якщо на ньому є регулювальник. Залучення регулювальника, як правило, застосовується при несправних світлофорах або тимчасових змін умов руху, наприклад, підвищення інтенсивності руху на перехресті у години пік або для тимчасового об'їзду пошкодженої ділянки вулиці. Регульованим може бути також пішохідний перехід поза межами перехрестя.

Нерегульовані перехрестя істотно різняться за умовами руху в залежності від застосовуваних заходів щодо організації руху. Такі перехрестя бувають з неорганізованим рухом, з позначеним пріоритетом для транспортних засобів, з круговим рухом.

В сучасному світі перехрестя з неорганізованим рухом припустимі лише на другорядних вулицях і проїздах та на дорогах з порівняно незначною інтенсивністю руху. В цих місцях порядок роз'їзду регламентується Правилами дорожнього руху, надаючи перевагу тому водієві, який не має перешкоди з правого боку. Цей принцип стосується країн з правостороннім рухом. При цьому безпека та швидкість проїзду залежать також від умов бічної видимості на перетинанні. Крім того, важливе значення

мають також каналізування руху і позначення пріоритету руху дорожніми знаками.

Складність оцінювання якості організації дорожнього руху полягає у тому, що необхідно оцінювати її одночасно за декількома критеріями. А це такі критерії безпеки дорожнього руху, які можна характеризувати кількістю та тяжкістю наслідків ДТП, що виникли чи можуть виникнути на даному об'єкті ВДМ, критерії втрат транспортного часу учасників дорожнього руху, що визначаються через затримки в процесі проїзду через об'єкт ВДМ, а також екологічні критерії, що визначаються через обсяги викидів шкідливих речовин, шум від транспортних засобів, навіть пил від зносу гумових шин. Треба зазначити, що ці критерії є взаємопов'язані. Тому заходи, які призводять до поліпшення одних критеріїв, ведуть до погіршення інших. Наприклад, заходи, які обмежують швидкість транспортних потоків, можуть поліпшити безпеку дорожнього руху, але при цьому також ведуть до збільшення втрат транспортного часу.

Збільшення інтенсивності транспортних потоків на перехресті призводить до необхідності вжиття більш складних та дороговартісних заходів з організації дорожнього руху. При незначних значеннях інтенсивності транспортних потоків достатньо звичайного нерегульованого перехрестя в одному рівні. А при збільшенні інтенсивності потоків окремі транспортні засоби у них починають більше заважати один одному при взаємодії у так званих конфліктних точках, що призводить до збільшення аварійності, тобто збільшення вірогідності ДТП у цих точках та до збільшення втрат транспортного часу, затримок транспортних засобів та пішоходів, що змушені пропускати інших учасників дорожнього руху, які мають перевагу у русі згідно з Правилами дорожнього руху.

Транспортні потоки, які конфліктують між собою, можна розділити або у часі за допомогою світлофорного регулювання, або у просторі за допомогою транспортних розв'язок в різних рівнях. В процесі удосконалення організації руху на перехресті треба зменшити кількість конфліктних точок та (або) зменшити ступінь небезпеки окремих конфліктних точок та перехрестя в цілому. Іноді для цього доводиться змінювати геометричну конфігурацію перехрестя. Так, наприклад, на перехресті, яке займає велику площу, можна зробити каналізування руху за допомогою дорожньої розмітки. А на перехресті, де є декілька підходів з порівняно однаковою інтенсивністю потоків, є сенс організувати круговий рух, що дає змогу усунути конфліктні точки типу «перетинання», бо цей тип конфліктних точок вважається найнебезпечнішим серед інших типів конфліктних точок.

Для зменшення кількості конфліктних точок можна також, наприклад, заборонити деякі маневри на перехресті, наприклад, деякі повороти ліворуч. Але тоді доведеться задати альтернативні маршрути слідування для об'їзду такого перехрестя, а це збільшує пробіги та втрати транспортного часу, тобто, затримок транспортних засобів.

При проектуванні заходів з організації дорожнього руху дуже важливими «інструментами» є технічні засоби регулювання дорожнього

руху: світлофори, дорожні знаки, дорожня розмітка, а також дорожні огороження і скеровуючі пристрої, пристрої для уповільнення швидкості («лежачі поліцейські»). При цьому одним з основних засобів забезпечення безпеки руху на перехрестях є світлофорне регулювання. Чим більше стає рівень автомобілізації у світі, тим більше доводиться робити регульованих перехресть із світлофорним регулюванням. Ця кількість безупинно зростає і досягає в деяких випадках співвідношення: один світлофорний об'єкт на 1,5-2 тис. жителів міста.

Світлофорне регулювання зазвичай працює циклічно. Тривалість циклу світлофорного регулювання поділена на фази. Послідовність фаз світлофорного регулювання називається циклом. Протягом однієї фази дозволено рух лише у певних напрямках. Рух транспортних засобів з інших напрямків дозволено в інших відповідних фазах. Таким чином, рух транспортних та(або) пішохідних потоків, які найбільше заважають один одному, відбувається в різний час, і вони менше заважають один одному.

Вибір схеми пофазного роз'їзду залежить та й взагалі параметрів світлофорного регулювання залежить від геометрії перехрестя та параметрів транспортних та пішохідних потоків на ньому. Можна розробити різноманітні схеми світлофорного регулювання для кожного окремого перехрестя. При проектуванні світлофорного регулювання намагаються мінімізувати кількість фаз, регулювання, бо чим більше фаз, тим більша тривалість проміжних тактів, протягом яких пересування транспортних засобів через перехрестя заборонено, але вони потрібні для безпечного «плавного» переходу від однієї фази до наступної.

Також при проектуванні світлофорних об'єктів є нюанс, що деякі параметри транспортних та пішохідних потоків на перехресті змінюються протягом часу, і ці зміни можуть бути циклічного характеру. Інтенсивність потоків міняється протягом доби (добовий цикл), місяця, року. Зазвичай можна виділити ранкові та вечірні години «пік», зниження інтенсивності потоків в обідню пору та значне зменшення інтенсивності у нічні часи. Інтенсивності потоків циклічно змінюються і протягом року. В теплу пору року інтенсивність більша, ніж в зимовий період. Ці циклічні зміни пов'язані з певними ритмами людського життя, і їх можна дещо передбачити при налаштуванні та програмуванні дорожнього контролера, що керує світлофором. Прості дешеві світлофорні контролери не мають зворотного зв'язку від свого об'єкту управління (перехрестя), але інженер-проектувальник може передбачити певний набір циклограм роботи контролера на різні години доби («пік» та міжпіковий період) та додатковий режим жовтого миготіння для нічного часу, в який інтенсивність транспортних потоків незначна. Сучасні світлофорні контролери можуть мати автоматичне коригування циклограм (тривалості сигналів) в залежності від поточного стану об'єкта управління (наприклад, наявності автомобілів на певних підходах до перехрестя на відповідних напрямках), для чого на об'єкті мають бути «чутливі органи» — детектори транспорту. Це технічні пристрої, які створені щоби вимірювати різні параметри транспортних

потоків: інтенсивність, швидкість, щільність, склад потоку (за видами транспортних засобів) або хоча б наявність транспортного засобу в зоні детекції.

Окрім розділення транспортних та пішохідних потоків з різних напрямків в процесі розробки заходів з удосконалення організації дорожнього руху необхідно враховувати також й інші аспекти. Наприклад, забезпечити добру якість дорожнього покриття, відмежувати транспортні потоки від пішохідних потоків за допомогою дорожніх огорожень, забезпечити достатню оглядовість для водіїв при під'їзджанні на підході до перехрестя. Якщо неподалік від перехрестя є зупинки міського маршрутного транспорту (автобусів, трамваїв, тролейбусів), то треба забезпечити також безпеку пасажирів при їх висадці та посадці. Якщо перехрестя знаходиться в населеному пункті, то рекомендується встановити вуличне освітлення для гарної видимості перехрестя у темний час доби.

Література

1. Бакуліч О. О. Організація та регулювання дорожнього руху: Підручник / О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін.; за заг. ред. В.П. Поліщука. – К.: Знання України, 2016. – 467 с.
2. 3. Форнальчик Є. Ю. Розвиток науково-прикладних основ управління транспортними потоками. Монографія / Є. Ю. Форнальчик, Ю. Я. Ройко, В. В. Гілевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. 180 с.
3. Бакуліч О. О. Організація та регулювання дорожнього руху: Підручник / О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін.; за заг. ред. В.П. Поліщука. – К.: Знання України, 2016. – 467 с.
4. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни “Організація та безпека дорожнього руху” для студентів напрямку підготовки 6.1004 «Транспортні технології» денної форми навчання. Харків: ХНАДУ, 2007 – 56 с.
5. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Організація та безпека дорожнього руху” для студентів факультету транспортних систем напрямку підготовки 6.070101. Харків: ХНАДУ, 2012 – 48 с.
6. Правила дорожнього руху України. Харків: НПП «Світлофор», 2025 р.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СХЕМ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Поліщук Т.В., студент гр. Тд-51-25
Капінус С.В., канд. техн. наук, доц.

Зростання кількості транспортних засобів, інтенсивності та швидкості дорожнього руху потребує створення необхідних умов для забезпечення зручності і безпеки транспортного процесу. Для цього насамперед, вулично-дорожня мережа повинна бути оптимальна по протяжності, відповідати вимогам транспортно-експлуатаційним характеристикам. Проте досвід показує, що недостатньо побудувати дороги, необхідно здійснювати на них цілеспрямовану постійну інженерну діяльність по плануванню, оснащенню спеціальними технічними засобами організації дорожнього руху.

Проблема забезпечення безпеки й організації руху на дорогах потребують великої уваги в зв'язку зі значними жертвами і матеріальними витратами при дорожньо-транспортних подіях [1].

На основі інформації про стан вулично-дорожньої мережі, організації дорожнього руху (ОДР), даних дорожньо-транспортних пригод і місця їхньої концентрації, наявності «вузьких» місць розробляються (з необхідним економічним обґрунтуванням) проекти ОДР. У залежності від поставленої задачі проект розробляється для локальної ділянки (перехрестя, ділянка вулиці) або для міста (міського району), автомобільної дороги чи міської магістралі в цілому. Виконавцем при розробці проекту може бути тільки спеціалізована проектна організація. Завдання розробляє відповідний підрозділ місцевої адміністрації при участі Відділу безпеки дорожнього руху Управління патрульної поліції.

Для початку необхідно вивчити ділянку на якій проводиться обстеження. Визначити її параметри: кількість підходів до перехрестя, кількість смуг руху, тип дорожньої розмітки, розташування трамвайних колій, тип дорожніх знаків, засоби світлофорного регулювання та ін. З цією метою було побудовано схему перехрестя вул. Дванадцятого Квітня – просп. Героїв Харкова у м. Харків.

Для практичного обстеження рівня БДР для перехрестя було проведено аудит безпеки дорожнього руху (АБДР) [2].

Проведений АБДР виявив низку недоліків ОДР, які необхідно усунути для підвищення безпеки дорожнього руху. До існуючих недоліків та помилок відноситься:

- обмеження поля зору водія;
- відсутність необхідних технічних засобів регулювання дорожнього руху;
- немає облаштування пішохідних переходів;
- не організовано розділення конфліктуючих потоків автомобільного транспорту, велосипедистів та пішоходів у часі;
- не передбачено розподіл пішохідного та велосипедного руху.

За результатами натурного обстеження, надалі було розроблено схему ОДР на перехресті вул. Дванадцятого Квітня – просп. Героїв Харкова.

Дорожній рух відноситься до складних техніко-соціальних процесів, що складається з безлічі взаємодіючих між собою елементів, тому натурні експерименти проводити не має можливості. Для дослідження параметрів дорожнього руху на діючих елементах ВДМ важливе значення має моделювання. Застосоване імітаційне моделювання дозволило оцінити якість ОДР при вирішенні завдання проектування перетинання.

Моделювання функціонування транспортного вузла вул. Дванадцятого Квітня – просп. Героїв Харкова проведено із застосуванням сучасного інструменту транспортного інжинірингу – програмного забезпечення VISSIM компанії PTV AG (Німеччина) [3].

На основі проведених досліджень було побудовано комп'ютерні моделі транспортного вузла вул. Дванадцятого Квітня – просп. Героїв Харкова при різних планувальних рішеннях (рисунки 1, 2)

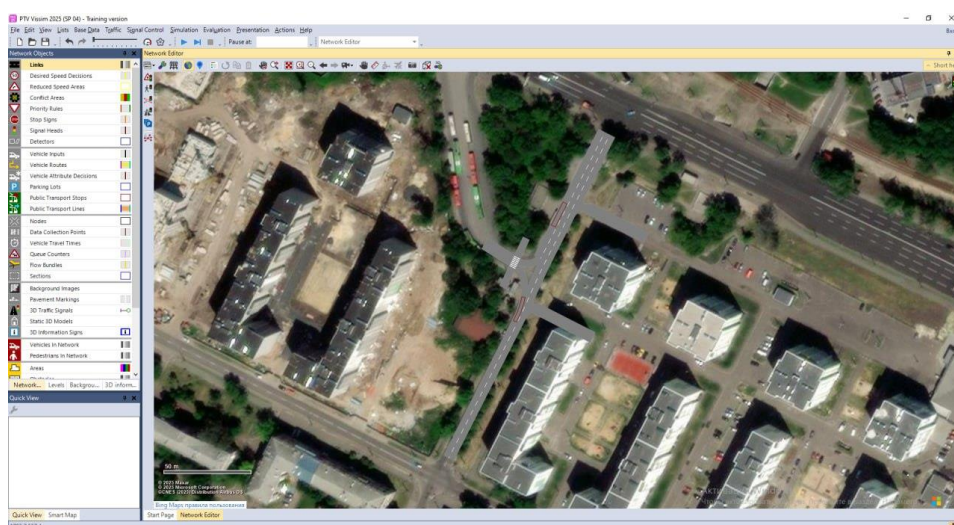


Рисунок 1. Топологічна модель перехрестя вул. Дванадцятого Квітня – просп. Героїв Харкова до заходів

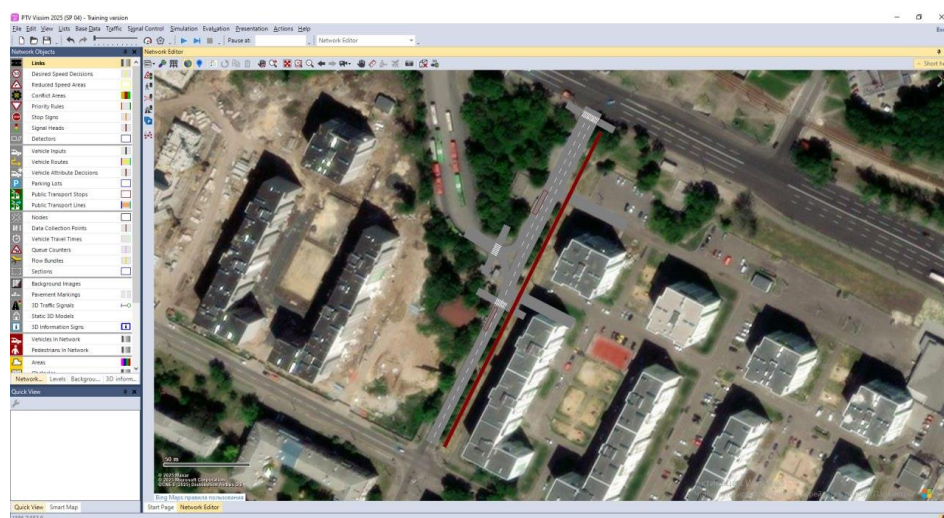


Рисунок 2. Топологічна модель перехрестя вул. Дванадцятого Квітня – просп. Героїв Харкова після заходів

Результатом роботи імітаційної моделі дорожнього руху на перехресті вул. Дванадцятого Квітня – просп. Героїв Харкова є визначення показників ефективності руху при різних планувальних рішеннях транспортного вузла.

Визначено, що після впровадження спостерігається зміна показників ефективності в порівнянні з існуючим варіантом ОДР на перехресті (табл. 1) у бік їх збільшення.

Таблиця 1. Результати оцінювання ефективності ОДР на перехресті

Варіант схеми	Часові затримки ТЗ, с	Емісія CO, г	Емісія Nox, г	Емісія ЛОС, г	Витрати палива, л
До заходів	14,28	86,332	16,797	20,008	1,235
Після заходів	22,67	175,21	34,09	40,607	2,507

Наведені результати характеризують 10 хвилинну імітацію руху транспорту на перехресті та є основою для проведення оцінювання запропонованих заходів щодо підвищення ефективності ОДР на перехресті вул. Дванадцятого Квітня – просп. Героїв Харкова.

Соціальний аспект проблеми безпеки ДР полягає насамперед у тому, щоб зменшити кількість ДТП, які наносять непоправну втрату суспільству.

Запропоновані заходи, щодо удосконалення ОДР певною мірою передбачають зниження аварійності. Зниження кількості ДТП в результаті ОДР за допомогою технічних засобів регулювання дорожнього руху визначається через коефіцієнти зниження ДТП.

Література

1. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / В.П. Поліщук та ін. Київ: Знання України, 2011. 467 с.
2. Аудит безпеки дорожнього руху: підручник / Л.С. Абрамова та ін. Харків: ХНАДУ, 2016. 260 с.
3. Офіційний сайт компанії PTV AG. URL: <http://www.ptv.de>

РОЗУМНІ СВІТЛОФОРИ ДЛЯ ПІШОХОДІВ НА ПРИКЛАДІ МІСТА МЮНХЕНА

Леськів І., студентка групи 41ОР, ХАДФК
Бажинов Ан. В., канд. техн. наук, доц. каф. ОБДР

У сучасній науці використовується підхід на основі нечіткості, застосовуючи три функції приналежності (низький, середній і високий) для кількості пішоходів (вхід) і фази світлофора (вихід).

Критичний час (час перетину знову мало) і некритичний час визначаються правилом.

Пішохідний перехід є пріоритетним, тому виділення часу на червоне світло для транспортних засобів збільшується, якщо збільшується кількість тих, хто переходить.

Оптимізовано світлофори, щоб повільні пішоходи (інваліди/люди похилого віку) могли безпечно переходити дорогу, а затори зведені до мінімуму.

Додатковий час на зелене світло виділяється пішоходам лише тоді, коли виявлено повільного пішохода (з пристрою ІТ, встановленого на повільному пішоході).

Встановлюється модель для симуляції перехресть, керованих сигналом, яка може бути використана для перевірки ефективності адаптивного керування в різних умовах руху, включаючи наявність або відсутність пішохідного руху на перехресті, використовуючи метод Монте-Карло.

Різниця в швидкості зустрічного транспортного потоку і наявності або відсутності пішохідного руху визначається затримкою транспортного засобу, довжиною черги, циклами світлофора.

Це дослідження створює числову модель, яка представляє продуктивність перехрестя з адаптивним керуванням для отримання середнього значення циклів світлофора, які можна використовувати, довжини черги та затримки транспортного засобу.

Пропонується система переходу дороги з використанням датчиків, відеоспостереження та освітлювальних приладів для відстеження пішоходів та їх освітлення, щоб допомогти автомобілістам легше уникати небезпечних ситуацій.

Ця система складається з шести основних частин, а саме аналізатора відеоспостереження, який тісно співпрацює з системами відеоспостереження для відстеження пішоходів і запису переходів; детектори кордонів для виявлення пішоходів і транспортних засобів, що в'їжджають на певні території; освітлювальні прилади для освітлення переходів і видимості пішоходів здалеку та для освітлення систем відеоспостереження; блоки керування та диспетчерські центри для отримання останніх умов дорожнього руху та надсилання певних відеозаписів та роботи з алгоритмами; і центри екстреного реагування для систем звітності в центр управління в разі аварії. Поточне суттєве впровадження технології ITS у системі керування дорожнім

рухом у Мюнхені дозволяє ефективно надавати покращені послуги з точки зору транспортного потоку, пропускної здатності та безпеки.

Цей досвід розкриває технічно розумні заходи, вжиті Мюнхенським центром управління дорожнім рухом (ТСС) у співпраці з усіма приватними та державними організаційними, економічними та соціальними джерелами, їх переваги та вплив цих заходів, завдяки чому ми можемо легко оцінити ефективність заходів, реалізованих щодо поточного трафіку.

Поточні проблеми розширення застосування ITS також присутні. Крім того, є кілька майбутніх можливостей, які ретельно вивчаються системою управління дорожнім рухом Мюнхена для подальшого впровадження в міський транспорт.

Ці заходи та їхні переваги розглядаються в світлі цілей, поставлених урядом щодо інтелектуального управління дорожнім рухом.

Грунтуючись на розумінні того, що інтелектуальне керування дорожнім рухом є необхідністю, а не просто потребою, ми можемо знайти багато областей для подальших досліджень.

ITS об'єднують телекомунікації, електроніку та інформаційні технології – коротше кажучи, «телематику» – з транспортною технікою для планування, проектування, експлуатації, обслуговування та управління транспортними системами.

З величезним розвитком міської системи контролю дорожнього руху, Мюнхен займає третє місце в Німеччині.

Тому інтелектуальна транспортна система є життєвою важливою для ефективного та сталого управління існуючими та майбутніми транспортними системами Мюнхена.

Мюнхен та її регіон дотримуються підходу спільного управління транспортом.

Відділ дорожнього руху відповідає за світлофори, місцевий контроль дорожнього руху, організацію дорожнього руху та реєстрацію водіїв.

Мюнхен має 1,35 мільйона населення на площі 370 квадратних кілометрів.

У зовнішньому регіоні кільцевої дороги проживає 2,4 мільйона людей на площі 5500 квадратних кілометрів.

У місті 2200 км доріг, а в області – 3800 км.

Контроль сигналів світлофора, ймовірно, вважається найдавнішим додатком ITS, який використовується в міському середовищі Мюнхена. Хоча спочатку сигнали світлофора насправді не включали жодних інтелектуальних засобів, але з розвитком комп'ютерних наук контроль перехресть став більш специфічним питанням з 1980-х років.

Це більше, ніж просто інструмент, який зазвичай розділяє суперечливі рухи на окремому перехресті.

Сигнальна система в Мюнхені містить мікропроцесорні модулі, які забезпечують модальний штучний інтелектуальний контроль за допомогою збору даних із вбудованих індуктивних петель і детектора під дорожнім полотном.

Наразі в Мюнхені на більшості міських перехресть встановлено 1106 номерів таких сигналізації.

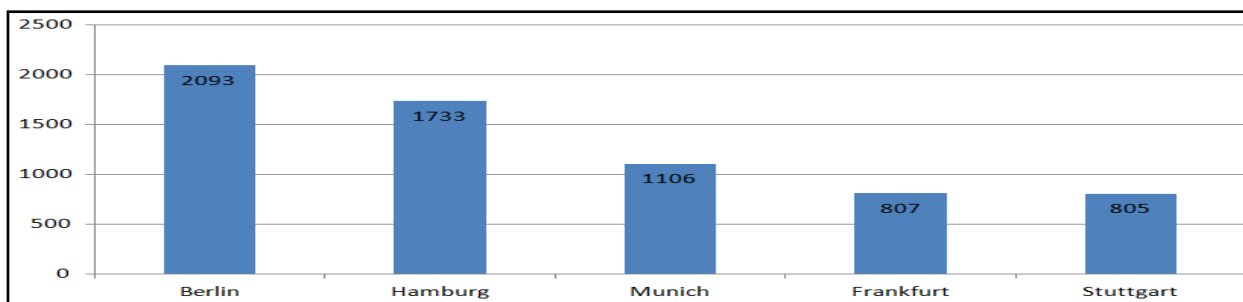


Рисунок 1 – Кількість пунктів управління світлофорами в різних містах Німеччини.

Наслідками цього є розробка таких функцій, як пріоритезація громадського транспорту, у якому він розпізнає автобуси, трамваї тощо, щоб уникнути затримки зупинок на сигналах.

Це також допомагає уникнути утворення черг за автобусами та трамваями.

Таким чином було оптимізовано пропускну спроможність на окремих рукавах перехресть.

Література

1. T. Reed and J. Kidd, “INRIX Global Traffic Scorecard,” 2019. URL: https://static.poder360.com.br/2019/02/INRIX_2018_Global_Traffic_Scorecard_Report_final_.pdf
2. G. Cookson, “INRIX Global Traffic Scorecard,” 2018. URL: https://www.missionline.it/wp-content/uploads/2018/02/INRIX_2017_Traffic_Scorecard_Final.pdf
3. D. A. Hennessy and D. L. Wiesenthal, “Traffic Congestion, Driver Stress, and river Aggression,” *Aggressive Behav.*, vol. 25, pp. 409–423, 1999, DOI: 10.1002/(SICI)1098–2337(1999)25:6<409::AID-AB2>3.0.CO;2–0.

АНАЛІЗ ТРЕНДІВ ПОКАЗНИКІВ АВАРІЙНОСТІ НА ВДМ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Корнієнко М. І., студентка гр. ТДз-51-25
Рябушенко О. В., канд. техн. наук, доц. каф. ОБДР

Безпека дорожнього руху є системною характеристикою функціонування транспортної інфраструктури держави та виступає одним із ключових індикаторів рівня її соціально-економічного розвитку. В умовах воєнного стану зазначена проблема набуває додаткової складності. [1]. Суттєвим фактором, що ускладнює аналіз безпеки дорожнього руху в зазначених умовах, є значні демографічні коливання, пов'язані з масовою евакуацією населення. Додатково слід враховувати підвищений рівень психоемоційного навантаження на учасників дорожнього руху, що може зумовлювати зниження рівня дотримання правил та збільшення ймовірності виникнення аварійних ситуацій [2, 3].

В рамках дослідження здійснено аналіз абсолютних показників аварійності на вулично-дорожній мережі (ВДМ) харківської області. На рис. 1 показана зміна загальної кількості ДТП та ДТП з переспілими (рис. 1).

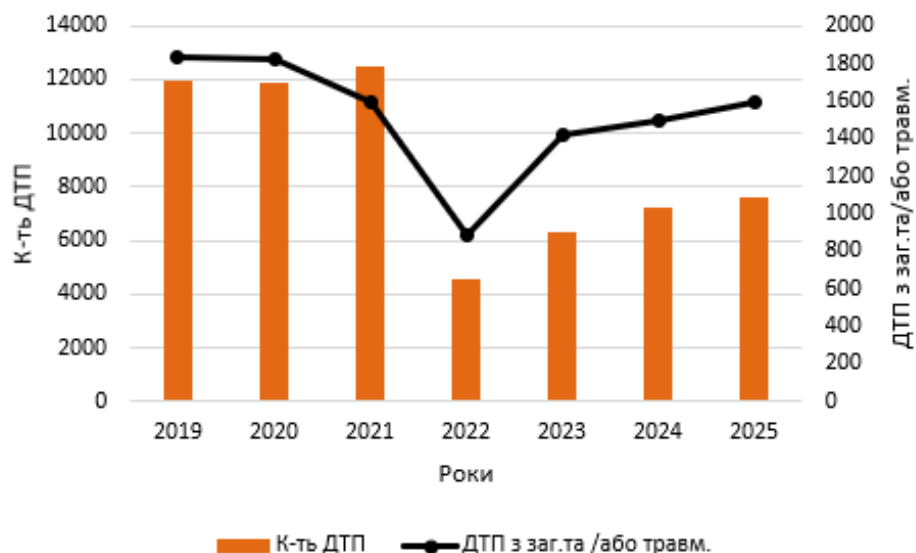


Рисунок 1– Розподіл кількості ДТП у Харківській області по роках

Аналіз свідчить про наявність стійкої тенденції до зміни співвідношення кількісних та якісних показників аварійності в умовах воєнного стану. Зокрема, при загальному зниженні кількості ДТП спостерігається зростання тяжкості їх наслідків, що обумовлено комплексним впливом інфраструктурних, організаційних та поведінкових факторів.

На рис. 2 наведено зміну соціального ризику, який відображає рівень смертності внаслідок ДТП у розрахунку на чисельність населення, та коефіцієнту аварійності (травмованих на 100 тис. населення).

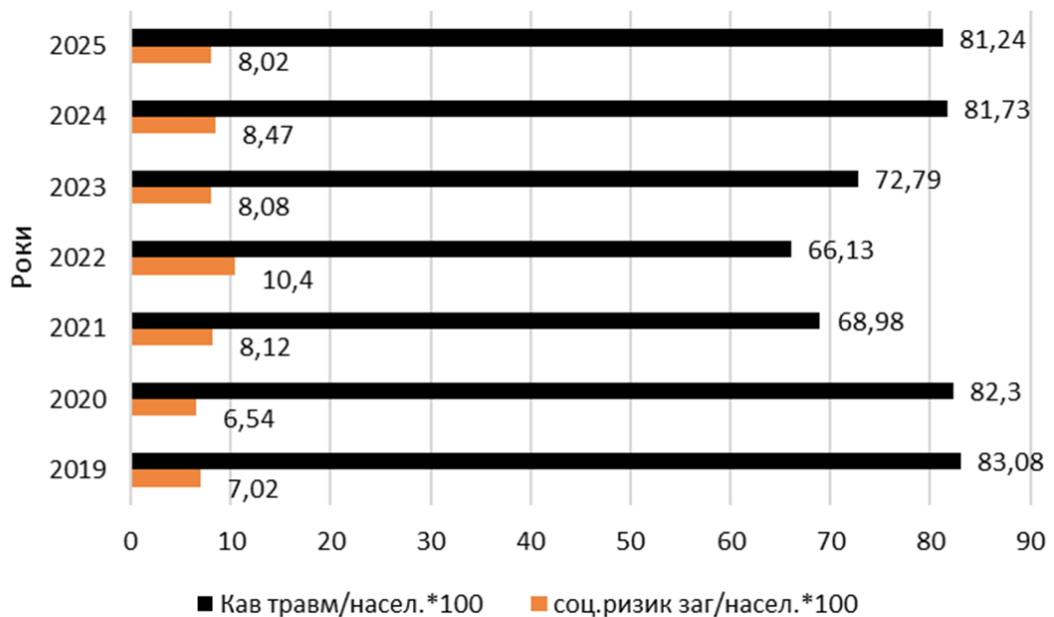


Рисунок 2 – Розподіл коефіцієнтів аварійності та соціального ризику

Результати свідчать про наявність чітко виражених змін у динаміці показників аварійності у Харківській області в досліджуваний період та підтверджують необхідність удосконалення підходів до управління безпекою дорожнього руху з урахуванням специфіки функціонування транспортної системи в умовах воєнного стану, а також розробки комплексних заходів, спрямованих на зниження рівня дорожньо-транспортного травматизму.

Література

1. Батиргарєєва В., Колодяжний М., Нетеса Н. Війна як виклик безпеці дорожнього руху: шкода для суспільства та економіки України // *Baltic Journal of Economic Studies*. – 2023. – Т. 9, № 5. – С. 48–56. DOI: 10.30525/2256-0742/2023-9-5-48-56.
2. Фаркі С., Моліно Н., Джорджі Россі П. Визначення єдиної системи показників для моніторингу дорожньо-транспортних пригод у Європейському Союзі // *BMC Public Health*. – 2006. – Т. 6. – Ст. 183. DOI: 10.1186/1471-2458-6-183.
3. Мохаммед А., Амбак К., Моса А., Сямсунур Д. Огляд дорожньотранспортних пригод та пов'язаних практик у світі // *The Open Transportation Journal*. – 2019. – Т. 13. – С. 65–83. DOI: 10.2174/1874447801913010065.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ ПЕРЕХРЕСТЬ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СКЛАДНОСТІ КОНФЛІКТНИХ ВЗАЄМОДІЙ УЧАСНИКІВ РУХУ

Симоненко О. Р., студент гр. Т-42-22
Холодова О. О., канд. техн. наук, доц.

Безпека дорожнього руху є одним із ключових показників ефективності функціонування транспортних систем і важливим чинником забезпечення мобільності населення. У сучасних дослідженнях розвитку міського транспорту саме рівень фізичної безпеки учасників руху розглядається як пріоритетний критерій оцінки якості транспортного середовища, що випереджає такі показники, як ефективність перевезень, комфорт та екологічність.

Під безпекою дорожнього руху розуміють стан транспортної системи, за якого забезпечується допустимий рівень ризику виникнення дорожньо-транспортних пригод (ДТП) та мінімізуються їх наслідки. Проте, незважаючи на впровадження державних стратегій, рівень аварійності в Україні залишається високим, що свідчить про необхідність удосконалення підходів до управління безпекою.

Особливої уваги потребують вразливі учасники дорожнього руху — пішоходи, велосипедисти, водії двоколісних транспортних засобів (ТЗ), діти, люди похилого віку та особи з інвалідністю. Їх підвищена уразливість обумовлена відсутністю фізичного захисту та значною залежністю від умов організації дорожнього руху (ОДР). За статистичними даними, частка ДТП за участю таких учасників в Україні становить близько 36–41%, а рівень їх тяжкості перевищує середні значення, що суттєво відрізняється від показників європейських країн.

У цьому контексті важливого значення набуває концепція Vision Zero, яка передбачає недопущення загибелі та тяжкого травмування внаслідок ДТП і орієнтує на створення безпечної дорожньої системи з урахуванням можливих помилок учасників руху. Її реалізація базується на пріоритетному захисті вразливих учасників, удосконаленні ОДР та впровадженні превентивних заходів.

Водночас, незважаючи на впровадження відповідних підходів, рівень аварійності в Україні залишається значним, що вказує на наявність проблем в ОДР, особливо на перехрестях — найбільш складних елементах вулично-дорожньої мережі (ВДМ) [1]. Саме на перехрестях відбувається концентрація конфліктних взаємодій між різними категоріями учасників руху, що ускладнює об'єктивну оцінку рівня безпеки.

Існуючі методи оцінки безпеки не повною мірою враховують складність цих взаємодій, що зумовлює необхідність їх удосконалення з урахуванням сучасних підходів до управління безпекою. Таким чином, актуальність дослідження визначається високим рівнем аварійності, значною

часткою ДТП за участю вразливих учасників руху та потребою у розробці більш досконалих методик оцінки безпеки перехресть.

Однією з найбільш поширених у вітчизняній практиці методик кількісної оцінки складності перехресть є підхід, що базується на підрахунку конфліктних точок різних типів, що виникають на певному перехресті. Рівень складності визначається за п'ятибальною шкалою [2], заснованою на розрахунку показника складності m , що обчислюється за формулою

$$m = 1 \cdot N_1 + 3 \cdot N_2 + 5 \cdot N_3, \quad (1)$$

де N_1 — кількість конфліктних точок розділення (оцінюється в 1 бал); N_2 — точок злиття (оцінюються в 3 бали); N_3 — точок перетинання (оцінюються в 5 балів). Інтерпретація показника складності: $m < 40$ - перехрестя вважається нескладним, $40 \leq m < 80$ - середній рівень складності, $80 \leq m < 150$ - складне перехрестя, $m \geq 150$ - дуже складне перехрестя.

Варто зауважити, що в поданій методиці оцінювання складності перехрестя, яка базується на підрахунку кількості конфліктних точок трьох типів — розділення, злиття та перетинання — не враховано конфлікти за участю пішоходів. Необхідно відзначити, що попри очевидну актуальність проблеми, фактично відсутня не лише кількісна оцінка конфліктів між ТЗ та пішоходами, а й велосипедистами чи трамваями. Разом з тим, при детальному аналізі конкретного перехрестя та побудові схем організації руху такі конфліктні точки мають бути обов'язково відображені [2]. Дослідження взаємодії автомобілів із пішоходами певною мірою розвинуті в межах вивчення конфліктних ситуацій, яке базується на натурному спостереженні за «передаварійними» подіями, коли учасники руху змушені здійснювати екстрені дії для уникнення зіткнення. Таких випадків значно більше, ніж реальних ДТП, що дозволяє швидше виявляти небезпечні місця. Метод дає змогу враховувати конфлікти «ТЗ – пішохід», застосовувати відеофіксацію та проводити аналіз за схемою «до і після». Водночас він потребує значних ресурсів, підготовлених спостерігачів і не забезпечує єдиної інтегральної оцінки складності перехрестя, а лише порівняльну характеристику рівня безпеки. Крім того, питання врахування велосипедного руху та трамвайного транспорту в межах даного підходу залишається недостатньо опрацьованим.

Формула (1) передбачає врахування лише взаємодії ТП, що формує обмежене уявлення про реальний рівень складності перехрестя, особливо в умовах інтенсивного пішохідного руху. Такий підхід не дозволяє об'єктивно оцінити потенційні небезпеки, що виникають при перетині траєкторій пішоходів і ТЗ, хоча в умовах міських вулиць саме ці конфлікти часто є критичними з точки зору безпеки.

Водночас зазначене обмеження стосується не лише пішоходів, а й інших вразливих учасників дорожнього руху, зокрема велосипедистів, користувачів мікромобільного транспорту, а також рейкового громадського транспорту (трамваїв), взаємодія з якими також формує додаткові конфліктні

ситуації. Ігнорування таких типів взаємодій призводить до недооцінки фактичного рівня небезпеки перехрестя.

Отже, для більш повної та об'єктивної оцінки складності перехрестя доцільно доповнити існуючу методикау врахуванням конфліктних точок за участю не лише ТП, а й пішоходів, велосипедистів та інших учасників руху з урахуванням відповідних вагових коефіцієнтів.

До того ж, у наукових та нормативних джерелах таблиці відносної аварійності конфліктних точок (як для регульованих, так і для нерегульованих перехресть) фактично також відображають лише взаємодії ТП між собою (див. рис. 1) [3].

Таблиця 3.1 – Відносна аварійність конфліктних точок

Взаємодія потоків	Схема руху	Характеристика перехрестя	Відносна аварійність, ДТП на 10 млн. автомобілів
Злиття		$R^* < 15$ м	0,0250
		$R \geq 15$ м, перехідні криві	0,0040 0,0008
		$R \geq 15$ м, перехідні криві	0,0003
		10 м	0,0320**
		$10 \text{ м} < R < 25$ м	0,0025**
		$10 \text{ м} < R < 25$ м	0,0005
Перетинання		$0^\circ < \alpha < 30^\circ$	0,0080
		$30^\circ < \alpha < 50^\circ$	0,0050
		$50^\circ < \alpha < 75^\circ$	0,0036
		$75^\circ < \alpha < 90^\circ$	0,0036
		$90^\circ < \alpha < 120^\circ$	0,0120
		$120^\circ < \alpha < 150^\circ$	0,210
		$150^\circ < \alpha < 180^\circ$	0,0350
Розподіл потоків		$R < 15$ м	0,0200
		$R \geq 15$ м, перехідні криві	0,0060 0,0005
		$R \geq 15$ м, перехідні криві	0,0001
		$R < 10$ м	0,0300
		$10 \text{ м} < R < 25$ м	0,0040
		$10 \text{ м} < R < 25$ м	0,0010
Два поворотних потоки		Розподіл двох потоків	0,0015
		Перетинання двох лівоповоротних потоків	0,0020
		Злиття двох потоків	0,0025

Примітка. * – радіус руху транспортних засобів; ** – для визначення K_i , дані значення необхідно помножити на коефіцієнт K_a , який враховує кут перетинання доріг (див. табл. 3.2)

Таблиця 6.1 – Відносна аварійність конфліктних точок на регульованому перехресті

Взаємодія потоків	Схема руху	Значення K_i , ДТП/10 ⁷ авт.
1. Розділення транспортних потоків		0,000100
2. Розділення лівоповоротного потоку за наявності перешкод з інших смуг руху		0,000102
3. Перетинання лівоповоротного потоку з потоком прямого напрямку		0,000048
4. Перетинання автомобільних потоків з трамвайним рухом		0,000207
5. Злиття транспортних потоків на одній смузі		0,000968

Рисунок 1 – Існуючі підходи до визначення відносної аварійності конфліктних точок (для регульованих і нерегульованих перехресть) [3]

Існуючі підходи детально враховують такі типи конфліктів, як злиття, перетинання та розподіл ТП, а також їх геометричні параметри (радіуси повороту, кути перетину тощо). У поодиноких випадках додатково розглядається взаємодія «автомобіль–трамвай» (див. табл. 6.1 на рисунку 1). Водночас методика не охоплює низку критично важливих конфліктів за участю вразливих учасників дорожнього руху, зокрема: «ТЗ – пішохід» (на пішохідних переходах і під час виконання поворотних маневрів), «ТЗ – велосипедист» (особливо в умовах організації велосмуг і велосипедних перехресть), а також взаємодії «велосипедист – пішохід» у зонах змішаного руху. Окрім цього, для нерегульованих перехресть не враховано конфлікти ТП із трамвайним рухом, а також взаємодії трамвая з пішоходами та велосипедистами, що є характерними для міських вулиць із розвиненою рейковою інфраструктурою.

Наявність зазначених конфліктів підтверджується статистикою ДТП і характеризується підвищеною тяжкістю наслідків, однак вони не інтегровані в розрахункову базу оцінювання. Це призводить до заниження фактичного рівня небезпеки перехресть, особливо в умовах міського середовища, де інтенсивність пішохідних і велосипедних потоків постійно зростає. Зазначене також суперечить сучасним тенденціям розвитку транспортних систем в Україні та країнах ЄС, що передбачають впровадження принципів сталої мобільності та активний розвиток велосипедної інфраструктури.

Таким чином, існуюча методика має обмежений характер і не забезпечує комплексної оцінки безпеки перехресть. Це обґрунтовує необхідність її удосконалення шляхом розширення переліку конфліктних взаємодій, що дозволить підвищити достовірність оцінювання аварійності та забезпечити більш обґрунтоване прийняття рішень у сфері ОДР.

Для прикладу візьмемо перехрестя вул. Морозова – вул. Г. Тарасенка в м. Харків. Вибір цього перехрестя для дослідження зумовлений тим, що воно є типовим міським транспортним вузлом із інтенсивним рухом ТП, наявністю трамвайної інфраструктури та значною пішохідною активністю (див. рис. 2). На момент проведення натурних обстежень перехрестя вже було обладнане світлофорним регулюванням, однак для цілей дослідження додатково проаналізовано його попередній стан — до впровадження світлофорного об'єкта в травні 2025 року. Це дозволяє оцінити рівень небезпеки в умовах нерегульованого руху та порівняти отримані результати з фактичними передумовами змін в ОДР.

Розгляд перехрестя у його попередньому, нерегульованому стані дає змогу виявити обмеження існуючих методик оцінювання аварійності, оскільки саме в таких умовах найбільш гостро проявляється неврахування окремих типів конфліктів (див. рис. 3). Зокрема, на досліджуваному об'єкті наявні взаємодії ТЗ із трамваями та пішоходами, які не відображаються в розрахункових показниках.

Отримані результати розрахунку свідчать про наявність суперечності між показниками оцінки небезпеки перехрестя. Так, при існуючій (на момент відсутності світлофорного регулювання) схемі організації руху загальний ступінь небезпеки становить $m = 1 \cdot 8 + 3 \cdot 8 + 5 \cdot 25 = 157$, що формально характеризує перехрестя як складне (і це без врахування конфліктних точок з пішоходами, велосипедистами та трамваями), тоді як коефіцієнт відносної аварійності, розрахований за методикою в [3] $K_a = 3,39$.

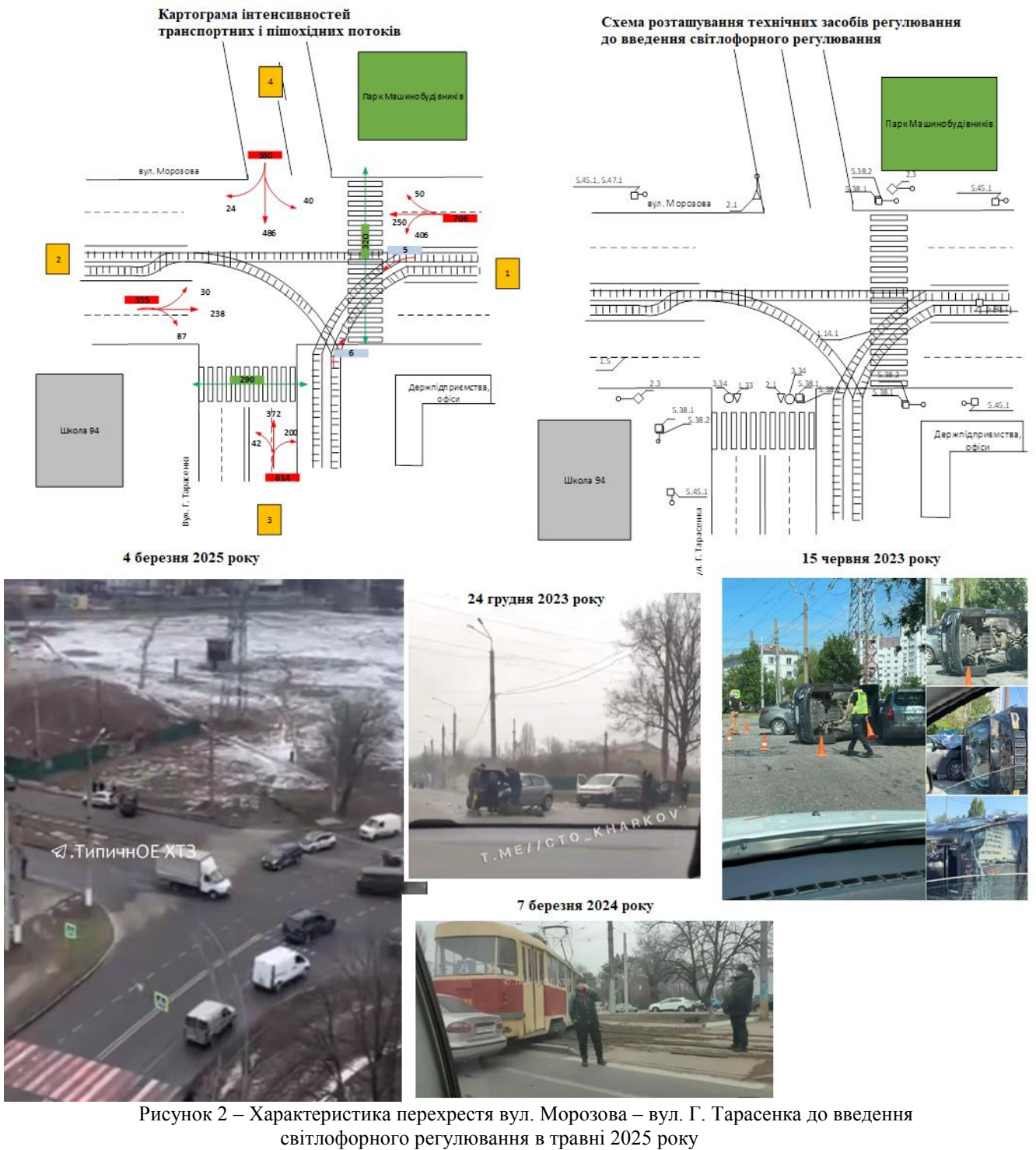


Рисунок 2 – Характеристика перехрестя вул. Морозова – вул. Г. Тарасенка до введення світлофорного регулювання в травні 2025 року

Отримане значення коефіцієнта відносної аварійності K_a відповідає інтервалу $3 < K_a < 8$, що згідно з прийнятою шкалою оцінювання характеризує перетинання як **майже безпечно**. Водночас слід зазначити, що така оцінка не узгоджується з фактичними умовами функціонування досліджуваного перехрестя, зокрема зі статистикою ДТП та наявністю складних конфліктних взаємодій за участю трамвайного руху і пішоходів. Це свідчить про те, що отриманий результат не відображає реального рівня небезпеки перехрестя та підтверджує обмеженість застосованої методики оцінювання.

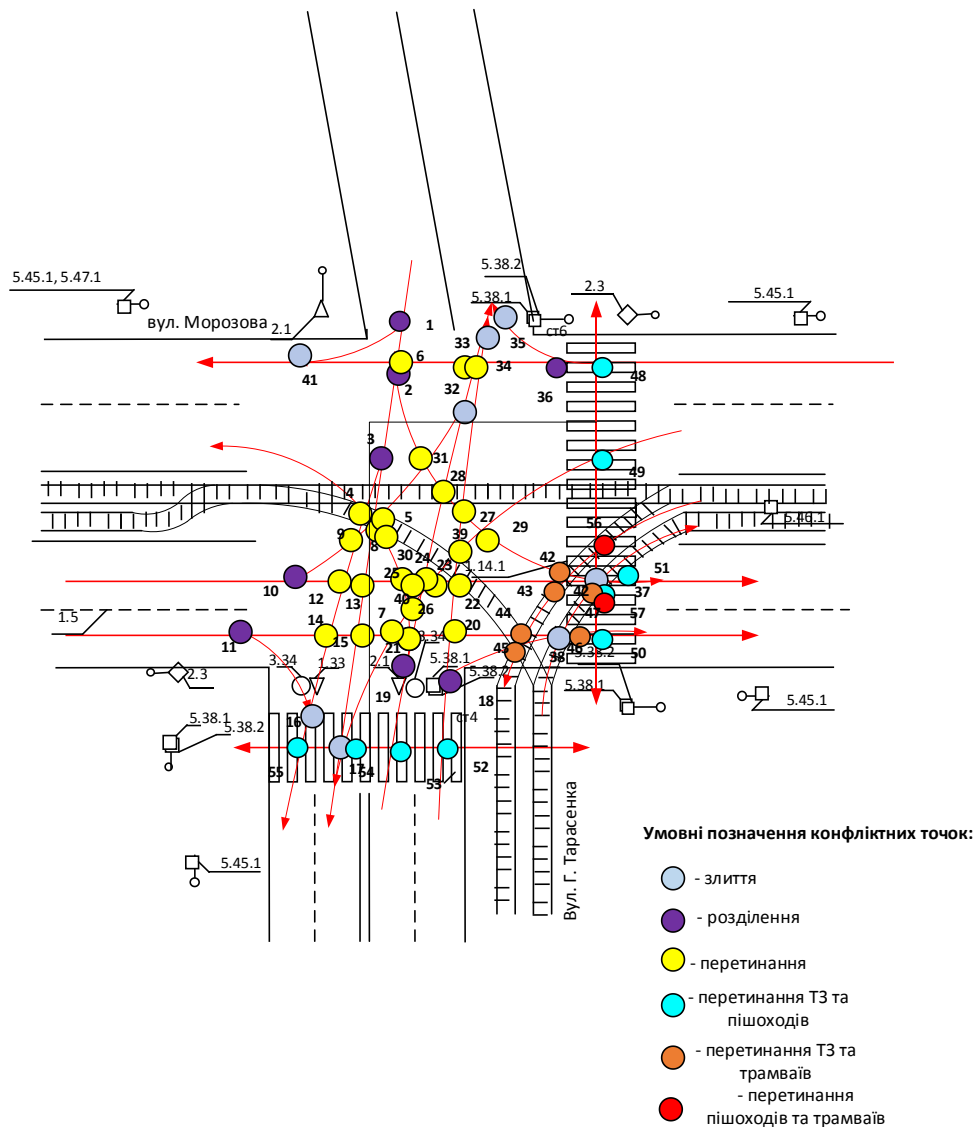


Рисунок 3 – Схема конфліктних точок на перехресті вул. Морозова – вул. Г. Тарасенка до введення світлофорного регулювання

Зазначена невідповідність обумовлена тим, що застосована методика враховує виключно взаємодію ТП між собою і не включає конфлікти за участю пішоходів, велосипедистів та трамвайного руху. У реальних умовах саме ці взаємодії суттєво впливають на рівень аварійності, особливо для міських перехресть із розвинутою транспортною інфраструктурою.

Факт подальшого впровадження світлофорного регулювання на даному перехресті підтверджує, що його фактичний рівень небезпеки був вищим, ніж це відображено розрахунковими показниками. Це свідчить про необхідність удосконалення методики шляхом урахування додаткових типів конфліктних взаємодій, що дозволить отримувати більш достовірну оцінку безпеки.

Подальше удосконалення запропонованої методики доцільно здійснювати за такими основними напрямками. По-перше, передбачається розширення переліку конфліктних взаємодій шляхом системного врахування всіх типів взаємодій між учасниками дорожнього руху, включаючи

багатосуб'єктні конфлікти, що дозволить більш повно відображати реальні умови функціонування перехресть. По-друге, потребує розвитку підхід до визначення вагових коефіцієнтів шляхом їх калібрування на основі статистичних даних ДТП та результатів відеоспостережень, що забезпечить підвищення об'єктивності оцінювання.

Крім того, перспективним є уточнення коефіцієнтів уразливості з урахуванням не лише типу учасника дорожнього руху, а й умов руху (швидкісний режим, інтенсивність потоків, наявність засобів організації руху), що дозволить адаптувати методику до конкретних транспортних ситуацій. Особливої уваги потребує врахування динамічних характеристик транспортних потоків, зокрема варіації інтенсивності руху протягом доби, що впливає на ймовірність виникнення конфліктних ситуацій.

Важливим етапом подальших досліджень є апробація методики на реальних міських перехрестях з різними умовами організації дорожнього руху та порівняння отриманих результатів із фактичними показниками аварійності. Це дозволить перевірити адекватність запропонованого підходу та визначити напрями його подальшого вдосконалення. У перспективі методика може бути інтегрована в програмні комплекси транспортного моделювання для автоматизованої оцінки безпеки перехресть на етапі проектування та експлуатації.

Література

1. Статистика дорожньо-транспортних пригод. *Патрульна поліція*: веб-сайт. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> (дата звернення: 23.03.2026)
2. Кашканов А.А., Кужель В.П. Організація дорожнього руху: навчальний посібник. Вінниця, 2016. 125 с.
3. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Організація та безпека дорожнього руху» для студентів спеціальності 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті) (Частина 2) / Семченко Н. О., Холодова О. О., Левченко О. С. – Х.: ХНАДУ, 2021. – 66 с.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК X-ПОДІБНОГО ПЕРЕХРЕСТЯ ЗА КЛАСИЧНОЮ МЕТОДОЮ ВЕБСТЕРА ТА АЛЬТЕРНАТИВНОЮ МЕТОДОЮ НА ПРИКЛАДІ ПЕРЕХРЕСТЯ ВУЛИЦЬ РЕШЕТИЛІВСЬКА – ЗАВОДСЬКА МІСТА ПОЛТАВА

Слинько М., студент групи 41-О
Кулай П. Л., асистент

Дослідження проводилось перехресті вулиць Решетелівська та Заводська.

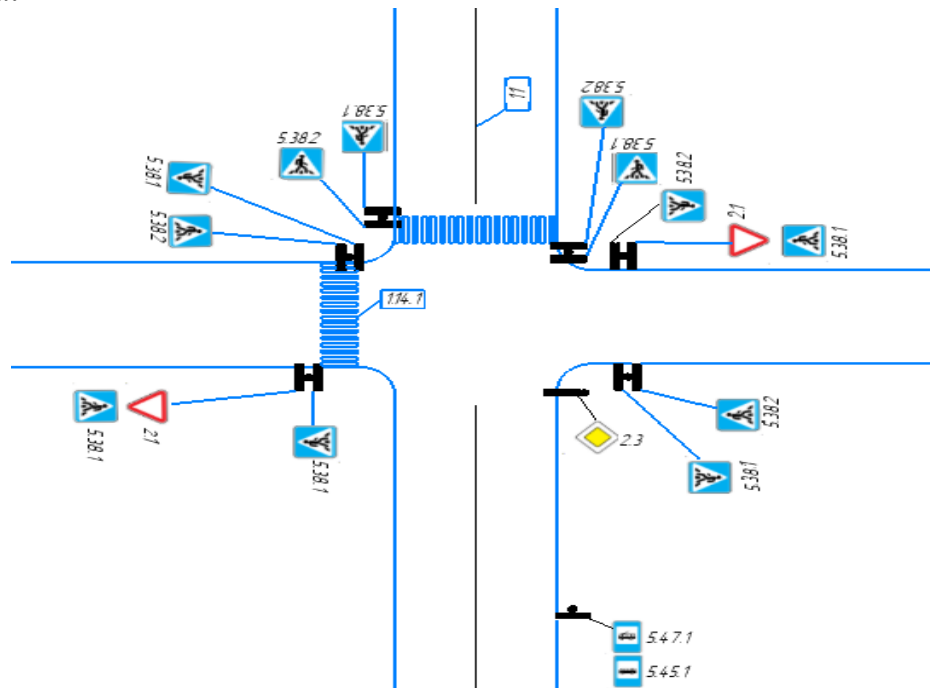


Рисунок 1 – Схема перехрестя

Таблиця 1 – Інтенсивність руху транспортних засобів на перехресті вулиць Решетелівська та Заводська

Тип транспортного засобу	К _{пр}	Напрямок руху											
		N ₁₋₂	N ₁₋₃	N ₁₋₄	N ₂₋₁	N ₂₋₃	N ₂₋₄	N ₃₋₁	N ₃₋₂	N ₃₋₄	N ₄₋₁	N ₄₋₂	N ₄₋₃
Легкові	1	12	38	34	12	24	130	84	54	12	6	140	20
Вантажні автомобілі вантажопідійомністю 2 – 5 т	2,0	-	-	-	-	12	-	6	18	-	-	-	-
Вантажні автомобілі вантажопідійомністю більш 8 т	3,0	-	-	-	-	6	-	6	-	-	-	-	-
Автобуси усіх марок	3,0	-	36	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-
Зчеплені автобуси	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тролейбуси	3,0	-	-	-	-	-	-	6	-	6	-	-	-

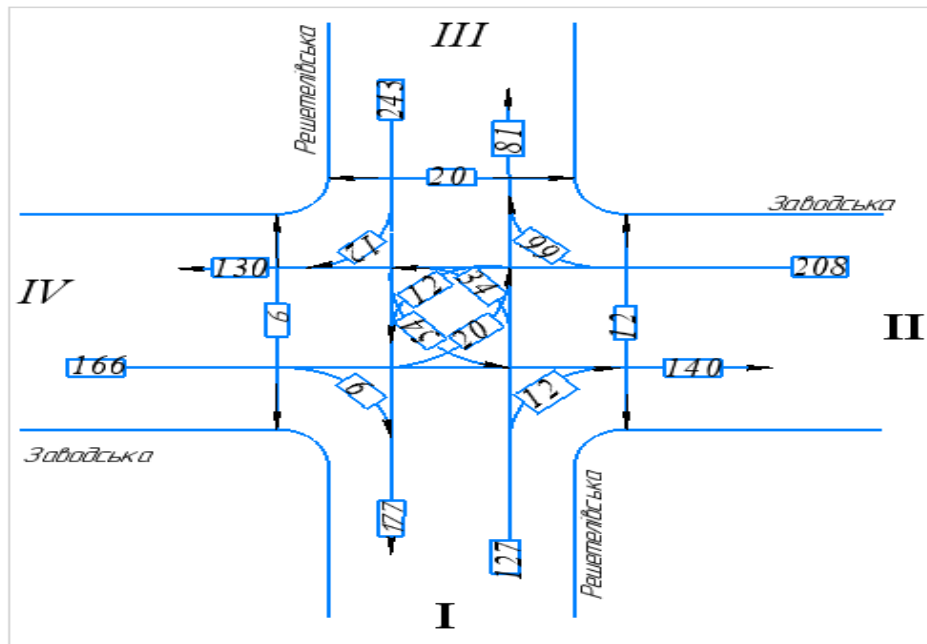


Рисунок 2 – Картограма інтенсивності транспортних і пішохідних потоків

Розрахунок перехрестя вівся за методом Вебстера. Визначившись зі структурою фаз світлофорного регулювання розраховуємо цикл світлофорного регулювання.

Розрахуємо потоки насичення та фазові коефіцієнти [1, 2].

Таблиця 2 – Розрахунок потоку насичення

№ фази	Напрямок руху	Частка авто, що рухаються прямо. а, %.	Частка авто, що рухаються ліворуч. b, %.	Частка авто, що рухаються праворуч. с, %.	Радіус повороту транспортних засобів. R, м.	Потік насичення. M_{ij} , авт/год.
I	1	63,77	26,77	9,44	-	1552
	3	62,5	5,7	31,7	-	1695
II	2	72,83	22,22	4,93	-	1845
	4	84,33	12,04	3,63	-	1728

Таблиця 3 – Розрахунок фазового коефіцієнту

№ фази	Напрямок руху	Інтенсивність руху транспортних засобів. N_{ij} , авт/год	Потік насичення. M_{ij} , авт/год.	Фазовий коефіцієнт. u_{ij} .	Розрахунковий фазовий коефіцієнт. Y_{ij} .
I	1	127	1552	0,081	0,14
	3	243	1695	0,143	
II	2	208	1845	0,112	0,11
	4	166	1728	0,096	

Провівши відомі розрахунки було встановлено, що час необхідний для переходу перехрестя пішоходами в першій фазі складає $t_{01} = 14$ с, тому приймаємо для другої фази $t_{0II} = 16$ с, а тривалість циклу 38 с.

Розрахунок параметрів циклу був проведений також і за альтернативною методою, яка описана у [3] та у "Посібнику по уніфікованих засобах регулювання дорожнього руху для Канади".

Еквівалентна інтенсивність руху в розрахунку на одну смугу руху для кожного підходу до перехрестя, екв.авт./год:

$$N_e = \frac{N + 0,5H + 0,6E + 0,4R}{n} \quad (1)$$

де N - загальна, фактична інтенсивність на даному підході, авт./год;

H - кількість вантажних ТЗ, автобусів на підході, авт./год;

E - кількість лівих поворотів з даного підходу, од/год;

R - кількість правих поворотів з даного підходу, од/год;

n - кількість /умовна/ смуг на даному підході.

Таблиця 4 – Тривалості основних тактів

Сума еквівалентної інтенсивності руху на напрямку для решти фаз, екв.авт./год	Тривалість фази,												
	Еквівалентна інтенсивність на підході, екв.авт./год												
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	
200	11	12	13	14	15	16	17	18	21	23	26	29	
250	11	12	13	14	16	17	18	20	22	24	27	30	
300	11	12	13	14	16	17	13	20	22	24	29	32	
350	11	12	13	14	16	17	13	21	23	26	30	34	
400	11	12	13	15	16	18	20	22	25	23	32	37	
450	11	12	14	15	17	13	21	23	26	30	35	41	
500	11	12	14	15	17	13	22	25	28	33	38	45	
550	11	12	14	15	17	20	23	26	31	36	42	51	

Таблиця 5 - Тривалості додаткових тактів

Швидкість на підході до перехрестя, км/год	Мінімальний час для зупинки ТЗ, с	Тривалість додаткового такту, с, для відповідної ширини перехрестя, м				
		30	50	70	90	100
36	2,0	3,8	4,4	5,6	5,7	6,4
54	2,5	3,6	4,1	4,5	5,0	5,5
72	3,0	3,3	4,2	4,5	4,9	5,2

Така методика істотно спрощує розрахунки режимів СФР, проте вона дає й більшу похибку /у бік завищення циклу/.

Розрахуємо еквівалентні інтенсивності для всіх підходів.

Для першого підходу

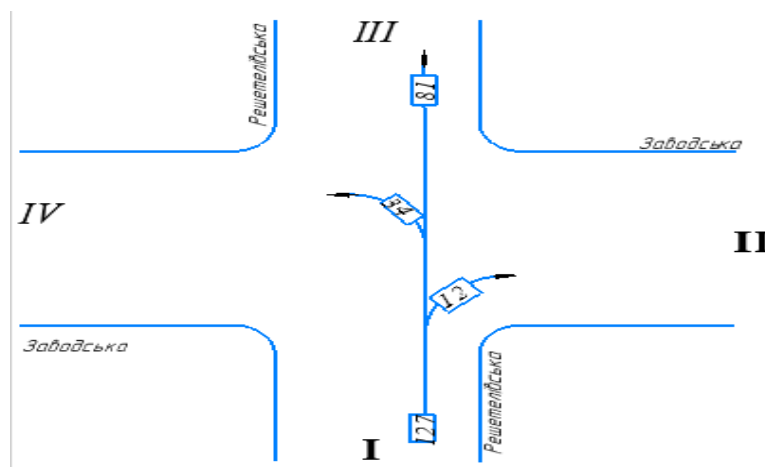


Рисунок 3 Інтенсивності руху на підході 1

$$N = 36+34+45+12 = 127;$$

$$H = 45$$

$$f = 34$$

$$R = 12$$

$$n = 1.$$

$$N_{e1} = (127+0,5*45+0,6*34+0,4*12)/1 = 174,7.$$

Підхід 2

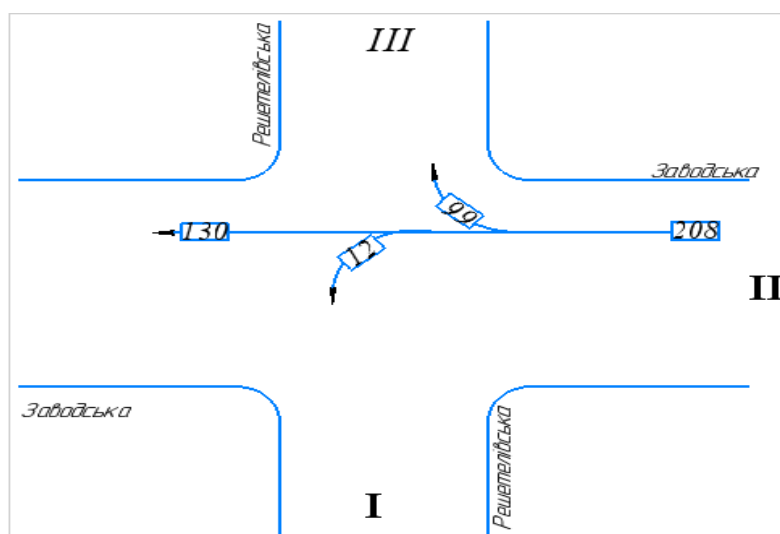


Рисунок 4 Інтенсивності руху на підході 2

$$N = 130+12+66= 208;$$

$$H = 12+6 = 18;$$

$$f = 12$$

$$R = 66;$$

$$n = 1.$$

$$N_{e2} = (208 + 0.5 * 18 + 0.6 * 12 + 0.4 * 66) / 1 = 250,6$$

Підхід 3

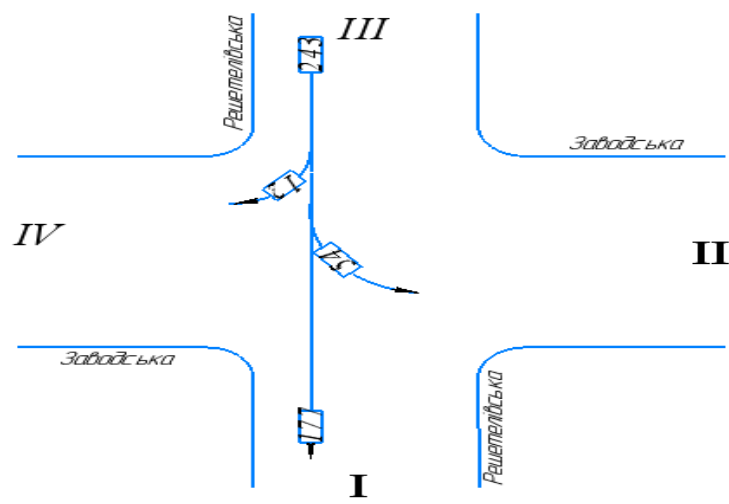


Рисунок 5 - Інтенсивності руху на підході 3

$$N = 12 + 54 = 243;$$

$$H = 18 + 6 + 6 = 30;$$

$$f = 54;$$

$$R = 12;$$

$$n = 1.$$

$$N_{e3} = (243 + 0.5 * 30 + 0.6 * 54 + 0.4 * 12) = 297,6$$

Підхід 4

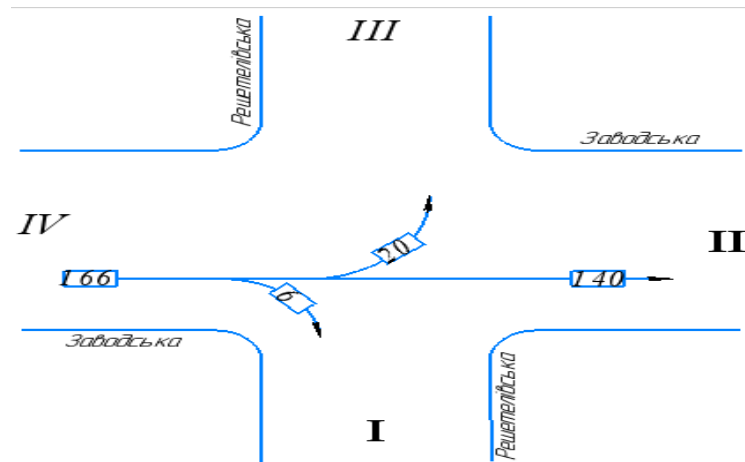


Рисунок 6 Інтенсивності руху на підході 4

$$N = 140 + 20 + 6 = 166$$

$$H = 0$$

$$f = 20$$

$$R = 6$$

$$n = 1$$

$$N_{e4} = (166 + 0.5 * 0 + 0.6 * 20 + 0.4 * 6) = 180,4$$

1 фаза

$$N_{e1} = 174,7 \text{ од/год};$$

$$N_{e3} = 297,6 \text{ од/год}.$$

$$N_{\max} = N_{e1} + N_{e3} = 174,7 + 297,6 = 472,3 \text{ од/год}.$$

За таблицею 4 визначимо тривалість основних тактів

$$t_{o2п} = 17 \text{ с};$$

2 фаза

$$N_{e2} = 250,6 \text{ од/год};$$

$$N_{e4} = 180,4 \text{ од/год}.$$

$$N_{\max} = N_{e2} + N_{e4} = 250,6 + 180,4 = 331 \text{ од/год}.$$

За таблицею 4 визначимо тривалість основних тактів

$$t_{o1п} = 16 \text{ с};$$

За таблицею 5 визначимо тривалість проміжних (додаткових) тактів. В першій і другій фазі вони рівні по 3,6 с., приймаємо 4 с..

Отже тривалість першої фази приймемо 16 с., другої фази 17 с.. Тривалість додаткових тактів по 4 с., вцілому тривалість циклу складе 41 с.

Одже виходячи з отриманих результатів видно що дві методики дають приблизно однакові результати, а це свідчить про те що на перехрестях з невисокою інтенсивністю руху можна проводити розрахунки за обома методиками.

Література

1. Організація дорожнього руху. Методичні поради. – Полтава.: ПФКТБ, 2021.

2. В.П. Поліщук Організація та регулювання дорожнього руху – Київ: «Знання України» 2016.

3. https://sdnpfktb.com.ua/pluginfile.php/3612/mod_resource/content/1/%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%206.pdf

КОРИСТУВАННЯ РЕМЕНЕМ БЕЗПЕКИ ВОДІЯМИ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ У М. ХАРКІВ

Степаненко О.А., студент гр. Т-42-22

Безпеку дорожнього руху в період воєнного стану треба розглядати як серйозну соціально-економічну проблему. Для успішного рішення проблеми забезпечення безпеки дорожнього руху потрібен комплексний підхід, спільні зусилля значної кількості міністерств, відомств, громадських організацій, заінтересованої участі усіх членів суспільства.

Під конструктивної безпекою автомобіля розуміють його здатність запобігати збитку, який наноситься в процесі роботи навколишньому середовищу і учасникам руху, а також зменшувати тяжкість наслідків дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Конструктивна безпека ділиться на активну, пасивну, післяаварійну та екологічну [1,2].

Активна безпека автомобіля сприяє запобіганню ДТП або знижує ймовірність його виникнення. Активна безпека проявляється в період, відповідний початковій фазі ДТП, коли водій в стані змінити характер руху транспортного засобу. Небезпека ДТП з вини автомобіля може відбуватися через втрату стійкості та керованості, втрати можливості ефективного гальмування, розгону і, в загальному випадку, неможливості прогнозування руху машини, що створює передумови виникнення критичної ситуації.

Про більшість систем безпеки всіх видів уже сказано дуже багато. Але я хочу приділити увагу найновішим системам.

Перший серійний автопілот 3-го рівня за класифікацією SAE, застосувала фірма Honda в своєму новому 6-му поколінні седана Legend для японського ринку [3].

Класифікація SAE передбачає п'ять рівнів автоматизації автомобілів, а саме: Рівень 0. Немає автономності

- рульове управління, прискорення / уповільнення – людина;
- моніторинг навколишнього простору - людина;
- ухвалення рішення при динамічному водінні - людина;
- режими водіння - всім керує тільки людина.

Цей рівень включає в себе автомобілі, обладнані звичайним круїз-контролем. Здатність підтримувати швидкість, встановлену водієм, не рахується автономної технологією.

Рівень 1. Потрібна допомога водія

- рульове управління, прискорення / уповільнення - людина і системи автомобіля;
- моніторинг навколишнього простору - людина;
- ухвалення рішення при динамічному водінні - людина;
- режими водіння - автомобіль відповідає тільки за деякі функції.

До першого рівня автономності належать автомобілі з адаптивним круїз-контролем: машина дотримується швидкості попереду автомобіля, що йде.

Утримання смуги теж зараховують до першого рівня. Сюди ж можна віднести системи попередження про можливе зіткнення.

Рівень 2. Є часткова автономність

- рульове управління, прискорення / уповільнення - людина і системи автомобіля;
- моніторинг навколишнього простору - людина;
- ухвалення рішення при динамічному водінні - людина;
- режими водіння - автомобіль відповідає тільки за деякі функції.

Автономні системи другого рівня стежать за швидкістю і за управлінням в певних умовах. Вони здатні порівнювати швидкість автомобіля зі швидкістю потоку, а також слідувати вигинів дорогах. Водії повинні постійно стежити за дорожньою ситуацією, щоб в екстреному випадку взяти керування на себе.

Рівень 3. Умовна автономність

- рульове управління, прискорення / уповільнення - системи автомобіля;
- моніторинг навколишнього простору - системи автомобіля;
- Ухвалення рішення при динамічному водінні - людина;
- Режими водіння - автомобіль відповідає тільки за деякі функції.

Цей рівень передбачає роботу автопілоту тільки на малих швидкостях або в стабільних дорожніх обставин (автомагістралях). При цьому руки водія повинні залишатися на кермі. Якщо ситуація стає неординарною, то автомобіль повідомляє про це водієві, і він повинен взяти керування на себе. Тим, що межі між третім і четвертим рівнем автономності досить розмиті, часто користуються як маркетинговим ходом, оголошуючи, що автомобіль має більш високий рівень. Наприклад, автопілот Tesla здатний сам приймати рішення при динамічному водінні, йдучи від можливого зіткнення. За інструкцією руки водія повинні залишатися на кермі. І незважаючи на можливість орієнтуватися в просторі і реагувати на несподіване подія, автопілот Tesla професійне співтовариство зараховує до 3 рівню, але в дійсності він ставитися до 2 рівня.

Рівень 4. Висока автономність

- рульове управління, прискорення / уповільнення - автомобіль;
- моніторинг навколишнього простору - автомобіль;
- ухвалення рішення при динамічному водінні - автомобіль;
- режими водіння - автомобіль відповідає за всі функції, але знаходиться під контролем людини.

До цього рівня автономності можна віднести все безпілотні автомобілі, які переміщуються самостійно, але під наглядом людини, що знаходиться в автомобілі. Жоден серійний автомобіль, який на даний момент оснащений автономними функціями, не підтримує 4 рівень.

Рівень 5. Повна автономія

- рульове управління, прискорення / уповільнення - автомобіль;
- моніторинг навколишнього простору - автомобіль;
- ухвалення рішення при динамічному водінні - автомобіль;
- режими водіння - всім керує автомобіль.

П'ятий рівень автономності має на увазі, що автомобіль самостійно пересувається по дорогах загального користування без супроводу водія-випробувача або інженера. Теоретично на це здатні безпілотники Яндекс, Waymo (проект Google), Renault і деяких інших підприємств, але поки немає 100% впевненості в їх безпеці і надійності [4].

У комплексу Honda Sensing Elite за ці умови відповідає підсистема Traffic Jam Pilot, тобто «пробковий автопілот», який повністю бере на себе управління в дорожніх заторах. Крім того, комплекс Honda Sensing Elite може вести машину по магістралі, утримуючи її в смузі і керуючи швидкістю. Є й третя функція обгону, причому як по сигналу водія (він повинен включити відповідний сигнал маневру), так і повністю автоматична (хоча попередження все одно є). Водій може відпустити кермо, але контролювати навколишнє оточення все ж зобов'язаний: щоб він не відволікався, на передній панелі встановлена камера спостереження, і електроніка почне бити тривогу, якщо зафіксує, що очі водія не дивляться на дорогу [5].

Розвиток систем безпеки автомобілів може ґрунтуватися на використанні ідеології та технічної бази систем GPS-навігації, що дозволяє найкращим чином реалізувати принцип «розумної дороги».

Розв'язання проблеми безпечного руху на основі інтелектуальних транспортних систем є перспективним та економічно доцільним напрямком наукових досліджень і практичної роботи щодо зниження аварійності на дорогах.

У зв'язку з цим є актуальним проведення досліджень, спрямованих на визначення рівня використання ременів безпеки водіями та пасажирками в Україні в період воєнного стану. Як показують спостереження в м. Харкові, далеко не всі водії, чий транспортні засоби обладнані ременями безпеки, використовують їх під час руху. Коефіцієнт використання ременів безпеки можна визначити як

$$K_H = \frac{N_H}{N_K}, \quad (1)$$

де N_H - кількість учасників дорожнього руху, які використовують ремені;

N_K - загальна кількість учасників руху, які зазнали контролю.

Коефіцієнт використання ременів безпеки у першому кварталі 2026 року в м. Харкові склав 0,2.

Література

1. Коростельов М.В., Гнатов А.В. Дослідження активних систем безпеки для автотранспортних засобів. Автомобільний транспорт. 2020. Вип.46. С.40-46.
2. Кашканов А. А., Кужель В.П. Організація дорожнього руху:

навчальний посібник.– Вінниця: ВНТУ, 2016, 125 с.

3. Седан Honda Legend дочекається автопілоту третього рівня, Давид Шенгелія, 12 ноября 2020 <https://www.drive.ru/news/honda/acura/5facfa26ec05c4f57400008b.html>

4. Автопілот от 0 до 5. Гід по рівнях безпілотних автомобілів, Алина Сизова, 08.12.2019 <https://truesharing.ru/tp/22173/>

5. Оновлений седан Honda Legend першим отримав автопілот третього рівня, Олександр Шаронов 04.03.2021 <https://news.drom.ru/Honda-Legend-83035.html>

АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ДВОСТОРОННЬОГО РУХУ НА ДІЛЯНКАХ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТ

Шевчик Є. О., студент гр. Т-42-22
Холодова О. О., канд. техн. наук, доц. каф. ОБДР

Організація дорожнього руху (ОДР) в умовах сформованої міської забудови є одним із визначальних чинників забезпечення ефективного функціонування вулично-дорожньої мережі (ВДМ) та підвищення рівня безпеки її учасників. У межах сформованих міських територій, де можливості геометричної реконструкції обмежені, саме заходи організації руху виступають основним інструментом оптимізації транспортних процесів.

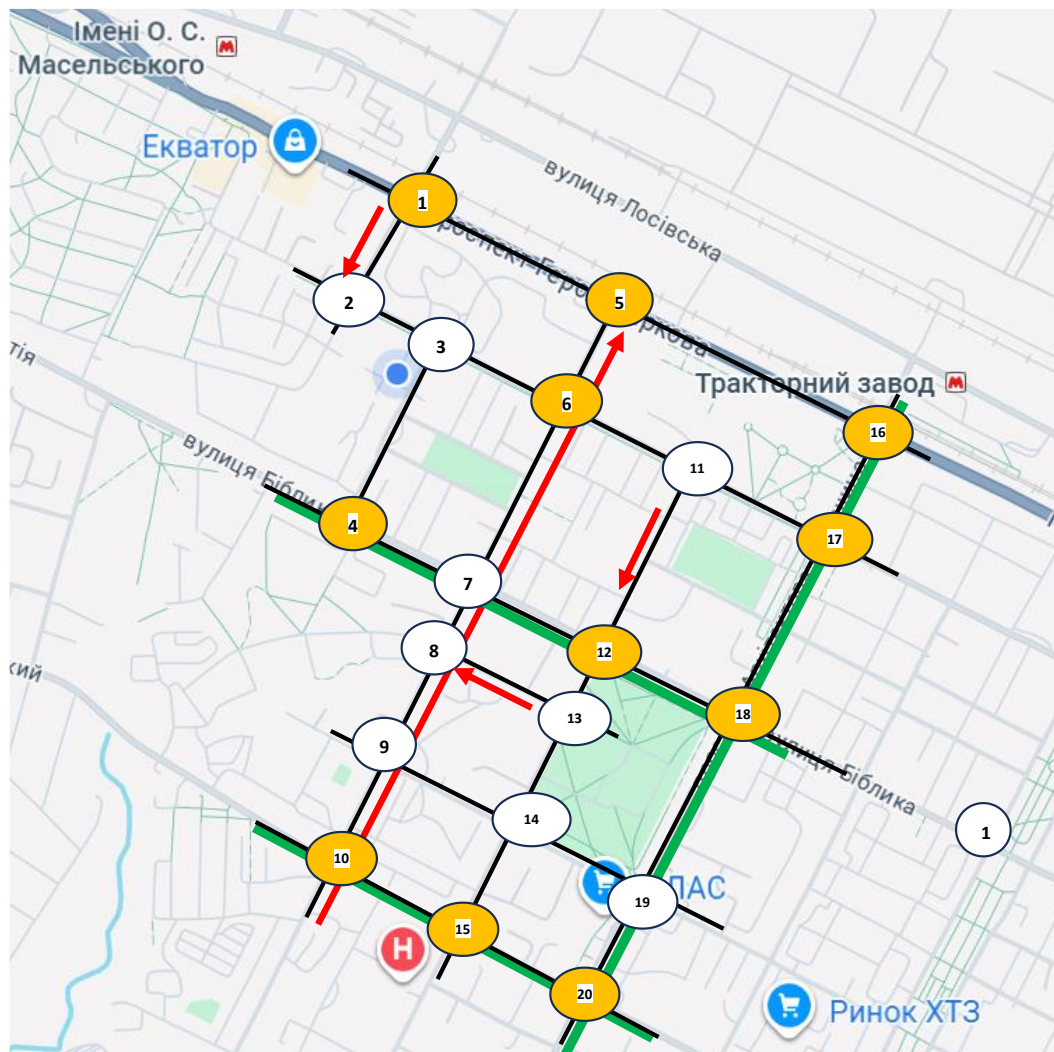
Традиційно в районах із квартальною структурою забудови широкого застосування набуло впровадження одностороннього руху, що розглядається як ефективний засіб підвищення пропускної здатності вулиць, зменшення кількості конфліктних точок та спрощення організації руху на перехрестях. Проте сучасний досвід експлуатації ВДМ свідчить, що такі рішення не завжди забезпечують очікуваний ефект і в окремих випадках призводять до виникнення нових транспортних проблем [1, 2].

Зокрема, застосування одностороннього руху може спричинити збільшення довжини маршрутів транспортних засобів (ТЗ), ускладнення доступності об'єктів міської забудови, а також формування додаткового навантаження на суміжні вулиці. Це, у свою чергу, призводить до перерозподілу транспортних потоків (ТП), зростання інтенсивності руху на окремих ділянках та підвищення загальної нерівномірності функціонування мережі. Крім того, підвищення швидкостей руху на односторонніх вулицях за відсутності ефективних заходів заспокоєння руху може негативно впливати на рівень безпеки, особливо для вразливих учасників дорожнього руху. Додатковим фактором є ускладнення орієнтації водіїв у межах мережі з розгалуженою системою односторонніх вулиць, що може спричинити помилкові маневри, збільшення кількості непродуктивних переміщень та виникнення потенційно небезпечних ситуацій.

У зв'язку з цим актуалізується питання доцільності перегляду існуючих схем ОДР, зокрема, можливості впровадження або відновлення двостороннього руху на окремих ділянках ВДМ [3]. Такий підхід потребує комплексного аналізу з урахуванням геометричних параметрів вулиць, характеристик транспортних і пішохідних потоків, рівня аварійності, а також особливостей функціонування міського середовища. Саме це зумовлює необхідність проведення досліджень, спрямованих на оцінку доцільності впровадження двостороннього руху як альтернативи існуючим організаційним рішенням.

Для дослідження обираємо північно-західну частину Індустріального району м. Харкова, яка характеризується щільною житловою забудовою, значною концентрацією об'єктів соціальної, адміністративної та комерційної інфраструктури, а також наявністю потужних транспортних зв'язків із

магістралями міського та міжміського значення. Досліджувана територія площею близько 2 км² має розвинену ВДМ протяжністю близько 8 км і забезпечує транспортне обслуговування житлових кварталів, громадських об'єктів та станцій метрополітену (див. рис. 1).



Умовні позначення:






-  - вузол (перехрестя);
-  - ділянки мережі з рухом МПТ;
-  - ділянки (перегони);
-  - перехрестя зі світлофорним регулюванням;
-  - напрямок на ділянках з одностороннім рухом.

Рисунок 1 – Карта району зі схемою ВДМ

Транспортна мережа району має переважно ґратчасту структуру та включає 20 транспортних вузлів і 29 зв'язків між ними, що формує передумови для гнучкої організації руху. Водночас через високу щільність забудови, зростання автомобілізації та наявність значної кількості об'єктів тяжіння спостерігається підвищене транспортне навантаження, що

супроводжується ускладненням умов руху та зниженням ефективності функціонування ВДМ.

Історично на окремих вулицях району було впроваджено односторонній рух, що відповідало попереднім умовам функціонування мережі та дозволяло підвищити її пропускну здатність і спростити організацію руху. Однак у сучасних умовах, зокрема внаслідок появи нових об'єктів забудови та зміни структури транспортних потоків, ефективність таких рішень суттєво знизилася.

Результати натурних обстежень показали, що існуюча схема одностороннього руху призводить до збільшення довжини маршрутів ТЗ, нерівномірного розподілу ТП та перевантаження окремих ділянок мережі. Зокрема, на окремих вулицях спостерігається хаотизація руху, ускладнення доступу до об'єктів тяжіння та формування локальних зон підвищеної конфліктності.

Додатковим негативним фактором є неефективне використання пропускну здатності вулиць через стихійне паркування, яке фактично зменшує кількість доступних смуг руху. В умовах одностороннього руху це призводить до ще більшого ускладнення транспортного обслуговування території та зростання затримок.

Аналіз також показав, що на окремих ділянках, зокрема в межах локальних вулиць із високою концентрацією об'єктів тяжіння, односторонній рух не відповідає сучасним потребам транспортного обслуговування та знижує рівень доступності території. Крім того, така схема організації руху сприяє збільшенню переїзду ТЗ і формуванню додаткового навантаження на суміжні вулиці.

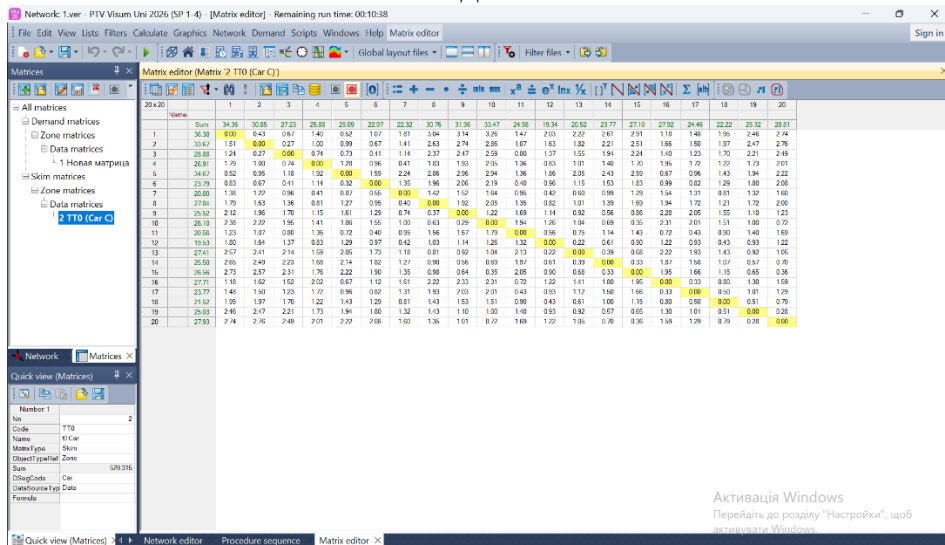
Таким чином, у сучасних умовах функціонування досліджуваної ВДМ впровадження одностороннього руху на окремих ділянках є недостатньо обґрунтованим і потребує перегляду. Це зумовлює доцільність аналізу можливості впровадження двостороннього руху як альтернативного рішення, спрямованого на підвищення ефективності, доступності та безпеки дорожнього руху.

Для демонстрування ефективності запропонованих змін ОДР було розроблено імітаційну транспортну модель досліджуваної території з використанням програмного комплексу PTV VISUM, який дозволяє аналізувати функціонування ВДМ та оцінювати вплив різних варіантів організації руху на параметри ТП. Модель сформована на основі результатів натурних обстежень і включає як транспортну пропозицію (структуру мережі), так і транспортний попит (матрицю кореспонденцій) [4, 5]. Як базовий прийнято існуючий варіант ОДР з наявною системою односторонніх вулиць.

Для оцінки впливу змін було розглянуто варіант часткового впровадження двостороннього руху, зокрема на ділянці вул. Свистуна (1–2). Такий підхід дозволяє локально оцінити ефект від зміни схеми руху без суттєвого втручання в загальну структуру мережі.

Отримані результати свідчать, що навіть локальне впровадження двостороннього руху забезпечує зниження сумарного часу реалізації транспортних кореспонденцій на 1,1 хв (0,21 %), що підтверджує доцільність перегляду існуючої схеми організації руху на окремих ділянках мережі (див. рис. 2). Це пояснюється скороченням довжини маршрутів руху ТЗ, зменшенням кількості об'їздів та більш рівномірним розподілом ТП по ВДМ.

до



після

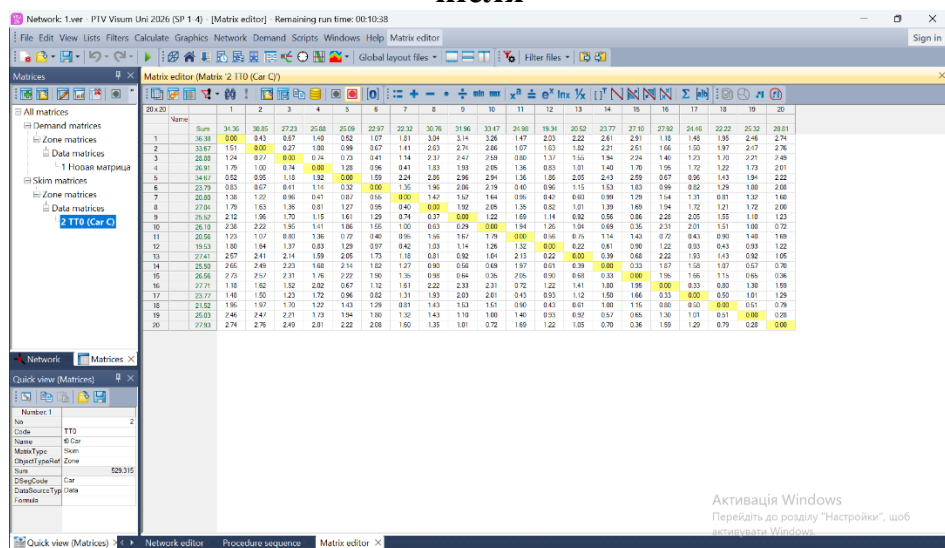


Рисунок 2 - Результати моделювання для існуючого та запропонованого варіантів схем ОДР на досліджуваній ділянці ВДМ

Отже, результати проведеного дослідження свідчать, що впровадження двостороннього руху на окремих ділянках ВДМ дозволяє скоротити сумарний час реалізації транспортних кореспонденцій та підвищити ефективність функціонування транспортної системи. Водночас отримані дані підтверджують, що оцінка доцільності змін ОДР не може ґрунтуватися виключно на часових показниках.

Збільшення кількості конфліктних точок при переході до двостороннього руху обумовлює ускладнення умов взаємодії ТП і потенційне зростання аварійності. Це особливо актуально для перехресть, де з'являються додаткові конфлікти типу «перетинання», що є найбільш небезпечними. Таким чином, впровадження двостороннього руху потребує обов'язкового супроводу організаційно-технічними заходами, спрямованими на зниження рівня конфліктності.

Разом з тим, встановлено, що навіть за зростання загальної кількості конфліктних точок рівень складності окремих перехресть може залишатися в допустимих межах, що свідчить про можливість реалізації таких рішень без суттєвого погіршення умов безпеки. За умов належного впровадження світлофорного регулювання, каналізування руху, організації лівоповоротних маневрів та застосування заходів заспокоєння руху негативний вплив від збільшення конфліктності може бути мінімізований.

Крім того, перехід до двостороннього руху сприяє підвищенню зрозумілості та інтуїтивності транспортної мережі, зменшенню перепробігу ТЗ і кількості порушень ПДР, характерних для односторонніх вулиць.

Таким чином, доцільність впровадження двостороннього руху на ділянках ВДМ повинна визначатися на основі комплексного підходу, що враховує як показники ефективності функціонування транспортної системи, так і параметри безпеки дорожнього руху. Отримані результати підтверджують, що за умов обґрунтованого вибору ділянок і впровадження супутніх заходів двосторонній рух може бути ефективним інструментом удосконалення ОДР в міських умовах.

Література

1. Організація та безпека дорожнього руху: Підручник / О.О. Бакуліч та ін.; за заг. ред. В. П. Поліщука. Київ: Знання України, 2016. 467 с.
2. Кашканов А.А., Кужель В.П. Організація дорожнього руху: навчальний посібник. Вінниця, 2017. 125 с.
3. One-way makeovers are workable, Des Moines engineer says https://www.axios.com/local/des-moines/2023/08/02/one-way-two-traffic-grand-avenue-locust-street-desmoines?utm_source=chatgpt.com
4. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Моделювання транспортних систем» для студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.070101 – «Транспортні технології» / Россолов О. В., Король В. Ю., Свічинський С. В. Харків: ХНАДУ, 2013. 41 с.
5. Особливості PTV Visum 17: веб-сайт. URL: <https://promobility.org/instruction/osoblyvosti-ptv-visum-17/> (дата звернення 15.03.2026)

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Запорожцева О. В., канд. техн. наук, доц. каф. ОБДР
Сімаков К. І., студент гр. ТДз-51-25

Безпека дорожнього руху є важливою складовою транспортної системи держави та одним із ключових чинників соціально-економічного розвитку суспільства. Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) спричиняють значні людські втрати, матеріальні збитки та негативно впливають на функціонування транспортної інфраструктури. Проблема дорожньо-транспортного травматизму залишається актуальною для більшості країн світу, а для України вона має особливе значення у зв'язку зі зростанням інтенсивності транспортних потоків, збільшенням кількості транспортних засобів та недостатнім рівнем розвитку дорожньої інфраструктури [4].

В Україні рівень аварійності на автомобільних дорогах залишається досить високим. Основними факторами, що впливають на безпеку дорожнього руху, є порушення правил дорожнього руху, перевищення швидкості, керування транспортними засобами у стані сп'яніння, недостатній технічний стан транспортних засобів та недоліки організації дорожнього руху. Додатковим фактором впливу на стан безпеки дорожнього руху у 2023–2025 роках стали наслідки воєнного стану, зокрема пошкодження дорожньої інфраструктури, зміна транспортних потоків та підвищене навантаження на окремі автомобільні дороги.

За статистичними даними правоохоронних органів, щороку на дорогах України реєструються десятки тисяч дорожньо-транспортних пригод. Так, у 2023 році було зафіксовано понад 23 тис. ДТП із потерпілими, унаслідок яких загинуло понад 3 тис. осіб, а майже 30 тис. людей отримали травми різного ступеня тяжкості [1]. У 2024–2025 роках спостерігається подальше зростання кількості дорожньо-транспортних пригод, що свідчить про необхідність посилення заходів щодо підвищення безпеки дорожнього руху [2].

Дорожньо-транспортні пригоди мають значні соціально-економічні наслідки. Вони призводять до загибелі та травмування людей, втрати працездатності, пошкодження транспортних засобів і дорожньої інфраструктури. Крім того, держава несе значні витрати на ліквідацію наслідків аварій, медичне обслуговування постраждалих та відновлення транспортної інфраструктури. За оцінками міжнародних організацій, економічні втрати від дорожньо-транспортних пригод можуть становити до кількох відсотків валового внутрішнього продукту країни [4].

У зв'язку з цим виникає необхідність комплексного дослідження причин виникнення дорожньо-транспортних пригод та розроблення ефективних заходів щодо їх попередження.

Стан безпеки дорожнього руху в Україні характеризується значною кількістю дорожньо-транспортних пригод та високим рівнем дорожнього

травматизму. Щорічно на дорогах держави гинуть тисячі людей, а десятки тисяч отримують травми різного ступеня тяжкості. За офіційними даними Патрульної поліції України, лише протягом 2023–2025 років було зафіксовано понад 75 тис. дорожньо-транспортних пригод із потерпілими [1–3].

Таблиця 1. Динаміка дорожньо-транспортних пригод в Україні у 2023–2025 роках

Рік	Загальна кількість ДТП	ДТП з потерпілими	Загиблі	Травмовані
2023	168107	23642	3053	29502
2024	191308	25781	3202	32023
2025	196120	25934	3249	31898

Джерело: складено за даними Патрульної поліції України [1–3].

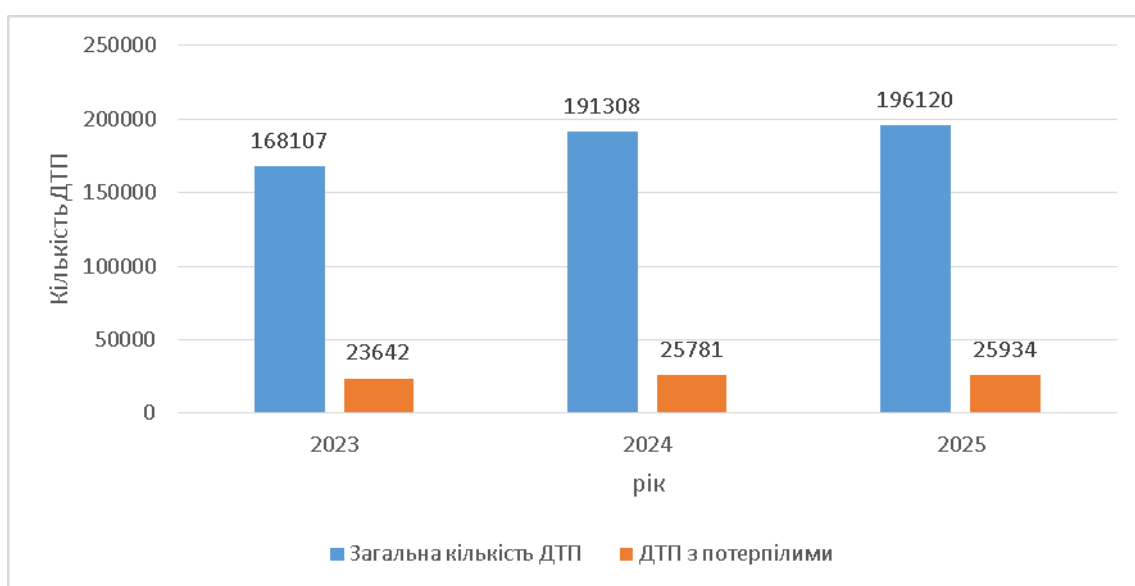


Рисунок 1 – Динаміка дорожньо-транспортних пригод в Україні у 2023–2025 роках

Аналіз статистичних даних свідчить про зростання загальної кількості дорожньо-транспортних пригод в Україні протягом досліджуваного періоду. Так, у 2023 році було зареєстровано понад 168 тис. ДТП, тоді як у 2024 році їх кількість зросла до понад 191 тис., що свідчить про збільшення інтенсивності дорожнього руху та зростання транспортного навантаження на автомобільні дороги. У 2025 році загальна кількість ДТП досягла приблизно 196 тис. випадків. Кількість загиблих у ДТП протягом досліджуваного періоду також має тенденцію до незначного зростання. Якщо у 2023 році внаслідок дорожньо-транспортних пригод загинуло 3053 особи, то у 2025 році цей показник зріс до 3249 осіб [3].

Водночас кількість дорожньо-транспортних пригод із потерпілими залишається значно меншою, проте саме вони мають найбільш тяжкі соціально-економічні наслідки. За даними Патрульної поліції, у 2023 році сталося 23642 ДТП із загиблими та травмованими, у 2024 році – 25781, а у 2025 році – 25934 випадки.

Основними факторами, що впливають на стан аварійності, є порушення правил дорожнього руху водіями, перевищення швидкості, недотримання безпечної дистанції, а також недостатній рівень організації дорожнього руху. Значний вплив на безпеку дорожнього руху мають і технічні та інфраструктурні фактори, зокрема стан дорожнього покриття, освітлення доріг, наявність дорожньої розмітки та знаків.

Дорожньо-транспортні пригоди виникають унаслідок впливу комплексу взаємопов'язаних факторів. Серед них провідне місце займають людський фактор, технічний стан транспортних засобів та стан дорожньої інфраструктури.

Таблиця 2. Структура основних причин дорожньо-транспортних пригод в Україні 2025 р. (ДТП з потерпілими)

№	Причина ДТП	Кількість ДТП	Частка, %
1	Перевищення безпечної або встановленої швидкості руху	10350	39
2	Порушення правил маневрування	5840	22
3	Порушення правил проїзду перехресть	2920	11
4	Недотримання безпечної дистанції	2390	9
5	Порушення правил переходу дороги пішоходами	2120	8
6	Інші причини (технічні несправності, погодні умови, стан дороги тощо)	2314	11
Разом		25934	100



Рисунок 2 – Структура основних причин дорожньо-транспортних пригод в Україні 2025 р.

Аналіз структури причин дорожньо-транспортних пригод свідчить, що найбільшу частку становлять порушення швидкісного режиму. Зокрема, перевищення безпечної або встановленої швидкості руху є причиною близько 40 % ДТП із потерпілими. Значну частку також становлять порушення правил маневрування (23 %) та порушення правил проїзду перехресть (11 %). Менш поширеними, але також небезпечними причинами є

недотримання безпечної дистанції (9 %) та порушення правил дорожнього руху пішоходами (8 %).

Найбільш поширеною причиною дорожньо-транспортних пригод є перевищення встановленої або безпечної швидкості руху транспортних засобів. За статистичними даними правоохоронних органів, саме цей фактор спричиняє близько 40 % аварій із тяжкими наслідками [2]. Перевищення швидкості значно зменшує можливість водія своєчасно реагувати на зміну дорожньої обстановки та збільшує тяжкість наслідків аварії.

Другим важливим фактором є порушення правил маневрування, зокрема неправильне перестроювання, обгін або розворот транспортного засобу. Подібні порушення часто призводять до зіткнень транспортних засобів, особливо на дорогах із високою інтенсивністю руху.

Суттєву частку ДТП становлять аварії, що виникають через недотримання безпечної дистанції та інтервалу між транспортними засобами. У таких випадках водії не встигають своєчасно загальмувати або уникнути зіткнення, особливо в умовах інтенсивного руху.

Окрему категорію становлять дорожньо-транспортні пригоди, пов'язані з керуванням транспортними засобами у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння. Подібні порушення значно знижують швидкість реакції водія, погіршують здатність оцінювати дорожню ситуацію та підвищують ризик виникнення аварій [3].

Отже, незважаючи на впровадження державних програм підвищення безпеки дорожнього руху, рівень аварійності в Україні залишається високим. Це обумовлює необхідність удосконалення системи організації дорожнього руху, модернізації дорожньої інфраструктури та підвищення відповідальності учасників дорожнього руху.

Крім людського фактору, важливу роль відіграють технічні фактори, зокрема несправність гальмівної системи, рульового керування або шин транспортного засобу. Використання технічно несправних автомобілів значно підвищує ризик виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Важливим чинником аварійності є також стан дорожньої інфраструктури. До таких факторів належать незадовільний стан дорожнього покриття, відсутність або пошкодження дорожньої розмітки, недостатнє освітлення доріг, а також недоліки в організації дорожнього руху на перехрестях і небезпечних ділянках автомобільних доріг.

Таким чином, більшість дорожньо-транспортних пригод виникає внаслідок поєднання кількох факторів, серед яких домінує людський фактор.

Дорожньо-транспортний травматизм є не лише проблемою безпеки дорожнього руху, але й важливим соціально-економічним викликом державного рівня. Високий рівень аварійності на автомобільних дорогах негативно впливає на демографічну ситуацію, економічний розвиток країни, функціонування системи охорони здоров'я та загальну соціальну стабільність суспільства. Нижче наведено аналіз ключових аспектів, які визначають масштабність цієї проблеми.

Перш за все, дорожньо-транспортні пригоди суттєво впливають на демографічну ситуацію та призводять до втрати людського капіталу. Україна переживає складний демографічний період, пов'язаний зі зменшенням чисельності населення та значними втратами під час воєнних дій. У цьому контексті кожна загибель у дорожньо-транспортній пригоді є непоправною втратою для суспільства. Найчастіше жертвами ДТП стають особи працездатного віку — від 18 до 45 років, тобто найбільш активна частина населення, яка формує економічний та інтелектуальний потенціал держави. Крім того, кількість травмованих у дорожньо-транспортних пригодах у декілька разів перевищує кількість загиблих. Значна частина постраждалих отримує тяжкі тілесні ушкодження або інвалідність, що потребує тривалого лікування та реабілітації, а також призводить до збільшення навантаження на систему соціального забезпечення.

Другим важливим аспектом є значні економічні втрати держави, пов'язані з дорожньо-транспортними пригодами. ДТП спричиняють як прямі, так і непрямі фінансові збитки. За оцінками міжнародних експертів, зокрема Світового банку, сукупні економічні втрати від дорожнього травматизму можуть становити близько 3–5 % валового внутрішнього продукту країни щороку. До прямих втрат належать витрати на надання екстреної медичної допомоги постраждалим, ліквідацію наслідків аварій, ремонт пошкодженої дорожньої інфраструктури та транспортних засобів, а також забезпечення діяльності правоохоронних органів і рятувальних служб. Непрямі втрати пов'язані з довгостроковими соціально-економічними наслідками: виплатами соціальної допомоги та компенсацій особам з інвалідністю, зниженням продуктивності праці, втратою трудового потенціалу загиблих або травмованих громадян, а також зменшенням податкових надходжень до державного бюджету.

Не менш важливим є навантаження на систему охорони здоров'я. У період воєнного стану медична система України функціонує в умовах значного дефіциту ресурсів, оскільки значна частина медичної допомоги спрямована на лікування поранених військових та цивільних осіб, які постраждали від бойових дій. У таких умовах додатковий потік постраждалих у дорожньо-транспортних пригодах створює суттєве навантаження на лікарні, операційні відділення, реанімаційні палати та служби екстреної медичної допомоги. Зростає потреба у донорській крові, медикаментах та медичному обладнанні. Таким чином, дорожньо-транспортний травматизм відволікає значні ресурси системи охорони здоров'я, які могли б бути використані для підтримки обороноздатності держави та лікування постраждалих унаслідок воєнних дій.

Особливу роль у формуванні сучасного стану аварійності відіграють фактори, пов'язані з воєнним станом, що діє в Україні у 2023–2025 роках. Зокрема, пошкодження дорожньої інфраструктури внаслідок бойових дій призвело до появи великої кількості аварійно небезпечних ділянок доріг. Зруйновані або частково пошкоджені мости, зношене дорожнє покриття та обмежена видимість значно підвищують ризик виникнення дорожньо-

транспортних пригод. Крім того, у 2023–2024 роках значний вплив на безпеку дорожнього руху мали заходи світломаскування та часті відключення електроенергії, що призводили до недостатнього освітлення вулиць і доріг. Це, у свою чергу, сприяло зростанню кількості наїздів на пішоходів у темний час доби. Додатковим фактором стала зміна транспортної логістики: збільшення обсягів перевезення гуманітарних вантажів, військової техніки та експорту аграрної продукції призвело до значного зростання інтенсивності руху великовагового транспорту на автомобільних дорогах, які не завжди розраховані на таке навантаження.

Ще одним важливим аспектом є соціальний вплив дорожньо-транспортних пригод. Високий рівень аварійності формує у суспільстві відчуття небезпеки та незахищеності. Резонансні ДТП, особливо ті, що супроводжуються значною кількістю жертв або порушеннями з боку водіїв, можуть спричиняти суспільний резонанс і знижувати рівень довіри громадян до державних інституцій, зокрема до правоохоронних органів та судової системи. Тому важливим елементом забезпечення соціальної стабільності є ефективне розслідування дорожньо-транспортних пригод, невідворотність відповідальності за порушення правил дорожнього руху та формування культури безпечної поведінки серед учасників дорожнього руху.

Отже, боротьба з дорожньо-транспортним травматизмом є важливим напрямом державної політики, спрямованим на збереження людського потенціалу, зменшення економічних втрат та підвищення рівня безпеки суспільства. Ефективна державна стратегія має передбачати комплекс заходів, спрямованих на модернізацію дорожньої інфраструктури, удосконалення системи контролю за дотриманням правил дорожнього руху та впровадження сучасних підходів до управління безпекою дорожнього руху. Одним із перспективних напрямів є застосування концепції Vision Zero, яка передбачає створення такої дорожньої системи, що мінімізує можливість фатальних наслідків навіть у разі помилки учасника дорожнього руху. Реалізація цієї концепції сприятиме зниженню рівня смертності на дорогах та формуванню безпечного транспортного середовища.

Зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод можливе лише за умови комплексного підходу до підвищення безпеки дорожнього руху. До основних напрямів попередження ДТП належать удосконалення законодавства у сфері дорожнього руху, підвищення ефективності контролю за дотриманням правил дорожнього руху, модернізація дорожньої інфраструктури та підвищення рівня культури поведінки учасників дорожнього руху.

Одним із ефективних заходів є впровадження сучасних систем автоматичної фіксації порушень правил дорожнього руху, зокрема перевищення швидкості. Такі системи дозволяють значно підвищити рівень контролю за поведінкою водіїв на дорогах.

Важливим напрямом підвищення безпеки дорожнього руху є покращення стану дорожньої інфраструктури, зокрема ремонт дорожнього

покриття, оновлення дорожньої розмітки, встановлення сучасних дорожніх знаків і засобів організації дорожнього руху.

Не менш важливим є підвищення рівня підготовки водіїв та формування культури безпечної поведінки на дорогах. Проведення інформаційних кампаній, освітніх програм і тренінгів для водіїв та пішоходів сприяє підвищенню рівня обізнаності учасників дорожнього руху щодо правил безпечної поведінки.

Зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод та їхніх наслідків є важливим завданням державної політики та одним із ключових чинників підвищення рівня безпеки населення. Реалізація запропонованих заходів сприятиме зниженню рівня аварійності на автомобільних дорогах України, збереженню людського потенціалу держави та формуванню безпечного транспортного середовища.

Література

1. Патрульна поліція України. Статистика ДТП в Україні. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> (дата звернення: 25.03.2026).

2. Патрульна поліція України. Статистика аварійності на дорогах України за 2024 рік. URL: <https://patrolpolice.gov.ua> (дата звернення: 25.03.2026).

3. Патрульна поліція України. Статистика аварійності за 2025 рік. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/2026/02/04/statystyka-avarijnosti-za-2025-rik/> (дата звернення: 25.03.2026).

4. World Health Organization. Global Status Report on Road Safety. Geneva: WHO, 2023.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПЕРЕТИНАНЬ У РІЗНИХ РІВНЯХ

Запорожцев А. Г., студент гр. Т-42-22
Наглюк І. С., д-р техн. наук, проф.

Зростання інтенсивності міського руху та підвищення вимог до безпеки й швидкості перевезень зумовлюють необхідність удосконалення транспортної інфраструктури. Одним із найефективніших рішень є використання перетинань у різних рівнях, які забезпечують безперервність транспортних потоків.

Перетинання у різних рівнях – це інженерні транспортні споруди, в яких транспортні потоки розділяються по висоті (за допомогою естакад, мостів, тунелів), що дозволяє уникнути їх перетину в одній площині.

Основна мета таких рішень – забезпечення безперервного руху транспорту, підвищення пропускної здатності доріг і зменшення аварійності.

Залежно від конструктивних та планувальних особливостей, розрізняють такі види:

- дворівневі розв'язки (найпоширеніші, передбачають перетин двох транспортних потоків на різних висотах (наприклад, шляхопровід із з'їздами));
- трирівневі розв'язки (застосовуються при більш складних транспортних вузлах із високою інтенсивністю руху);
- чотирирівневі розв'язки (найскладніші інженерні споруди, які забезпечують повну розв'язку потоків без перетинів і світлофорного регулювання).

Будівництво дорожньо-транспортного перетину в різних рівнях передбачає великі капіталовкладення. Разом із тим його економічна доцільність виправдовується економією за рахунок скорочення транспортних витрат та кількості ДТП. Світова та вітчизняна практика накопичила великий досвід будівництва дорожньо-транспортних перетинів у різних рівнях, що дає можливість оцінити всю різноманітність цих споруд у містах з метою подальшого удосконалення їх проектування, будівництва та експлуатації.

За планувально-містобудівною ознакою дорожньо-транспортні перетини можна поділити на п'ять класів.

Визначення класу перетину відбувається за такими ознаками:

- планувальною, яка пов'язана з оцінкою категорій вулиць та доріг; що пересікаються, визначеною при розробці техніко-економічного обґрунтування генплану перетину та генерального плану міста;
- технічною, яка обумовлює необхідність формування певного режиму руху за напрямками і пов'язана з вибором принципу організації руху на перетині у різних рівнях;
- транспортно-експлуатаційною, яка характеризується інтенсивністю та розподілом транспортних потоків.

Всі перетини міських вулиць та доріг з організацією руху в різних рівнях поділяються на три групи:

- пересічення,
- примикання,
- розгалуження.

За ознакою організації лівоповоротного руху (планувальне рішення) розв'язки поділяються на перетини, в основі яких лежать:

- «лист конюшини»;
 - «розподільне кільце»;
 - «петля»;
 - «ромб» (лінійні перетини з паралельним розташуванням правоповоротних та лівоповоротних з'їздів);
 - складні перетини з відособленими лівоповоротними з'їздами;
- комбіновані типи перетинів з поєднанням елементів простих перехрещень.

За повнотою розв'язки потоків, що повертаються, перетини бувають:

- повні;
- неповні.

Різні типи перетинів мають велику кількість видів та підвидів. Кожний з них має свої переваги та недоліки. На вибір того чи іншого типу перетину впливає багато різних факторів. У різних конкретних умовах один і той самий тип розв'язки у різних рівнях може бути прийнятним або зовсім непридатним.

Вибір типу перетину в різних рівнях та їх планувальні рішення необхідно приймати на підставі розрахунків прогновної інтенсивності руху транспортних потоків, з урахуванням характеру і складу руху, класифікації автомобільних доріг та рівня обслуговування.

Різні типи транспортних перетинів характеризуються значною різноманітністю форм і модифікацій. Кожен із них має свої сильні та слабкі сторони, які необхідно враховувати під час проектування.

Зокрема, перевагами перетинів типу «лист конюшини» є можливість безперервного руху транспорту в усіх напрямках при перетині двох магістралей, високий рівень безпеки за умови дотримання технічних вимог і забезпечення належної видимості, а також відносно невисокі витрати на будівництво шляхопроводів і з'їздів. Водночас до їхніх недоліків належать значна потреба в території (приблизно від 4 до 9 гектарів), що обмежує використання в щільно забудованих міських умовах, а також незручність виконання лівих поворотів, які здійснюються через праві петлі.

Перетини кільцевого типу є більш компактними та широко застосовуються в містах. Вони поділяються на кілька класів: найвищого рівня (типу «турбіна»), першого класу (у трьох рівнях), другого класу (у двох рівнях), а також варіанти в одному рівні. Подібні до них перетини типу «стисненого кільця» також можуть ефективно використовуватись у міських умовах різних класів. Однак їх суттєвим недоліком є додатковий переїзд транспортних засобів (близько 300 м) при виконанні лівих поворотів, що з часом призводить до економічних втрат і негативного впливу на довкілля.

Ромбовидні розв'язки вищого класу характеризуються відсутністю конфліктних точок, формуванням транспортних потоків ще до в'їзду в

розв'язку та раціональним розташуванням в'їздів і виїздів. Вони можуть застосовуватись для перетину великої кількості доріг і навіть мати багаторівневу структуру. Проте такі розв'язки є складними в конструктивному відношенні, потребують значних фінансових витрат і передбачають будівництво додаткових естакад для лівих поворотів, а також спеціальних доріг для розвороту. Для розв'язок нижчих класів характерною є необхідність світлофорного регулювання.

Примикання (зокрема конюшинового типу) є більш економічними порівняно з іншими складними розв'язками, потребують лише двох рівнів для перетину доріг, забезпечують високу пропускну здатність і зменшують кількість перестроювань транспортних потоків. Разом із тим їх недоліками є необхідність будівництва додаткових доріг для розвороту та значна кількість інженерних споруд, зокрема мостів.

Хрестоподібні розв'язки дають змогу ефективно виділити основний транспортний потік без істотного погіршення умов руху на другорядних дорогах, мають вищу пропускну здатність порівняно з класичними рішеннями та забезпечують підвищений рівень безпеки завдяки меншій кількості конфліктних точок. Водночас їх недоліками є складність сприйняття для водіїв, необхідність чіткої дорожньої розмітки та обов'язкове використання світлофорного регулювання.

Вибір типу перетину в різних рівнях і відповідного планувального рішення має базуватися на прогностичній інтенсивності руху, складі транспортних потоків, категорії автомобільних доріг та необхідному рівні обслуговування. Саме характеристики руху транспортних потоків є ключовими показниками ефективності та якості функціонування транспортних розв'язок, оскільки вони відображають рівень забезпечення безпечних і комфортних умов руху.

Література

1. Нова розв'язка: Ромбовидне перехрещення зі зміною напрямку руху [Електронний ресурс]. – – Режим доступу: <https://engineering-ru.livejournal.com/43628.html>.
2. Найскладніші транспортні розв'язки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nakhodka-online.ru/news/interes/289-uzhasnye-transportnye-razvyazki.html>.
3. Автомобільна розв'язка типу «розбіжний ромб» в Атланті, США [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.atlantatravelblog.com/2015/11/diverging-diamond-interchange-atlanta.html>.
4. Bie, Y., & Li, Y. (2020). Intelligent traffic signal control: A survey. *Computers, Environment and Urban Systems*, 80, 101423. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2019.101423>
5. European Commission. (2019). EU Transport in figures: Statistical pocketbook 2019. European Commission. https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2019_en

6. González, J., & Cardoso, A. (2020). Roundabouts in Europe: Benefits, design, and performance. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 7(4), 271-282. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.05.005>
7. López, G., & Pérez, A. (2021). Development of intelligent transportation systems in urban areas: European best practices. *Transportation Research Procedia*, 51, 280-287. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.01.038>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КІЛЬЦЕВОГО ТА РЕГУЛЬОВАНОГО ПЕРЕХРЕСТЬ

Чернявський Б. В., студент гр. Т-42-22
Запорожцева О. В., канд. техн. наук, доц. каф. ОБДР

Сучасні міста стикаються з постійним зростанням інтенсивності транспортних потоків, що призводить до перевантаження вулично-дорожньої мережі, заторів і підвищення рівня аварійності. Одними з найпоширеніших типів організації руху на перетинах доріг є кільцеві та регульовані перехрестя. Кожен із цих типів має свої особливості функціонування, переваги та недоліки, що обумовлює необхідність їх порівняльного аналізу для вибору оптимального рішення в конкретних умовах.

Кільцеве перехрестя – це організація руху, при якій транспортні засоби рухаються по замкненому колу, надаючи перевагу тим, хто вже перебуває на кільці. Такий тип забезпечує безперервність руху та зменшує кількість конфліктних точок.

Регульоване перехрестя – це перетин доріг, де рух транспортних потоків координується за допомогою світлофорів або регулювальників. Воно дозволяє чітко розподіляти потоки за часом і забезпечує керованість руху.

Переваги кільцевих перехресть:

- зменшення кількості конфліктних точок (відсутність лобових зіткнень);
- підвищення рівня безпеки за рахунок зниження швидкості руху;
- безперервний рух без необхідності зупинок;
- зменшення затримок при середній інтенсивності руху;
- зниження рівня викидів завдяки відсутності частих зупинок і розгонів;
- відсутність потреби у світлофорному регулюванні (у більшості випадків).

Недоліки кільцевих перехресть:

- обмежена ефективність при дуже високій інтенсивності руху;
- складність для водіїв без досвіду;
- труднощі організації руху пішоходів і велосипедистів;
- потреба в більшій площі порівняно з простими перехрестями;
- ускладнений рух великогабаритного транспорту.

Переваги регульованих перехресть:

- можливість чіткої організації руху за допомогою світлофорів;
- ефективність при високій інтенсивності транспортних потоків;
- зручність для пішоходів (наявність регульованих переходів);
- можливість адаптації режимів роботи світлофорів;
- можливість координації руху в межах транспортної мережі (зелені хвилі).

Основні недоліки регульованих перехресть:

- наявність затримок через очікування сигналу світлофора;
- більша кількість конфліктних точок;
- підвищений ризик дорожньо-транспортних пригод при порушенні правил;
- збільшення витрат пального та викидів через часті зупинки;
- залежність від справності технічних засобів регулювання.

Аналіз показує, що кільцеві перехрестя є більш ефективними при середніх навантаженнях і відносно рівномірному розподілі транспортних потоків. Вони забезпечують плавність руху та підвищують безпеку за рахунок зменшення швидкості і кількості конфліктних ситуацій.

Регульовані перехрестя, у свою чергу, є більш доцільними в умовах високої інтенсивності руху та нерівномірного розподілу потоків, коли необхідне чітке управління транспортом. Вони також є більш зручними для організації пішохідного руху.

З точки зору екології, кільцеві перехрестя мають перевагу завдяки зменшенню кількості зупинок транспорту. Водночас регульовані перехрестя можуть бути оптимізовані за допомогою сучасних адаптивних систем управління рухом.

Кільцеві перехрестя доцільно застосовувати:

- при середній інтенсивності руху;
- за відносно рівномірного розподілу потоків;
- у місцях із підвищеною аварійністю;
- за наявності достатньої площі для будівництва.

Регульовані перехрестя доцільні:

- при високій інтенсивності руху;
- за значної нерівномірності транспортних потоків;
- у центральних районах міст;
- при необхідності організації інтенсивного пішохідного руху.

Кільцеві перехрестя не є універсальним рішенням і в ряді випадків їх доцільно замінювати регульованими (зі світлофорним керуванням). Це зазвичай пов'язано з перевищенням їх функціональних можливостей або зміною умов руху. Розглянемо основні ситуації детально.

Кільцеві перехрестя ефективні при середніх навантаженнях і відносно рівномірному розподілі потоків. Якщо ж інтенсивність руху різко зростає, особливо на одному з підходів, виникають проблеми:

- транспорт з перевантаженого напрямку не може в'їхати на кільце;
- утворюються затори на під'їздах;
- порушується безперервність руху.

У такому випадку світлофорне регулювання дозволяє дозувати потоки; надавати пріоритет перевантаженим напрямкам; уникати блокування перехрестя.

У великих містах, де магістраль має значно більший потік, ніж другорядні вулиці, кільце часто реконструюють у світлофорне перехрестя, щоб керувати основним потоком у «пікові години».

Кільцеві перехрестя найкраще працюють, коли потоки приблизно рівні з усіх напрямків. Якщо ж один напрям домінує:

- інші учасники руху мають труднощі з в'їздом;
- знижується пропускна здатність усього вузла;
- зростає аварійність через ризиковані маневри.

Кільцеві перехрестя створюють труднощі для пішоходів:

- відсутній чіткий момент для переходу;
- необхідно перетинати кілька потоків руху;
- водії не завжди зупиняються.

У таких умовах регульоване перехрестя є кращим, оскільки забезпечує безпечні пішохідні фази; дає можливість організувати підземні або наземні переходи; підвищує загальний рівень безпеки.

У містах із розвиненою магістральною мережею важливо синхронізувати рух транспорту.

Кільцеві перехрестя не піддаються централізованому керуванню; порушують ритмічність руху.

Регульовані перехрестя легко інтегруються в автоматизовані системи управління рухом; дозволяють створювати «зелені хвилі».

Якщо на перехресті багато лівих поворотів; присутній громадський транспорт (трамваї, автобуси); є велика частка вантажного транспорту, кільце може працювати неефективно.

Регульоване перехрестя дозволяє виділяти окремі фази для складних маневрів; надавати пріоритет громадському транспорту; чітко розділяти потоки.

Кільцеві перехрестя замінюють регульованими у випадках, коли:

- інтенсивність руху перевищує їх пропускну здатність;
- транспортні потоки є нерівномірними;
- необхідно забезпечити безпеку пішоходів;
- існують просторові обмеження;
- потрібне централізоване управління рухом;
- структура потоків є складною.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що кільцеві та регульовані перехрестя мають різні сфери ефективного застосування. Кільцеві перехрестя забезпечують підвищену безпеку та плавність руху, тоді як регульовані – кращу керованість і гнучкість у складних умовах.

Оптимальний вибір типу перехрестя повинен здійснюватися на основі комплексного аналізу транспортних потоків, містобудівних умов і вимог до організації дорожнього руху. Раціональне поєднання різних типів перехресть у межах міської мережі є запорукою ефективного функціонування транспортної системи.

Література

1. Кашканов А.А., Кужель В.П. Організація дорожнього руху: навчальний посібник. Вінниця, 2016. 125 с.
2. Організація та безпека дорожнього руху: Підручник / Бакуліч О.О. та ін.; за заг. ред. В. П. Поліщука. Київ, 2016. 467 с.
3. Парасюк В.М., Демків Р.Я., Когут В.М. Безпека дорожнього руху : навч. посіб. Львів : ЛДУВС, 2022. С. 340.
4. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах: монографія / Форнальчик Є. Ю. та ін.; за заг. ред. Є.Ю. Форнальчика. Львів, 2018. 236 с.
5. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука. Київ: Знання України, 2011. 467 с.
6. González, J., & Cardoso, A. (2020). Roundabouts in Europe: Benefits, design, and performance. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 7(4), 271-282. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.05.005>

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА МАГІСТРАЛІ

Хуторний Д. В., студент гр. Т-42-22
Птиця Г. Г., канд. техн. наук, доц. каф. ОБДР

В Україні налічується 460 міст, де мешкає 60,5 % загальної чисельності населення країни (без врахування населених пунктів, підпорядкованих міськрадам). Прийнято вважати, що розмір міста зумовлює характер його проблем. Основні проблеми концентруються на магістралях загальноміського значення, особливо при проходженні центральною частиною міста. На обраній ділянці наявний інтенсивний потік транспортних засобів, який рухається в центральній частині міста до місць призначення. В наслідок цього утворюється перевантаження даної вулиці, особливо в ранковий та вечірній «піковий» період, що призводить до погіршення показників організації та безпеки руху.

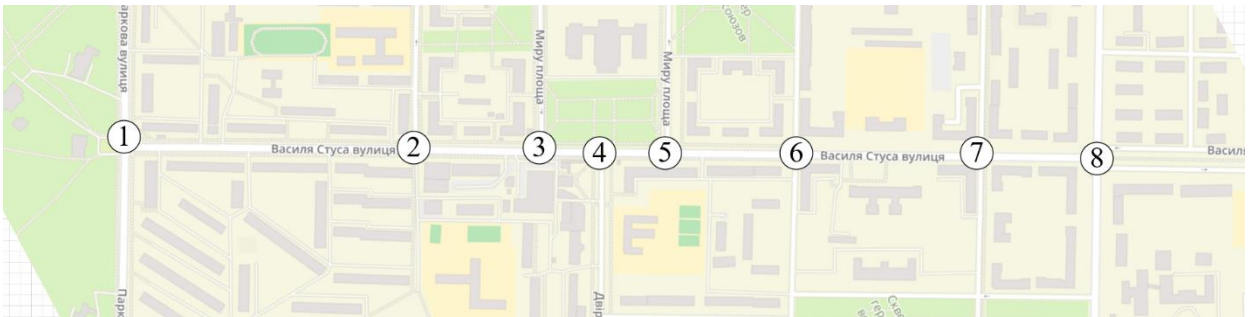


Рисунок 1. Карта досліджуваної вулиці Василя Стуса

Одним з найважливіших завдань дорожнього господарства є забезпечення безпеки руху і високих транспортних якостей автомобільних доріг [8]. При експлуатації автомобільних доріг, а також при розробці проектів реконструкції існуючих доріг або проектів будівництва нових доріг необхідно виявляти ділянки, що не відповідають вимогам забезпечення безпеки руху, та передбачати заходи щодо підвищення безпеки руху.

Для виявлення небезпечних ділянок, в межах яких необхідно насамперед передбачати заходи щодо забезпечення безпеки руху, можуть бути використані наступні методи: метод, заснований на аналізі даних про ДТП; метод коефіцієнтів аварійності; метод коефіцієнтів безпеки [1]; метод конфліктних ситуацій [2].

Методи виявлення небезпечних ділянок на основі даних про ДТП слід застосовувати для оцінки безпеки руху на існуючих дорогах при наявності досить повної і достовірної інформації про ДТП за період не менше 3 - 5 років. При відсутності таких даних, а також для оцінки проектних рішень при проектуванні нових і реконструкції існуючих доріг повинні використовуватися метод коефіцієнтів аварійності, заснований на аналізі і узагальненні даних статистики ДТП, методи коефіцієнтів безпеки і конфліктних ситуацій, засновані на аналізі графіків зміни швидкостей руху.

Відносна ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод на

всіх характерних ділянках автомобільної дороги може бути оцінена підсумковим коефіцієнтом аварійності, який обчислюється добутком всіх окремих коефіцієнтів відносної кількості подій на різних ділянках дороги (коефіцієнтів впливу або окремих коефіцієнтів аварійності – $K_1 - K_{18}$ – часткові коефіцієнти аварійності):

$$K_{\text{під}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot \dots \cdot K_{18} \quad (1)$$

Ці коефіцієнти характеризують погіршення умов руху, через вплив окремих елементів плану, поздовжнього та поперечного профілів, придорожньої смуги порівняно з умовами руху по двосмуговій дорозі з шириною проїзної частини - 7,5м, укріпленими узбіччями і шорстким покриттям, де ДТП може статися тільки з вини водія. Вхідні в цю формулу часткові коефіцієнти аварійності визначені за вітчизняними і зарубіжними статистичними даними і враховують вплив інтенсивності руху та елементів плану і поздовжнього профілю дороги. Значення часткових коефіцієнтів аварійності засновані на аналізі статистики ДТП [1].

Для ділянок доріг підсумковий коефіцієнт аварійності характеризує ступінь небезпеки дороги наступних межах (табл. 1):

Таблиця 1. Характеристика ступеня небезпеки магістралі

0-10 безпечна ділянка	10-20 малобезпечна ділянка	20-40 небезпечна ділянка	40 і більше дуже небезпечна ділянка
--------------------------	-------------------------------	-----------------------------	--

На ділянках доріг, де коефіцієнт аварійності більше 20 (рис.2), необхідно приймати відповідні заходи для підвищення безпеки руху.

Підвищення ступеня складності умов руху і, у першу чергу, серйозні ускладнення в просторово-тимчасовому поділі транспортних і пішохідних потоків, висока інтенсивність транспортних потоків в основному і визначають той факт, що в розрахунку на 100 км довжини вулиць і доріг у містах відбувається в 5 разів більше ДТП, чим на дорогах.

В практиці аналізу аварійності на ділянках мережі міст або окремих магістралей найбільше поширення получив відносний коефіцієнт аварійності (k_a) обумовлений по формулі

$$k_a = \frac{z_i \cdot 10^6}{N_i \cdot l_i \cdot T_i} \quad (2)$$

Відносний коефіцієнт аварійності – найбільш об'єктивний показник забезпечення безпеки руху, тому що він характеризує взаємозв'язок між абсолютним показником аварійності (число ДТП, що загинули або потерпілих), довжиною вулиці або магістралі й інтенсивністю руху (у млн. авт.-км). Використання цього показника дозволяє виключити грубі помилки

при оцінці зміни стану аварійності, зв'язаного з можливим збільшенням інтенсивності руху.

Довжина дослідженої ділянки, км	1,400											
Інтенсивність руху, авт./доб.	K ₁	0,62										
Кіл. легкових авто у потоці	K ₂	1										
Ширина проїзної частини, м.	K ₃	2,46										
Безпечна шв. потоку, км/год	K ₄	1,18										
Кількість смуг	K ₅	1,15										
Освітлення	K ₆	1										
Тип перетину	K ₇	1,9	1	2,5	1	1,9	1	2,5	1	2,5	1	1,9
Сумарна інт. руху на перехресті, авт./доб	K ₈	1,29	1	1,5	1	1,29	1	1,5	1	1,5	1	1,29
Сумарна інт. руху піш. на перехресті, піш/доб	K ₉	0,9	1,04	1,17	1,04	0,9	1,04	1,17	1,04	1,17	1,04	0,9
Видимість перехрещення	K ₁₀	1										
Розташування зупиночного пункту	K ₁₁	1,56										
Розташування переходів	K ₁₂	1,6										
Інт. піш. поза перехрестям, піш/доб	K ₁₃	0,75										
Розташування тротуарів	K ₁₄	1,45										
Повздовжній ухил	K ₁₅	1										
Радіус кривої в плані, м	K ₁₆	1										
Розташування трамвайної колії	K ₁₇	1										
Характеристика покриття	K ₁₈	1										
Підсумковий коефіцієнт аварійності	K _{під}	12,4	5,8	25	5,8	12,4	5,8	25	5,8	25	5,8	12,4
Графік коефіцієнтів аварійності	18											
	15											
	12											
	9											
	6											
	3											

Рисунок 1. Приклад побудови графіка коефіцієнта аварійності на ділянці вулиці

На підставі проведених досліджень магістральної вулиці можна відмітити, що аварійність знаходиться на незадовільному рівні, необхідно провести заходи щодо поліпшення організації дорожнього руху.

Література

1. Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners, second edition. Global Road Safety Partnership, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva; 2023. – 80 p.
2. Mackay GM. Reducing car crash injuries, folklore, science and promise. American Association for Automotive Medicine, 1983, No.5.

АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА РЕГУЛЬОВАНОМУ ПЕРЕХРЕСТІ М. ФІЛЛІНГЕН-ШВЕННІНГЕН (НІМЕЧЧИНА)

Черкашин І. Ю., студент гр. Т-42-22
Абрамова Л. С., док. техн. наук, проф. каф. ОБДР

Організація дорожнього руху (ДР) на міських перехрестях є одним із ключових факторів забезпечення безпеки та ефективності транспортних потоків (ТП). Особливо це актуально для складних багатосмугових перехресть, де перетинаються транспортні та пішохідні потоки, а також рух велосипедистів. Метою дослідження є аналіз організації ДР на регульованому перехресті в м. Філінген-Швеннінген (Німеччина), оцінка інтенсивності транспортних потоків та особливостей світлофорного регулювання.

Дослідження виконано на основі натурних спостережень; фотофіксації об'єкта; підрахунку транспортних засобів (ТЗ) за напрямками руху; аналізу режимів роботи світлофорного регулювання. Досліджуване перехрестя є багатосмуговим регульованим вузлом з розвинутою інфраструктурою (рис. 1).



Рисунок 1 – Загальний вигляд перехрестя

На основі натурального спостереження перехрестя виділено чотири основні підходи до нього. Підхід 1 – напрямком з боку нижньої частини зображення (в'їзд у перехрестя з переднього плану). Підхід 2 – напрямком з правої частини зображення. Підхід 3 – напрямком з верхньої частини зображення. Підхід 4 – напрямком з лівої частини зображення. На перехресті передбачені острівці безпеки, організовані пішохідні переходи, а також велодоріжки з виділеним покриттям (рис. 2). Це свідчить про комплексний підхід до організації ДР з урахуванням принципів безпеки та мультимодальності.



Рисунок 2 – Організація руху велосипедистів та пішоходів на перехресті

За результатами натурного спостереження підраховано наступні кількості ТЗ, що перетнули перехрестя: підхід 1: 8 автобусів, 104 легкових автомобілів; підхід 2: 6 автобусів, 112 легкових автомобілів; підхід 3: 2 автобуси, 100 легкових автомобілів; підхід 4: 2 автобуси, 76 легкових автомобілів.

Інтенсивність руху транспорту визначається кількістю ТЗ, що проходять через перетин проїзної частини в одиницю часу (година, доба, рік) в одному або двох напрямках. За одиницю визначення інтенсивності прийняті натуральні та приведені одиниці. Натуральними одиницями є кількість різних видів транспорту: легковий і вантажний автомобіль, автопоїзд, автобус, тролейбус, велосипед, мототранспорт. Склад транспортного потоку визначається співвідношенням ТЗ різного типу [1]. Цей показник впливає на більшість параметрів ДР. За приведену одиницю виміру прийнятий легковий автомобіль, решта ТЗ приводяться до легкового автомобіля за допомогою коефіцієнтів приведення за формулою:

$$N_{\text{пр}} = \sum_i^n k_i \cdot N_{i \text{ нат}}, \quad (1)$$

де $N_{\text{пр}}$ - інтенсивність руху транспорту в приведених одиницях;
 K_i – коефіцієнт приведення i -го виду транспорту до легкового автомобіля, що приймається відповідно до рекомендацій ДСТУ;
 $N_{i \text{ нат}}$ – інтенсивність руху i -го виду транспорту в натуральних одиницях.

В Україні при розрахунках інтенсивності коефіцієнти приведення мають бути прийняті відповідно до ДСТУ [2] або згідно керівництва з проектування вулиць і доріг: для легкових автомобілів $K_i = 1$, для автобусів малої місткості (25–50 пас.) $K_i = 1,5$, середньої місткості (50– 75 пас.) $K_i = 2,0$.

Таким чином, за наведеною методикою визначено інтенсивність руху ТЗ на досліджуваному перехресті по чотирьох підходах:

$$\begin{aligned}N_{\text{тп}}(1) &= 2 \cdot 1,5 + 6 \cdot 2,0 + 104 \cdot 1 = 3 + 12 + 104 = 119; \\N_{\text{тп}}(2) &= 3 \cdot 1,5 + 3 \cdot 2,0 + 112 \cdot 1 = 4,5 + 6 + 112 = 122,5; \\N_{\text{тп}}(3) &= 2 \cdot 1,5 + 100 \cdot 1 = 3 + 100 = 103; \\N_{\text{тп}}(4) &= 2 \cdot 2 + 76 \cdot 1 = 3 + 12 + 104 = 80.\end{aligned}$$

Менш інтенсивними є підходи 3 та 4, де кількість ТЗ є нижчою, що свідчить про нерівномірний розподіл ТП на досліджуваному перехресті. Найменше навантаження припадає на підхід 4 (лівий напрям). Таким чином, основні ТП зосереджені у напрямках підходів 1 та 2, що необхідно враховувати при організації світлофорного регулювання. Така організація дозволяє зменшити кількість конфліктних точок, зокрема між зустрічними потоками та транспортом, що здійснює поворот. Важливою особливістю перехрестя є наявність велосипедної інфраструктури, яка інтегрована в загальну схему організації ДР. Виділені зони для велосипедистів та відповідна дорожня розмітка сприяють зниженню аварійності та підвищенню комфорту пересування. Водночас значна тривалість червоного сигналу може призводити до накопичення ТЗ на підходах, особливо в години «пік». Однак подібне рішення спрямоване, перш за все, на підвищення рівня безпеки ДР.

Світлофорне регулювання перехрестя характеризується наявністю декількох фаз, включаючи окремі сигнали для лівоповоротних потоків. Тривалість зеленого сигналу коливається в межах 12-20 с, а червоного – 55-67 с. Цикл світлофорної сигналізації на перехресті дорівнює 90 с. Але на четвертому підході виявлено, що такий цикл є завеликим, бо проїзд здійснюється тільки за 85 с ефективного часу: $12 + 4 + 65 + 4 = 85$ с. Таким чином, виявлено 5 с загубленого часу, що впливає на збільшення транспортних затримок.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що досліджуване перехрестя має необхідний рівень організації ДР та відповідає сучасним вимогам безпеки, проведено заходи щодо розділення ТП та мінімізації конфліктних ситуацій. Разом з тим існує потенціал для оптимізації режимів світлофорного регулювання, зокрема шляхом скорочення тривалості окремих фаз або впровадження адаптивного управління рухом. Зокрема слід зазначити, що окрему увагу слід приділити визначенню розмірів острівця безпеки на досліджуваному перехресті. Отримані результати можуть бути використані при вдосконаленні організації ДР на аналогічних перехрестях українських міст.

Література

1. Абрамова Л. С., Наглюк І. С., Птиця Г. Г. Аналіз методів визначення складу транспортного потоку. *Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ»* : зб. наук. пр.

Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. Харків : НТУ «ХПІ», 2012. № 17. С. 35-41.

2. ДСТУ 8824:2019 Автомобільні дороги. Визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку. Затверджено Наказом від 27.02.2019 № 38. Введ. у дію 01.10.2019.

УПРАВЛІННЯ ШВИДКІСТЮ ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Штацька М. О., студент гр. ТДз-51-25
Птиця Г. Г., канд. техн. наук, доц. каф. ОБДР

Швидкість визначається як основний фактор ризику потрапляння в дорожньо-транспортні пригоди та збільшення тяжкості травм, отриманих в них [1]. Це відбувається через те, що чим більше швидкість, тим більшу відстань проїде автомобіль за той час, поки водій буде приймати рішення, і тим більше буде відстань, яка необхідна для зупинки. На великій швидкості також істотно збільшуються негативні наслідки від помилок водіїв.

За даними аварійності перевищення швидкості або неправильно обрана швидкість є найбільшою проблемою дорожнього руху в більшості країн [2]. Серед факторів, що сприяють дорожньо-транспортній пригоді [3], як мінімум одна третина аварій, що супроводжуються смертельними наслідками, пов'язана з елементом перевищення швидкості. Також слід відмітити, що швидкість є обтяжуючою фактором виникнення травм і смертей у всіх аваріях.

Виходячи із зазначених досліджень, можна зробити відповідний висновок – чим більше швидкість, тим вище ймовірність аварій, травматизму і смертності, а зменшення швидкості знижує такі ймовірності.

Управління швидкістю включає в себе ряд заходів, спрямованих на забезпечення балансу між безпекою та ефективною швидкістю руху транспортних засобів по дорожній мережі [2]. Мета управління швидкістю – знизити кількість випадків занадто швидкої їзди і довести до максимуму дотримання обмежень швидкості. Оптимальна швидкість в контексті Системи безпеки – це швидкісний режим, головною метою якого є безпека руху в умовах мобільності і умов дорожнього руху, що склалися, таких як: благоустрій узбіч, неоднорідність учасників дорожнього руху, частота доступу до дороги (включаючи перехрестя), інтенсивність і неоднорідність транспорту, екологічні проблеми та якість життя населення, що проживає уздовж дороги.

Управління швидкістю направлено на скорочення числа дорожньо-транспортних пригод через перевищення швидкості, зниження числа серйозних травм і смертельних випадків, які можуть виникнути в результаті таких ДТП. Для керування швидкістю необхідно використовувати комплекс заходів, які включають виконання законів, проєктування інфраструктури та освіти. Щоб отримати широку суспільну підтримку заходів з обмеження швидкості, що вживаються вони повинні бути адекватними і визнаватися суспільством.

При розгляді питання про те, як вплинути на проблеми швидкості, важливо розуміти, які фактори впливають на вибір водієм швидкості (рис. 1).

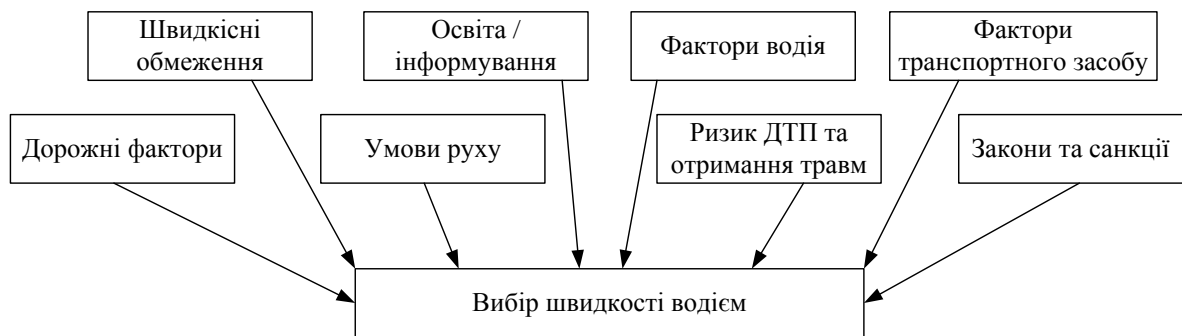


Рисунок 1. Фактори, що впливають на вибір швидкості

Вибір обмеження швидкості є основним індикатором безпечної швидкості на конкретній ділянці дороги. При встановленні відповідних обмежень по швидкості необхідно розглянути наступну інформацію, що відноситься до конкретної ділянки дороги:

- вимірювання середньої швидкості;
- вивчення транспортного потоку і його структури;
- аналіз даних про дорожньо-транспортні пригоди;
- інформацію про перевищення швидкості;
- розрахункову швидкість і критерії, які використовуються при будівництві або ремонті дороги;
- землекористування та доступ до приватних земельних ділянок, прилеглих до дороги;
- фізичні властивості дороги і узбіч;
- наявність уразливих учасників дорожнього руху.

Переваги контрольованої (зменшеної) швидкості для безпеки руху наступні:

- більший час для того, щоб своєчасно розпізнати небезпеку;
- зменшення відстані, яку проходить транспортний засіб, до того моменту як водій почав реагувати на небезпеку;
- скорочення гальмівного шляху транспортного засобу після початку гальмування;
- збільшення часу для інших учасників дорожнього руху оцінити швидкість транспортного засобу і час до зіткнення;
- збільшення часу для інших учасників дорожнього руху уникнути зіткнення;
- менша ймовірність того, що водій втратить керування транспортним засобом.

В таблицях 1 і 1 [2, 4] наведені дані впливу невеликих змін в середній швидкості на отримання переваг безпеки. Зокрема наведено прорахований ефект безпеки від зниження швидкості на 1 км/год і 2 км/год відповідно, з різних розрахункових рівнів в процентному співвідношенні від різних за тяжкістю ДТП. Таблиці показують, що зниження швидкості має більший ефект при більш важких аваріях.

Таблиця 1. Зміна показників безпеки руху при зниженні середньої швидкості транспорту на 1 км/год

Показники аварійності	Розрахункова швидкість, км/год					
	50	60	70	80	90	100
ДТП з постраждалими	4	3,3	2,8	2,5	2,2	2
ДТП з загиблими та постраждалими	5,9	4,9	4,2	3,7	3,3	3
ДТП з загиблими	7,8	6,5	5,6	4,9	4,4	3,9

Таблиця 2. Зміна показників безпеки руху при зниженні середньої швидкості транспорту на 2 км/год

Показники аварійності	Розрахункова швидкість, км/год					
	50	60	70	80	90	100
ДТП з постраждалими	7,8	6,6	5,6	4,9	4,4	4
ДТП з загиблими та постраждалими	11,5	9,7	8,3	7,3	6,5	5,9
ДТП з загиблими	15,1	12,7	10,9	9,6	8,6	7,8

У таблицях дуже чітко показана важливість навіть маленького зниження швидкості. Однак досягнення таких змін в середній швидкості часто вимагає великих зусиль.

В ході аналізу науково-технічної літератури і статистичних даних ДТП встановлено, що ризик дорожньо-транспортної пригоди та ймовірність отримання серйозної травми в результаті дорожньо-транспортних пригод зростають при більш високих швидкостях.

Одним з методів підвищення безпеки виділяють зниження швидкісних режимів, що знижує рівень дорожньо-транспортних пригод, серйозного травматизму і смертності. Однак, підходи до зниження швидкісних режимів також повинні враховувати вплив швидкості на час повідомлення, яке забезпечує комфорт, екологічність і економічність дорожнього руху (транспортного процесу).

З огляду на основні завдання дорожнього руху, мета ефективної дорожньої системи полягає в організації такої дорожньо-транспортної системи, яка б забезпечувала мінімальні втрати часу, а також допускала вчинення водієм помилок в процесі управління транспортним засобом, але завдяки комплексу інженерно-технічних заходів ці помилки не приводили до смертності і травматизму.

Література

1. Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners, second edition. Global Road Safety Partnership, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva; 2023. – 80 p.
2. OECD/ECMT Transport Research Centre: Speed Management report, Paris 2006 (available in English and French).
3. OECD/ECMT Transport Research Centre, Country reports on safety performance, results of a survey undertaken by the OECD/ECMT Working Group on Ambitious Road Safety Targets. (www.cemt.org/JTRC/index.htm).

4. Managing Speeds of Traffic on European Roads (MASTER) Final report
European Commission. Project of the 4th framework programme, 1998.