

Холодова О.О., Бугайова М.О.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна***ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЇЗДУ ДІЛЯНКИ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТА З
УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПРИПАРКОВАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

Перевантаженість проїзної частини через хаотичне паркування суттєво знижує пропускну спроможність доріг, спричиняючи затори, підвищуючи середній час затримки руху транспортних засобів та збільшуючи ризик дорожньо-транспортних пригод.

Наявність припаркованих автомобілів обмежує маневреність транспортного потоку, зменшує ефективність використання дорожнього простору та створює додаткові труднощі для громадського транспорту. Для оцінки впливу паркування на пропускну спроможність використано методику, згідно з якою встановлено, що припарковані транспортні засоби можуть знижувати пропускну спроможність ділянки дороги в 2–14 разів в залежності від кута паркування.

Проведено моделювання семи варіантів організації дорожнього руху з різними схемами паркування, що дозволило встановити кількісні залежності між розташуванням транспортних засобів та середнім часом затримки руху. Визначено, що запропонований варіант паркування під кутом 0° скорочує затримку руху одного транспортного засобу у 3,6 рази, тоді як повна заборона паркування дозволяє зменшити час затримки у 5,6 рази. Усі інші варіанти розташування транспортних засобів вздовж ділянки є недоцільними через значне зниження пропускну спроможності.

Запропоновано рекомендації щодо оптимізації паркувальної політики, зокрема впровадження інтелектуальних систем управління паркуванням, зонування паркувального простору та облаштування виділених смуг для громадського транспорту. Отримані результати можуть бути використані для покращення транспортної ситуації у містах шляхом вдосконалення організації руху та паркування.

Ключові слова: вулично-дорожня мережа, паркування, зупиночний пункт, транспортний засіб, пропускну спроможність, затримка руху, ефективність, організація дорожнього руху, моделювання.

ВСТУП

Перевантаженість проїзної частини значно знижує її пропускну спроможність (ПС). Коли кількість транспортних засобів (ТЗ) на дорозі перевищує допустимий рівень, середня швидкість руху падає, зростає кількість зупинок і гальмувань, що зрештою призводить до утворення заторів. Дорога втрачає здатність ефективно обслуговувати потік транспорту, а ризик дорожньо-транспортних пригод (ДТП) збільшується, що ще більше ускладнює ситуацію.

Окрему проблему створюють припарковані автомобілі. Вони звужують проїзну частину, утворюючи своєрідні «пляшкові горлечка», що ускладнюють маневрування інших учасників руху. Водії змушені здійснювати додаткові перестроювання, витратити час на об'їзд, що не лише знижує швидкість потоку, а й підвищує ймовірність конфліктних ситуацій.

Крім хаотичного паркування, на ПС впливають зупинки громадського транспорту, пішохідні переходи, перехрестя та інші об'єкти інфраструктури. Проте саме припарковані ТЗ часто стають основним чинником заторів у містах.

Затримки, що виникають через затори, світлофори чи дорожні роботи, збільшують час, необхідний для подолання певної ділянки дороги. Чим більше таких затримок, тим менше автомобілів може проїхати цією дорогою за одиницю часу. Таким чином, хаотичне паркування не лише обмежує рух, а й суттєво знижує ефективність використання міських транспортних артерій. Саме тому дослідження впливу паркування на організацію дорожнього руху (ОДР) є надзвичайно актуальним для транспортного планування.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Ефективність дорожнього руху відображає якість роботи транспортної системи на певній ділянці чи в межах міста. Вона визначається такими показниками, як час подолання маршруту, середня швидкість, щільність трафіку, інтенсивність руху, частота зупинок, час затримки, витрати пального та безпека. Аналіз цих параметрів дозволяє виявляти проблемні зони та знаходити шляхи покращення руху. Одним із ключових показників є ПС, яка показує, наскільки ефективно дорога може обслуговувати потік транспорту, особливо у години пік. Вона залежить від максимальної інтенсивності руху, щільності потоку, середньої швидкості, часу затримки, рівня сервісу та коефіцієнта використання смуги руху. Врахування цих факторів є основою для ефективного планування й проектування доріг.

Кожен з цих показників дає можливість оцінити, наскільки ефективно використовується дорога і які можуть бути причини зниження її ПС. Як вже зазначалось, на ПС проїзної частини впливає низка факторів: ширина проїзної частини [2]; кількість смуг руху [3]; стан дорожнього покриття; світлофорне регулювання [4]; інтенсивність і структура трафіку (велика кількість ТЗ, особливо вантажівок або автобусів, може зменшити швидкість потоку і, відповідно, ПС); зупинки громадського транспорту [5]; наявність припаркованих автомобілів [6]; погодні умови; інфраструктурні обмеження (мости, тунелі, перехрестя та інші елементи дорожньої інфраструктури можуть обмежувати кількість транспорту, що проходить через них) тощо [7]. Ці фактори разом визначають, наскільки ефективно і швидко ТП може пересуватися по дорозі.

Зупинки громадського транспорту можуть значно впливати на ПС проїзної частини. Під час зупинки автобусів чи тролейбусів на проїзній частині інші ТЗ змушені знижувати швидкість або зупинятися, що створює затримки та зменшує загальну швидкість руху. Це особливо помітно на вузьких дорогах або в умовах інтенсивного трафіку. Крім того, часті зупинки призводять до збільшення числа гальмувань і прискорень, що також негативно позначається на ПС дороги [8]. Пішохідні переходи суттєво впливають на ПС дороги, оскільки змушують ТЗ уповільнювати рух або зупинятися, що збільшує час затримки та знижує середню швидкість потоку. Неконтрольовані або погано організовані переходи особливо порушують ритм руху, зменшуючи ефективність використання дороги. Щоб уникнути заторів і перерозподілу ТП на альтернативні маршрути, важливо правильно планувати переходи. Світлофори та інші засоби регулювання мають бути налаштовані так, щоб мінімізувати зупинки та підтримувати безперервність руху. Крім того, на швидкісних дорогах переходи можуть підвищувати ризик ДТП, що також впливає на ПС через затримки, пов'язані з ліквідацією наслідків аварій. Тому грамотна організація пішохідного руху є ключовою для збереження ефективності транспортної мережі. Засоби заспокоєння руху ("traffic calming measures") спрямовані на зниження швидкості та підвищення безпеки, особливо в житлових районах і біля шкіл. Вони впливають на ПС, сповільнюючи ТП, збільшуючи затримки та перерозподіляючи рух. Водночас, покращення умов для пішоходів і велосипедистів, зміна поведінки водіїв і загальне підвищення безпеки можуть у довгостроковій перспективі позитивно позначитися на ефективності дорожньої мережі [9]. Дорожні знаки також суттєво регулюють ГС. Обмеження швидкості зменшує аварійність, а пріоритетні й заборонні знаки впорядковують рух, знижуючи кількість конфліктних точок. Світлофорні регулюють потік, скорочуючи затримки, а направляючі та знаки розподілу смуг сприяють рівномірному використанню проїзної частини. Окрему роль відіграють перехрестя та примикання, оскільки саме тут ТП зливаються і розходяться, створюючи зони сповільнення та зупинок. Тому при аналізі факторів, що впливають на ПС, необхідно враховувати також ефективність роботи цих вузлових точок дорожньої мережі [10].

Всі перелічені фактори впливають на ПС в тому чи іншому ступені. Наявність пішохідних переходів, зупинок громадського транспорту, дорожніх знаків, перехресть тощо є звичайною необхідністю для безпечного та ефективного дорожнього руху усіма його учасниками. Єдине, на що ми точно можемо вплинути, так на якісну організацію паркування. Тому наступним кроком і основою даного дослідження буде вивчення питання вуличного паркування ТЗ.

Попри війну, рівень автомобілізації в Україні зростає, загострюючи проблему паркування, особливо вуличного. Неправильно припарковані ТЗ паралізують рух, перешкоджають екстреним службам і затримують громадський транспорт. Ситуація хаотична, а виділення територій під паркування стає вкрай актуальним. На відміну від міст Західної Європи та Північної Америки, що відмовилися від вуличного паркування на користь багаторівневих стоянок, в Україні такого балансу поки не досягнуто. Дефіцит паркувальних місць у великих містах і слабкий контроль змушують водіїв залишати власні ТЗ вздовж доріг, зменшуючи їхню ефективну ширину. Це спричиняє затори, зниження швидкості руху, зростання ДТП та додаткові екологічні й економічні проблеми. Найгостріше питання стоїть у центрах міст через вузькі вулиці та високі ТП, хоча й периферійні райони не позбавлені труднощів. Вирішити проблему можливо лише за рахунок грамотного використання міського простору, створення позавуличних паркінгів та оптимізації внутрішніх вуличних стоянок. У цьому дослідженні аналізуються закономірності змінення ПС проїзної частини залежно від способу паркування.

Проблеми вуличного паркування в Україні спричинені недотриманням ПДР та нестачею місць. Оновлені правила забороняють облаштування стоянок на тротуарах і вузьких вулицях, зобов'язуючи враховувати інтенсивність руху [11]. Водночас міста не можуть забезпечити достатньо паркомісць без шкоди для ПС доріг. Обмеження в'їзду, зонування, підвищення штрафів і розвиток паркінгів

можуть зменшити проблему паркування, але водночас завдати економічних збитків бізнесу та учасникам руху. Головним завданням є стимулювання використання громадського транспорту в центрі міста, що потребує його докорінного реформування. В Україні система паркування розвивається хаотично: переважають відкриті стоянки, а нестача місць загострює ситуацію. Будівництво багаторівневих і підземних паркінгів – складне, дороге, але неминуче рішення для майбутнього [12].

Отже, на цьому етапі залишається розмішувати ТЗ на ВДМ міста. В Україні вуличне паркування залишається поширеним з кількох причин. По-перше, обмежений простір для будівництва паркінгів у багатьох містах, особливо в історичних центрах, ускладнює створення нових паркувальних майданчиків через щільну забудову та відсутність вільних територій. По-друге, висока вартість будівництва багаторівневих або підземних стоянок робить їх нерентабельними без підтримки з боку держави чи міста. Додатково ситуацію ускладнює невідповідність урбаністики: у багатьох містах України відсутня чітка стратегія управління міським простором, що спричиняє хаотичне розміщення паркувальних місць без належного планування. Також значним чинником є відсутність альтернатив, адже недостатньо розвинена інфраструктура громадського транспорту, особливо у малих містах та передмістях, змушує людей користуватися власними автомобілями, підтримуючи високий попит на паркувальні місця. Вагому роль відіграють і звички водіїв, які часто віддають перевагу паркуванню "під дверима" свого будинку, офісу чи магазину, вважаючи його найбільш зручним і доступним варіантом. Окрім цього, у багатьох містах відсутній ефективний контроль за дотриманням правил паркування, що дозволяє водіям залишати автомобілі на вулицях без особливих обмежень, посилюючи проблему впорядкування паркувального простору. Через ці фактори вуличне паркування залишається необхідністю, хоча воно і спричиняє проблеми з ПС доріг та безпекою руху. Тобто розміщення ТЗ на ВДМ міста повинно бути раціональним, ефективним і, безумовно, безпечним.

Проблемі вуличного паркування присвячено безліч наукових досліджень як в Україні, так і за кордоном, що підкреслює її значущість у сфері транспортного планування. Однак вплив припаркованих ТЗ на ефективність проїзду окремих ділянок ВДМ залишається актуальним питанням, оскільки паркування не лише зменшує ПС доріг, але й впливає на швидкість, маневреність і безпеку руху. Саме тому дослідження, присвячене оцінці ефективності проїзду з урахуванням цього фактору, має практичну цінність і може сприяти розробці оптимальних рішень для підвищення якості транспортного обслуговування міста.

Статті [13]–[20] присвячені оцінці впливу облаштування паркувальних місць на проїжджій частині на ПС ВДМ у різних міських умовах. У статтях [13] та [14] досліджено вплив паркування у крайній правій смузі м. Дніпро та м. Дебре-Маркус (Ефіопія) за допомогою натурних обстежень та імітаційного моделювання. Виявлено значне зменшення місткості доріг (до 49,9%) та збільшення часу поїздки через легальне та нелегальне паркування. Обидві роботи є цінними для аналізу змін ефективності руху внаслідок паркування, проте не враховують вплив різних схем паркування та їхній вплив на затримки ТЗ. Стаття [15] аналізує позитивні та негативні наслідки паркування, підкреслюючи необхідність його регулювання. Рекомендовано обмежувати паркування на магістральних дорогах, але дозволяти його на другорядних вулицях, переважно у форматі паралельного паркування. У статті [16] досліджено вплив паркування поблизу сигналізованих перехресть у країнах із неоднорідним дорожнім рухом, таких як Індія. Встановлено, що якщо відстань першого припаркованого автомобіля від стоп-лінії перевищує 65 м, його вплив на насичений потік (SF) зникає, що узгоджується з рекомендаціями Indo-HCM. Стаття [17] аналізує вплив регулювання паркування у змішаному трафіку із підключеними та автономними ТЗ (CAVs) на прикладі м. Лестер (Великобританія). Виявлено, що заміна паркувальних місць на смуги руху, велодоріжки або громадські простори може суттєво зменшити затримки (до 47%), викиди (понад 90%) та ДТП (94%). Однак організація станцій висадки/посадки пасажирів може збільшувати затримки. У статті [18] розглянуто просторовий розподіл тривалості вуличного паркування (OPD) у м. Сіань (Китай) за допомогою методу багатомасштабної географічно зваженої регресії (MGWR). Встановлено, що OPD залежить від кількості паркувальних подій, наявності офісних будівель, розташування стоянки та відстані до зупинок громадського транспорту. Знижений рівень плати за паркування сприяє збільшенню OPD у будні дні. Стаття [19] аналізує вплив тривалості вуличного паркування на середню швидкість руху та затримки ТП у центральній частині м. Львів. Встановлено, що найменші затримки спостерігаються при тривалості паркування 900–1800 с, а найнижча швидкість (14,75 км/год) фіксується при 300-секундному паркуванні через часті сповільнення. У

статті [20] розглядається вплив вуличного паркування на ПС дороги у комерційній зоні м. Джембер (Індонезія). Виявлено, що неправильне використання паркувальних місць негативно впливає на ПС дороги. Аналіз показує сильний взаємозв'язок між використанням паркувальних місць і продуктивністю дороги (коефіцієнт кореляції 0,8–1,0).

Ще ряд робіт присвячено впливу придорожного паркування на параметри дорожнього руху в різних містах світу. Стаття [21] аналізує проблему дорожнього руху в індійських містах, зокрема в м. Сілчарі, через зростаючу кількість транспорту та обмежену інфраструктуру. Основна увага приділяється змішаному трафіку, нестачі дорожнього простору та впливу стихійного паркування на ПС доріг. Дослідження є важливим для розуміння критичних факторів, що впливають на ТП, однак воно лише описує проблему без детального аналізу можливих рішень чи стратегій її подолання. Автори статті [22] досліджують вплив придорожного паркування на дорожній рух, зокрема, як воно зменшує ефективну ширину смуг, знижує ПС та викликає затримки через в'їзди/виїзди ТЗ. Використовуючи мікросимуляційне моделювання PTV VISSIM, автори аналізують рух на дорозі A3-Colombo Negombo (Шрі-Ланка) та виявляють, що при 250 маневрах паркування на годину ПС знижується приблизно на 17%. Перевагою дослідження є використання сучасних методів моделювання для точного аналізу ТП, проте воно зосереджується лише на конкретній дорозі без розгляду ширшого контексту міського планування або стратегій мінімізації негативного впливу. У статті [23] аналізується проблема придорожного паркування в місті Аль-Неджеф (Ірак), зосереджуючись на двох перевантажених районах — Аль-Раван і Аль-Іскан. Використовуючи дані з дронів, відеокамер та ручних підрахунків, дослідження виявило, що пік завантаженості паркування припадає на вечірній час після 16:00. Більшість автомобілів (понад 80%) займають місця щонайменше на 30 хвилин, що сприяє затримкам і заторам. Виявлено поширену проблему незаконного паркування як у будні, так і у вихідні дні. Основна рекомендація — регулювання придорожного паркування та впровадження позавуличних стоянок. Перевагою дослідження є використання різних методів збору даних для об'єктивної оцінки проблеми, тоді як недоліком може бути відсутність детального аналізу можливих методів контролю та реалізації запропонованих заходів. У статті [24] аналізується вплив придорожного паркування на ПС та затори в містах, зокрема на прикладі м. Сідней (Австралія). Дослідження виявляє, що короткотривалі паркувальні зони більше зменшують ПС суміжних смуг, оскільки часті маневри в'їзду/виїзду спричиняють додаткові затримки та черги. Використовуючи польові дослідження та статистичний аналіз, автори формують коригувальні коефіцієнти, які можуть бути застосовані в транспортному плануванні для точнішого розрахунку ПС доріг із придорожнім паркуванням. Основна мета дослідження — покращити методи оцінки впливу транспортної інфраструктури та запропонувати ефективні стратегії зменшення заторів у містах. У статті [25] досліджується вплив придорожного паркування на ТП в центральному бізнес-районі м. Багдада (Ірак). Автори вказують, що хаотичне паркування призводить до зменшення ефективної ширини смуг, створює затори, конфлікти між припаркованими та рухомими автомобілями, а також провокує «круїзинг» у пошуках місця для стоянки. Дослідження базується на польових спостереженнях та моделюванні в PTV VISSIM. Видалення придорожного паркування показало значне покращення дорожнього руху: збільшення транспортного потоку на 46,6%, скорочення часу подорожі на 38%, зменшення затримок транспорту на 69%, а також суттєве скорочення довжини черг та кількості зупинок. Отримані результати підкреслюють важливість регулювання придорожного паркування для покращення міської мобільності та зменшення заторів.

Таким чином, усі розглянуті роботи роблять значний внесок у розуміння впливу придорожного паркування на ТП та ПС ВДМ. Водночас спільним обмеженням є те, що більшість досліджень зосереджується на конкретних міських ділянках або дорогах без комплексного аналізу міської мобільності загалом. Крім того, відсутність детального розгляду різних схем паркування та їхнього впливу на затримки ТЗ підкреслює необхідність подальших досліджень для розробки ефективних стратегій управління паркуванням у міських умовах.

При цьому не всі дослідження обмежуються проблемами паркування. Деякі роботи наголошують на важливості зміни транспортних пріоритетів, зокрема розвитку громадського транспорту, велоінфраструктури та пішохідних зон як способу оптимізації міського простору. Такий підхід дозволяє не лише зменшити потребу в паркувальних місцях, а й покращити загальну якість міського середовища [26].

Отже, проблема впливу припаркованих автомобілів на ТП є актуальною для багатьох міст світу. Дослідження з цього питання охоплюють різні країни та континенти, що підтверджує його глобальну значущість. У країнах, що розвиваються, таких як Індія, Ірак та інші держави Азії та

Близького Сходу, питання організації придорожного паркування є одним із головних факторів міських заторів. Дослідження, проведені у цих регіонах, демонструють, що неконтрольоване паркування суттєво зменшує ефективну ширину проїжджої частини, знижує ПС і створює додаткові затримки. Водночас у розвинених країнах, таких як США та більшість країн Європи, ця проблема вже значною мірою вирішена. Широке впровадження підземних і багатоповерхових паркінгів, а також регульованих парковок за допомогою цифрових технологій значно знизило негативний вплив придорожного паркування. Крім того, сучасні концепції міського планування передбачають створення громадських просторів, велодоріжок та альтернативних транспортних рішень, що значно зменшують потребу в паркуванні вздовж вулиць. Зважаючи на широку географію даної проблеми, досвід різних країн може бути корисним для аналізу ситуації в Україні. В умовах периферійних районів м. Харків вплив припаркованих автомобілів на ТП залишається актуальним, що вимагає детального дослідження та пошуку ефективних рішень, зважаючи як на міжнародний досвід, так і на локальні особливості дорожньої мережі міста.

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є підвищення ефективності проїзду ділянки ВДМ міста шляхом впорядкування паркування ТЗ на проїзній частині, зокрема через аналіз впливу різних факторів на транспортні затримки та їх кількісне оцінювання, що сприятиме розробці ефективних рішень для оптимізації міського руху. Результати дослідження повинні доповнити світову практику та дозволити адаптувати сучасні підходи до українських реалій. Отримані результати можуть бути корисними як для міського планування на локальному рівні, так і для загальних транспортних досліджень у країнах із подібними умовами, сприяючи розробці ефективних рішень для оптимізації руху та зменшення затримок.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для дослідження різних факторів на ефективність проїзду ділянки проїзної частини нами обрана ділянка ВДМ Індустріального району м. Харків. Ділянка, розташована вздовж просп. Олександрівського від вул. 12 Квітня до просп. Індустріального, має загальну довжину 555 м і ширину 18 м, з трьома смугами руху по 3 м в кожному напрямку (див. рис. 1).

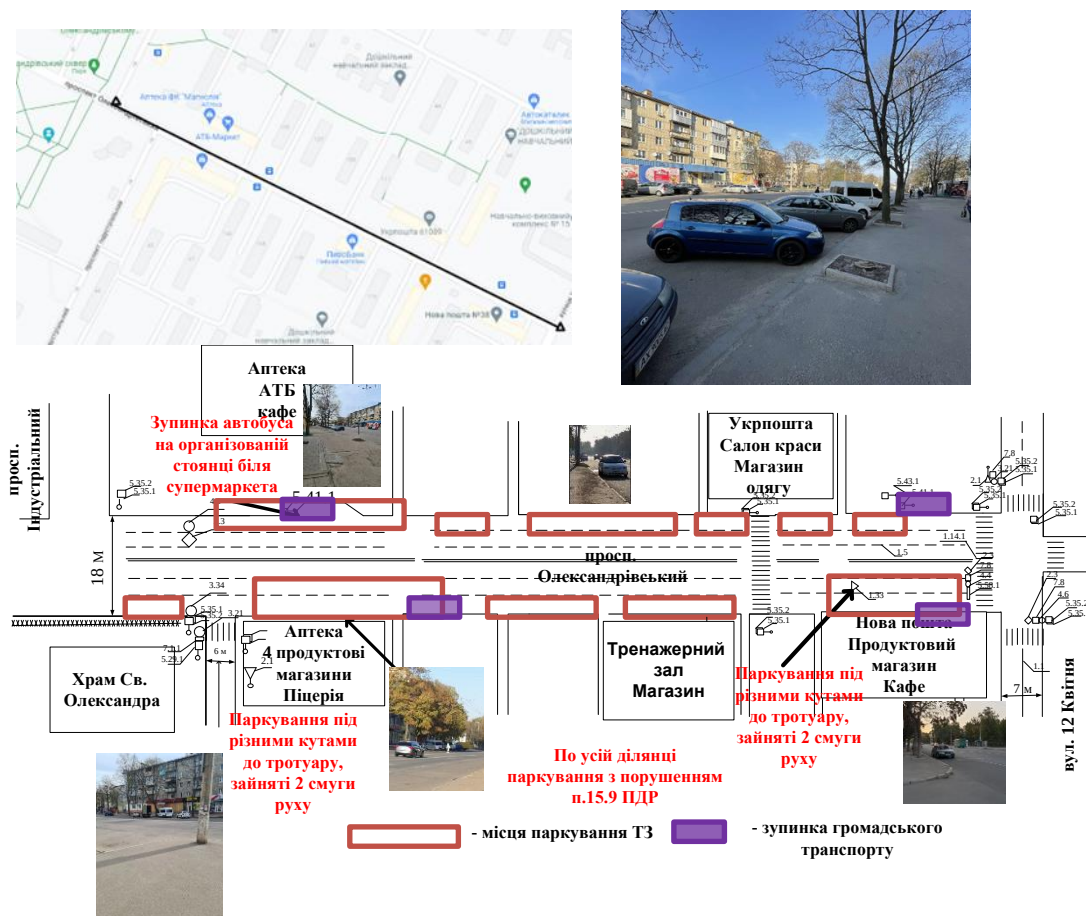


Рисунок 1 - Існуюча схема ділянки з характеристикою дорожніх умов

Досліджувана територія характеризується низкою проблем, пов'язаних із ОДР, що зумовлюють виникнення конфліктних ситуацій між учасниками руху. Однією з ключових проблем є відсутність пішохідного переходу поблизу супермаркету АТБ, що спричиняє хаотичне перетинання проїжджої частини пішоходами у невизначених для цього місцях. Це створює підвищену небезпеку як для пішоходів, так і для водіїв, які змушені екстрено реагувати на раптову появу людей на дорозі. Ще одним проблемним аспектом є невідале розташування знака 5.45.1 «Пункт зупинки автобуса», який знаходиться безпосередньо на парковці супермаркету, що ускладнює рух громадського транспорту та створює додаткові перешкоди для пасажирів під час посадки та висадки. Окрім цього, хаотичне паркування ТЗ уздовж проїжджої частини, зокрема з порушенням вимог ПДР, суттєво знижує ПС дороги, обмежує оглядовість та підвищує ймовірність виникнення аварійних ситуацій. Додатковим чинником є щільна житлова забудова, яка генерує значні пішохідні потоки через проїжджу частину, що ще більше ускладнює дорожню ситуацію. Аналіз офіційних даних Патрульної поліції свідчить, що ця ділянка не належить до найнебезпечніших з точки зору кількості зареєстрованих ДТП. Проте на практиці тут регулярно виникають потенційно небезпечні ситуації, основними причинами яких є: перехід пішоходами дороги у невизначених місцях, що підвищує ризик зіткнень; раптова поява пішоходів на нерегульованих переходах, що ускладнює вчасну реакцію водіїв; порушення водіями правил проїзду пішохідних переходів, зокрема ненадання пріоритету пішоходам; ігнорування вимог дорожніх знаків та порушення швидкісного режиму, що суттєво збільшує ймовірність ДТП. Окремо слід зазначити вплив порушень правил паркування на безпеку руху. Зокрема, паркування під кутом 60–75° призводить до значного обмеження видимості, особливо якщо серед припаркованих ТЗ є мікроавтобуси або великогабаритні автомобілі. Це створює додаткові перешкоди для водіїв, які здійснюють маневрування, а також для пішоходів, що переходять дорогу.

Таким чином, більшість проблем на цій ділянці пов'язані із систематичними порушеннями ПДР з боку як водіїв, так і пішоходів, а також із недоліками дорожньої інфраструктури. Відсутність належних умов для безпечного руху, недостатня видимість та хаотичне паркування є ключовими факторами, що зумовлюють високий рівень конфліктності ТП. Припарковані на крайній смузі ТЗ обмежують видимість і змушують водіїв маневрувати, підвищуючи ризик ДТП. Зі зростанням інтенсивності руху та рівня автомобілізації дефіцит паркомісць змушує водіїв порушувати норми, що спричиняє додаткові конфліктні ситуації. Усунення виявлених проблем потребує комплексного підходу, включно із розробкою заходів щодо впорядкування паркування, оптимізації розташування зупинок громадського транспорту та вдосконалення пішохідної інфраструктури.

У роботі [12] в запропонованій методиці визначені параметри, що впливають на максимальну кількість автомобілів, які можуть бути припарковані на проїзній частині. Проте, нами запропоновано додати ще кілька факторів, таких як зупинки громадського транспорту та пішохідні переходи. Таким чином, максимальна кількість автомобілів у випадку, коли паркування дозволено з обох сторін дороги, розраховується за такою формулою

$$N_{2\text{боки}}^{\max} = \left(2L_{\text{діл}} - \sum_{i=1}^m B - (20 + b_{\text{пр}}) \cdot n - 40 - \sum_{j=1}^k (60 + l_{\text{знк}}) - (20 + b_{\text{пш}}) \cdot f \right) / l_{\text{т}}, \quad (1)$$

де $L_{\text{діл}}$ - довжина i -тої ділянки, м; B - половини ширин проїзних частин доріг, які перетинають обрану ділянку з обох боків, м; m - кількість проїзних частин дороги, які перетинають досліджувану ділянку (вочевидь, це одна чи дві), од.; n - кількість виїздів та вїздів, що приєднуються до проїзної частини, од.; ширина кожного приєднання, метри; $b_{\text{пр}}$ - ширина кожного приєднання, м; 20 - постійна величина, яка враховує заборону паркування на відстані 10 м від вїздів, примикань та пішохідних переходів, м; f - кількість пішохідних переходів, од.; $b_{\text{пш}}$ - ширина пішохідного переходу, м; 40 - постійна величина, що враховує заборону паркування на відстані 10 м від перехресть, м; k - кількість зупинок громадського транспорту, од.; $l_{\text{знк}}$ - ширина кожної окремої зупинки, м; 60 - постійна величина, яка враховує заборону паркування на відстані 30 м від зупинок громадського транспорту, м; $l_{\text{т}}$ - довжина тротуару, необхідна для паркування одного автомобіля, метри (визначається в залежності від обраного способу паркування). До речі, за методикою в [12] розрахована довжина фронту тротуару на основі умовно обраного легкового автомобіля класу D, який найбільш розповсюджений в ТП на ВДМ міста (див. рис. 2).

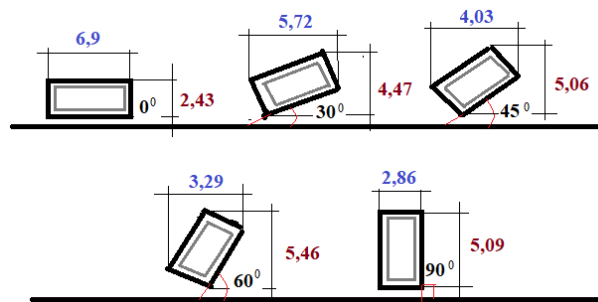


Рисунок 2 - Схеми паркування ТЗ під різними кутами до тротуару

Як уже згадувалося, для збільшення місткості вуличних парковок ТЗ розміщують не лише вздовж тротуару, але й під різними кутами до бордюру (частково або повністю на тротуарі). Найбільшу кількість ТЗ можна розмістити при поперечному паркуванні, проте для цього потрібна широка проїзна частина. Водночас, маневр виїзду автомобіля при поперечному розташуванні створює перешкоди для руху іншого транспорту. Найбільш раціональним варіантом є паркування ТЗ під кутом до тротуару відповідно до напрямку руху. Такий спосіб дозволяє автомобілям, які виїжджають зі стоянки, плавно вливатися в загальний потік транспорту без створення значних перешкод. Заїзд на парковку може бути здійснений як переднім, так і заднім ходом. Крім того, паркування під кутом до тротуару не тільки збільшує кількість місць для стоянки, але й значно скорочує час на маневрування — від 10 до 12 с, у порівнянні з паралельним паркуванням, при якому час на маневрування може збільшуватися до 30 с.

Аналіз літературних джерел виявив низку переваг паркування безпосередньо на проїжджій частині. Серед основних плюсів можна виділити можливість водію зупинити автомобіль близько до точки призначення, що значно полегшує доступ до важливих об'єктів. Це також дозволяє економити час на поїздки, оскільки не потрібно шукати місце для паркування далеко від цільового пункту. Крім того, зникає потреба в додаткових маневрах для заїзду на спеціальні паркувальні майданчики поза вулицею, а для маневрування використовується проїжджа частина, що забезпечує більш ефективне використання міського простору.

Однак ці переваги затьмарюються значними недоліками. Паркування на проїжджій частині створює аварійні ситуації на дорозі, оскільки знижується загальна безпека руху та швидкість ТП. Це також призводить до зниження ПС ВДМ та зменшення інтенсивності руху. Окрім цього, виникають перешкоди для роботи міського пасажирського транспорту, оскільки зменшується ширина проїжджої частини. Усі ці недоліки чітко проявляються на досліджуваній нами ділянці дороги, де проблема паркування значно впливає на ОДР та загальну безпеку.

Для полегшення розрахунків за формулою (1) нами зображена схема (див. рис. 3), на якій зображені відрізки ділянки, де дозволяється паркування згідно ПДР.

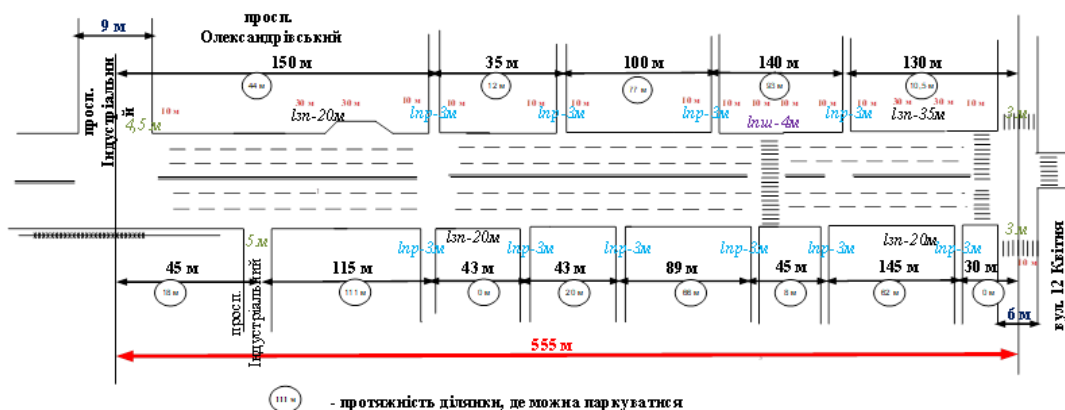


Рисунок 3 – Розрахунок довжини перегону, де паркування дозволено

В таблиці 1 наведена максимальна кількість ТЗ, які можуть бути розташовані при можливих кутах паркування. Варто зазначити, що ширина паркувальної смуги визначена шляхом віднімання корисної ширини проїзної частини від її фактичної ширини. Вважається, що для проїзду ТЗ достатньо

однієї смуги шириною 3 м для вулиць загальноміського та районного значення, відповідно до ДБН В.2.3-5: 2018 "Вулиці та дороги населених пунктів". На рисунку 4 продемонстровано, скільки ТЗ і яким способом можуть бути припарковані на всій протяжності досліджуваної ділянки.

Таблиця 1 - Результати розрахунку максимальної кількості ТЗ, яка може бути припаркована

Напрямок руху	Ширина проїзної частини, м	Ширина смуги паркування, м	Довжина перегону, м	Довжина перегону, дозволена для паркування, м	Максимальна кількість автомобілів, що може бути припарковано під кутом, од				
					0°	30°	45°	60°	90°
в бік просп. Індустріальний	9	6	555	236,5	34	41	58	71	82
в бік вул. 12 Квітня	9	6	555	285	41	49	70	86	99
Разом					75	90	128	157	181

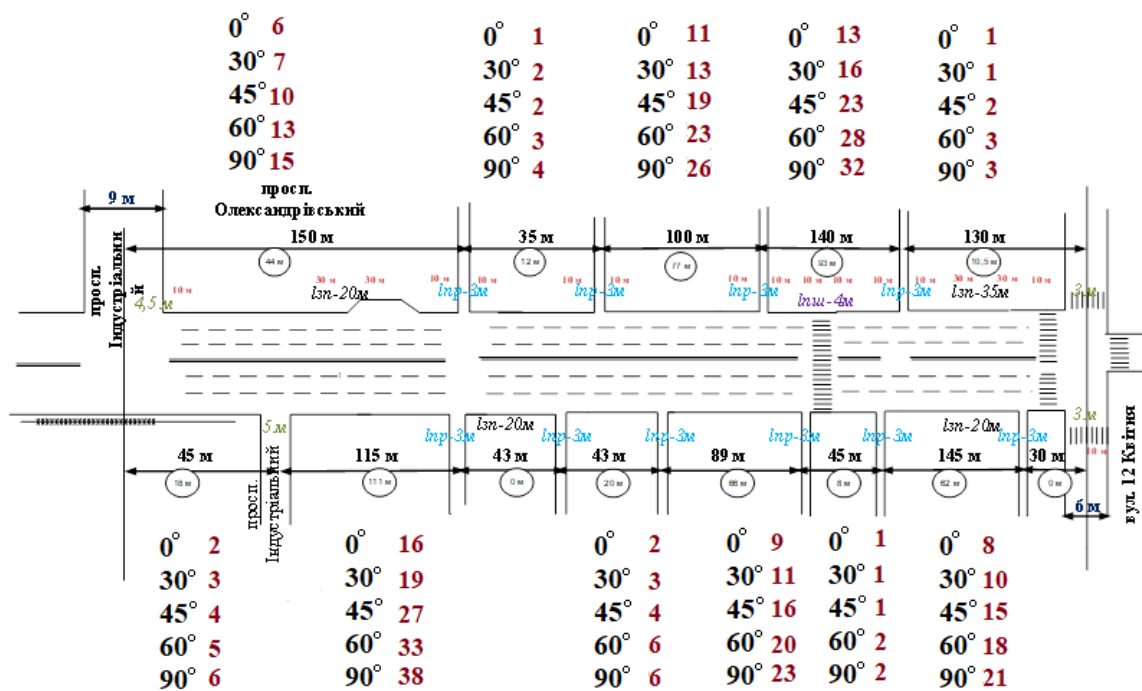


Рисунок 4 – Кількість ТЗ, які можна розмістити в залежності від кута паркування

Для оцінки впливу паркування на ПС нами була використана методика в [27], за якою встановлено, що паркування ТЗ може знижувати ПС ділянки дороги в 2-14 разів (див. табл. 2).

Таблиця 2 – Результати розрахунку ПС в залежності від кута паркування

Спосіб паркування	"паркування заборонено"	0°	30°	45°	60°	90°
ПС	5693	2846	1366	702	531	398

Найефективнішим способом паркування є паралельне розташування ТЗ уздовж тротуару, оскільки воно мінімізує займаний простір і забезпечує безпеку руху. Паркування під кутом, хоча й підвищує місткість, має значні недоліки: обмежену оглядовість при виїзді, зайву витрату дорожнього простору та негативний вплив на пішоходів. Оптимізація паркувальних схем потребує врахування параметрів ВДМ, інтенсивності руху та функціонального зонування міста. Система паркування формується під впливом рівня автомобілізації, транспортної доступності, містобудівних факторів та екологічно-економічних умов. Грамотне планування дозволяє збалансувати потреби транспорту й міського середовища, підвищуючи ефективність використання вуличного простору.

Експериментальні дослідження показників функціонування ділянки дороги проведені за допомогою програмного забезпечення PTV VISSIM. Для порівняння промодельовані сім варіантів ОДР на цій ділянці (див. рис. 5): варіант 1 — існуюча ситуація з хаотичним паркуванням ТЗ з обох боків із порушенням правил паркування (в бік вул. 12 Квітня залишається 1 смуга для руху, в бік просп. Індустріальний – 2); варіант 2 — запропоновано паркування паралельно до тротуару з дотриманням ПДР (для руху ТЗ залишаються 2 смуги руху в обох напрямках ділянки); варіант 3 — запропоновано паркування під кутом 300 до тротуару з дотриманням ПДР (для руху ТЗ залишається 1 смуга руху в кожному напрямку шириною 4,53 м); варіант 4 — запропоновано паркування під кутом 450 до тротуару з дотриманням ПДР (для руху ТЗ залишається 1 смуга руху в кожному напрямку шириною 3,94 м); варіант 5 — запропоновано паркування під кутом 600 до тротуару з дотриманням ПДР (для руху ТЗ залишається 1 смуга руху в кожному напрямку шириною 3,54 м); варіант 6 — запропоновано паркування під кутом 900 до тротуару з дотриманням ПДР (для руху ТЗ залишається 1 смуга руху в кожному напрямку шириною 3,91 м); варіант 7 - повна заборона паркування на ділянці. Моделі враховують рух пішоходів через наземні пішохідні переходи (ТЗ пропускають пішохідні потоки) та рух громадського транспорту по маршрутах (їх виїзд та заїзд із зупинок).



Рисунок 5 – Моделювання дорожнього руху на ділянці при різних сценаріях дорожніх умов

Перед тим як розпочати моделювання нами розглянуто ще варіанти моделей (див. рис. 6) з метою визначення впливу кількості зупинок громадського транспорту на середню затримку руху

одного ТЗ на досліджуваній ділянці. При цьому ділянка має по три смуги руху в кожному напрямку, перешкоди з боку інших факторів (паркування, пішохідні переходи тощо) відсутні.

Так само нами був визначений вплив кількості ТЗ, які працюють на маршруті, на середній час затримки ТЗ на ділянці (див. рис. 7). Кількість маршрутних ТЗ (автобусів, тролейбусів) має значний вплив на затримки руху основного ТП. Це відбувається через частіші зупинки, оскільки зі збільшенням

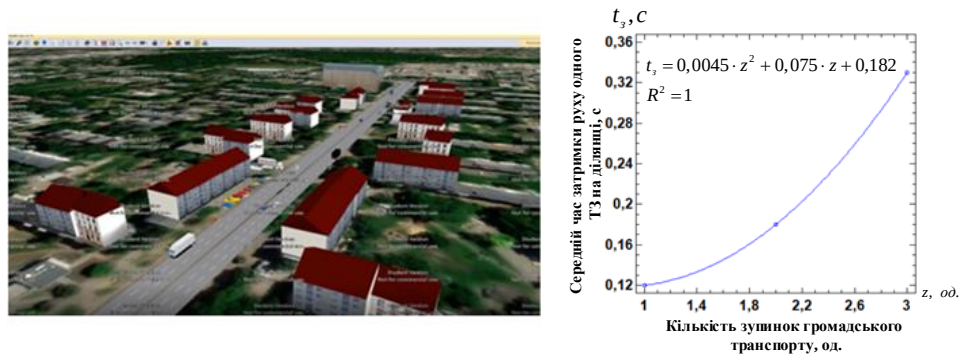


Рисунок 6 - Залежність часу затримки руху ТЗ на ділянці від кількості зупиночних пунктів

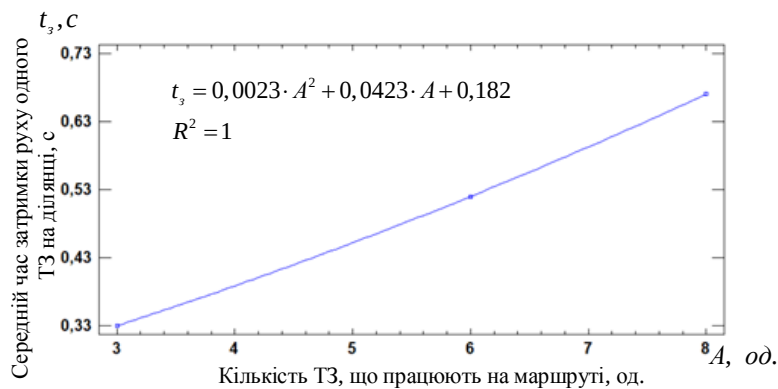


Рисунок 7 – Залежність часу затримки руху ТЗ по ділянці від наявної кількості ТЗ на маршруті

кількості маршрутних ТЗ на ділянці дороги частішає кількість зупинок. Громадський транспорт зупиняється для посадки і висадки пасажирів, що змушує інші автомобілі знижувати швидкість або чекати, особливо на дорогах без окремих смуг для громадського транспорту. Під час війни в Україні ситуація з громадським транспортом на обраній ділянці суттєво змінилася (скоротилася кількість маршрутів), і це обов'язково потрібно враховувати при аналізі ТП та затримок.

Після проведення моделювання з різними схемами паркування проведено аналіз критеріїв функціонування, а саме середнього часу затримки руху одного ТЗ (див. табл. 3).

Таблиця 3 – Результати моделювання

Варіант ОДР	Середній час затримки руху ТЗ, с
1	5,96
2	1,65
3	5,72
4	5,72
5	5,87
6	5,72
7	1,05

Як можна бачити з розрахунку, запропонований варіант паркування під кутом 0° , скорочує затримку руху одного ТЗ в 3,6 рази. Повна заборона паркування скорочує час затримки в 5,6 рази. Усі інші варіанти розташування ТЗ вздовж ділянки є недоцільними.

Нами також побудована залежність ПС ділянки від середнього часу затримки одного ТЗ (див. рис. 8) та середнього часу затримки одного ТЗ від корисної ширини проїзної частини (див. рис. 9).

Після визначення кількості автомобілів, які не можуть паркуватися на проїзній частині, необхідно здійснити детальне планування реалізації проекту стоянки. Насамперед слід провести аналіз можливих джерел фінансування та залучення інвесторів або міського бюджету. Далі потрібно розробити проектну документацію, отримати необхідні дозволи та погодження, а також підготувати тендерну документацію для вибору підрядника. Після цього можна переходити до виконання

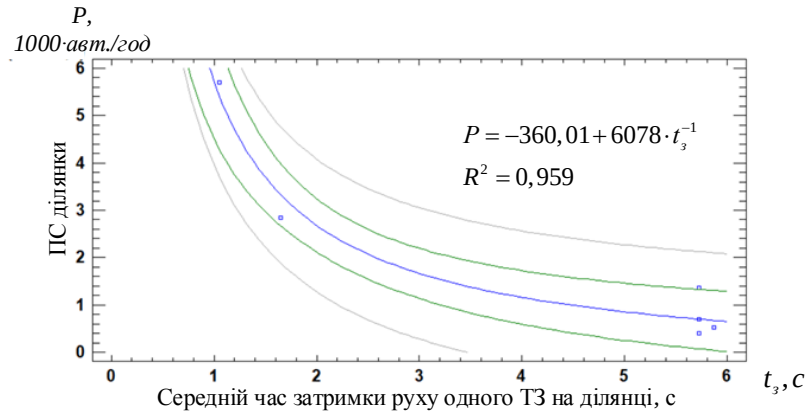


Рисунок 8 – Залежність ПС ділянки від середнього часу затримки руху одного ТЗ

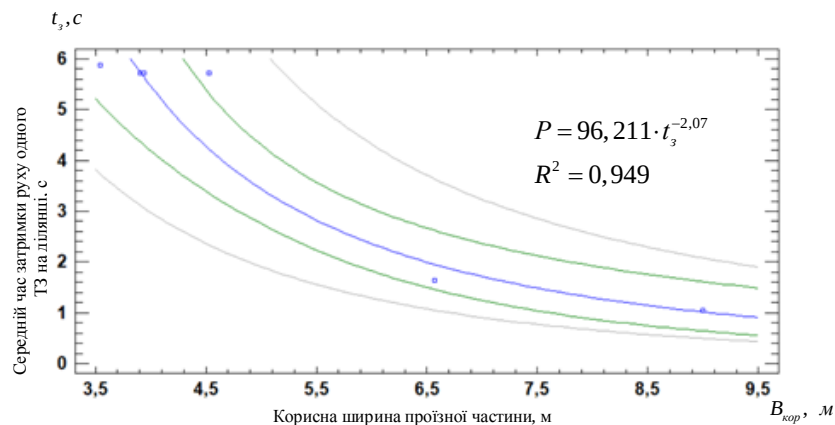


Рисунок 9 – Залежність середнього часу затримки руху одного ТЗ від корисної ширини проїзної частини

будівельних робіт, включаючи підготовку основи, асфальтування, встановлення огорожі, шлагбаумів і нанесення розмітки. Завершальним етапом буде введення стоянки в експлуатацію та впровадження заходів щодо її ефективного використання, таких як встановлення інформаційних знаків та організація контролю за дотриманням правил паркування.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

В першу чергу слід зазначити, що кількість зупинок безпосередньо впливає на середній час затримки руху: чим їх більше, тим довший загальний час подорожі. Основні фактори впливу – час на зупинку та частота зупинок. Близьке розташування зупинок сповільнює рух, а під'їзд до них та зміни пасажиропотоку додають затримки. Зупиночні пункти впливають і на транзитний транспорт, змушуючи його уповільнюватися. Для зменшення негативного впливу потрібні окремі смуги та зупинки в "кишенях". Додатковим фактором є припарковані ТЗ, які звужують проїзну частину, ускладнюють маневрування та збільшують затримки. Особливо критично це біля зупинок громадського транспорту, перехресть та пішохідних переходів, де припарковані ТЗ обмежують оглядовість і сповільнюють рух. Велика кількість маршрутних ТЗ на вузьких дорогах також уповільнює потік, створюючи затримки, особливо в години пік. Часті зупинки змушують водіїв гальмувати та прискорюватися, порушуючи ритм руху. Зменшити цей вплив можна завдяки виділенню смуг, оптимізації розкладів і регулюванню паркування.

ПС ділянки обернено пропорційна до середнього часу затримки руху ТЗ. Чим довше затримка, тим менше автомобілів проїжджає через ділянку за певний час. Значні затримки через затори, часті зупинки або припарковані ТЗ можуть призвести до транспортного колапсу.

Корисна ширина проїзної частини є важливим фактором у зменшенні затримок. Збільшення ширини зменшує вплив перешкод та покращує ПС, але лише за умови ефективного управління рухом і регулювання зон паркування. Результати дослідження підтверджують значний вплив припаркованих ТЗ на ефективність проїзду. Мінімізація їхнього впливу через заборону паркування у критичних зонах, облаштування "кишень" та розширення проїзної частини сприятиме покращенню міської мобільності.

ВИСНОВКИ

На основі проведеного дослідження встановлено кількісні залежності часу затримки руху ТЗ від ключових параметрів дорожнього середовища, зокрема кількості зупиночних пунктів, кількості ТЗ, працюючих на маршруті, ширини проїзної частини та ПС дороги. Отримані результати мають важливе практичне значення та можуть бути використані для підвищення ефективності транспортної системи. Зокрема, вони сприятимуть оптимізації ОДР, удосконаленню маршрутів громадського транспорту, прийняттю обґрунтованих інфраструктурних рішень, моделюванню ТП, а також розробці стратегій управління паркуванням з метою мінімізації затримок. Таким чином, дослідження робить вагомий внесок у розвиток методів управління міським транспортом, спрямованих на покращення його ПС та комфортності для учасників дорожнього руху.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Amudapuram Mohan Rao, S. Velmurugan, K.M.V.N. Lakshmi, Evaluation of Influence of Roadside Frictions on the Capacity of Roads in Delhi, India. *Transportation Research Procedia*, Volume 25, 2017, Pages 4771-4782, ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.489>.
2. Robert M. Brooks. Influence of roadway width and volume to capacity ratio on PCU values. *Transport problems*. Volume 5 issue 2. 2010.
3. Zheng, J., Sun, J., & Yang, J. (2015). Relationship of Lane Width to Capacity for Urban Expressways. *Transportation Research Record*, 2483(1), 10-19. <https://doi.org/10.3141/2483-02>
4. Ніколюк, П. 2023. Вплив інтелектуального світлофорного регулювання на пропускну здатність міського перехрестя. *Ukrainian Journal of Information Systems and Data Science*. 1 (Груд 2023), 37-51. DOI: <https://doi.org/10.31558/2786-9482.2023.1.3>.
5. Mushule, N. K. (2012). Bus Bay Performance and its Influence on the Capacity of Road Network in Dar Es Salaam. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5(2), 107-113. <https://doi.org/10.3844/ajeassp.2012.107.113>
6. Пашкевич С.М., Никончук В.М., Кристопчук М.Є. Оцінка пропускну спроможності міської дорожньої мережі з урахуванням пропозиції паркування. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Вип. 8(39), ч.І. С. 201 – 212. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).1.201-212](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).1.201-212)
7. Kalmamat Atabekov, Bakytbek Sarymsakov, Sergey Voinash, Irina Troyanovskaya, Adelya Sayfutdinova, Yuliya Balabanova. Expert Assessment of the Factors of the Impact of Road Capacity on the Environment. *Transportation Research Procedia*, Volume 68, 2023. Pp. 925-930. ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.129>.

- 8.Ievgen Medvediev, Sergiy Soroka. The road network traffic capacity taking into account public transport stops layout method. *TRANSPORT TECHNOLOGIES*. Vol. 1, No. 2, 2020. Pp. 13-22. <https://doi.org/10.23939/tt2020.02.013>
- 9.BUGAYOV, I., KHOLODOVA, O., BUHAIOVA, M., & KHOLODOV, O. (2024). Case study on implementing traffic calming devices: an example from the street and road network in Kharkiv . *Innovative Technologies in Transportation Engineering*, 1(1), 15-22. https://doi.org/10.36910/conf_avto.v1i1.1389
- 10.О. Б. Потійчук, Л. М. Піліпака. Транспортні розв'язки: навч. посібник. [Електронне видання]. Рівне: НУБГП, 2020. 263 с. ISBN 978-966-327-481-2
- 11.Про затвердження Правил паркування транспортних засобів. *РАДА. Верховна Рада України. Законодавство України* : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1342-2009-%D0%BF#Text> (дата звернення: 25.09.2024).
- 12.Холодова О.О. Формування систем паркінгів в центральних ділових частинах великих та найбільших міст: дис.... к-та техн. наук: 05.22.01/ Харківський нац. автомоб.-дорожній ун-т. Харків, 2013. 228 с.
- 13.ЛИТВИН В., ТАРАН І. (2020). Кількісна оцінка впливу облаштування паркувальних місць у крайній правій смугі на ефективність дорожнього руху. *СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ ТА ТРАНСПОРТІ*, 2(15), 41-53. <https://doi.org/10.36910/automash.v2i15.391>
- 14.Geremew, G. Modeling and analyzing the impact of on-street parking on traffic flow: a study of the main highway in Debre Markos Town, Ethiopia. *Transportation* (2024). <https://doi.org/10.1007/s11116-024-10513-5>
- 15.Biswas, S., Chandra, S. & Ghosh, I. Effects of On-Street Parking in Urban Context: A Critical Review. *Transp. in Dev. Econ.* 3, 10 (2017). <https://doi.org/10.1007/s40890-017-0040-2>
- 16.Aggarwal, S., Athira, J., Navandar, Y.V., Krishnamurthy, K., Velmurugan, S. (2024). Traffic Impact Analysis of On-Street Parking Near Signalized Intersections. In: Manoj, M., Roy, D. (eds) *Urban Mobility Research in India*. UMI2023 2023. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 551. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-8116-4_15.
- 17.Sha, H., Haouari, R., Singh, M.K. et al. How can on-street parking regulations affect traffic, safety, and the environment in a cooperative, connected, and automated era?. *Eur. Transp. Res. Rev.* 16, 18 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00628-8>
- 18.Spatial effects of factors influencing on-street parking duration in newly built-up areas: A case study in Xi'an, China, *Cities*, Volume 152, 2024, 105250, ISSN 0264-2751. DOI: 10.1016/j.cities.2024.105250
- 19.Hrytsun, Oleh & Lanets, Oleksii & Solodkyy, Serhiy. (2020). Impact of street parking on delays and the average speed of traffic flow. *Transport technologies*. 2020 (1). 33-44. <https://doi.org/10.23939/tt2020.01.033>.
- 20.Sonya Sulistyono, Harnen Sulistio, Ludfi Djakfar, Achmad Wicaksono, Ririn Endah Badriani. On street parking and its impact on road performance. *MATEC Web Conf.* 181 06008 (2018). <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818106008>.
- 21.Diganta Boro, Ahmed M., Ankur Goswami. Impact of On-Street Parking on Traffic Flow Characteristics. *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology. Transportation Engineering*. URL: <https://www.academia.edu/25582493/>
- 22.P. H. S. Madushanka, D. N. D. Jayaratne and H. R. Pasindu, "Study of the Impact Roadside Parking has on Traffic Flow Characteristics - A VISSIM Simulation Based Approach," 2020 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon), Moratuwa, Sri Lanka, 2020. Pp. 419-424, doi: 10.1109/MERCon50084.2020.9185354.
- 23.Hamid Athab Eedan Al-Jameel, Rusul Rahman Muzhar, Characteristics of On-street Parking On-street Parking in Al-Najaf City Urban Streets. *Transportation Research Procedia*, Volume 45, 2020. Pp. 612-620. ISSN 2352-1465. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.050>.
- 24.Sahan Wijayarathna (2015). Impacts of On-street Parking on Road Capacity. *Australasian Transport Research Forum*. Sydney, Australia. Publication website: <https://surl.li/ewpxhp>
- 25.Rukaya M. Atif, Hasan H. Joni; Effect of on-street parking on traffic flow in the CBD area in Baghdad city using VISSIM simulation. *AIP Conf. Proc.* 26 July 2023; 2775 (1): 060011. <https://doi.org/10.1063/5.0140352>
- 26.Parking Reform Network. PRN: веб-сайт. URL: <https://parkingreform.org/resources/parking-lot-map/>
- 27.Загоруй О.О. Вплив паркування транспорту на пропускну здатність вулично-дорожньої мережі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 – «Транспортні системи». К. : Вид-во НТУ, 2007. – 23 с.

REFERENCES

- 1.Amudapuram Mohan Rao, S. Velmurugan, K.M.V.N. Lakshmi, Evaluation of Influence of Roadside Frictions on the Capacity of Roads in Delhi, India. *Transportation Research Procedia*, Volume 25, 2017, Pages 4771-4782, ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.489>.

2. Robert M. Brooks. Influence of roadway width and volume to capacity ratio on PCU values. *Transport problems*. Volume 5 issue 2. 2010.
3. Zheng, J., Sun, J., & Yang, J. (2015). Relationship of Lane Width to Capacity for Urban Expressways. *Transportation Research Record*, 2483(1), 10-19. <https://doi.org/10.3141/2483-02>
4. Nikoliuk, P. 2023. Vplyv intelektualnogo svitlofornoho rehuliuвання na propusknу zdатnist miskoho perekhrestia. *Ukrainian Journal of Information Systems and Data Science*. 1 (Hrud 2023), 37-51. DOI: <https://doi.org/10.31558/2786-9482.2023.1.3>.
5. Mushule, N. K. (2012). Bus Bay Performance and its Influence on the Capacity of Road Network in Dar Es Salaam. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5(2), 107-113. <https://doi.org/10.3844/ajeassp.2012.107.113>
6. Pashkevych S.M., Nykonchuk V.M., Krystopchuk M.Ie. Otsinka propusknoi spromozhnosti miskoi dorozhnoi merezhi z urakhuvanniam propozytsii parkuvannya. *Tsentrалnoukrainskyi naukovyi visnyk. Tekhnichni nauky*. 2023. Vyp. 8(39), ch.I. S. 201 – 2012. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).1.201-212](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).1.201-212)
7. Kalmamat Atabekov, Bakytbek Sarymsakov, Sergey Voinash, Irina Troyanovskaya, Adelya Sayfutdinova, Yuliya Balabanova. Expert Assessment of the Factors of the Impact of Road Capacity on the Environment. *Transportation Research Procedia*, Volume 68, 2023. Pp. 925-930. ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.129>.
8. Levgen Medvediev, Sergiy Soroka. The road network traffic capacity taking into account public transport stops layout method. *TRANSPORT TECHNOLOGIES*. Vol. 1, No. 2, 2020. Pp. 13-22. <https://doi.org/10.23939/tt2020.02.013>
9. BUGAYOV, I., KHOLODOVA, O., BUHAIOVA, M., & KHOLODOV, O. (2024). Case study on implementing traffic calming devices: an example from the street and road network in Kharkiv. *Innovative Technologies in Transportation Engineering*, 1(1), 15-22. https://doi.org/10.36910/conf_avto.v1i1.1389
10. O. B. Potiichuk, L. M. Pilipaka. Transportni rozv'iazky: navch. posibnyk. [Elektronne vydannia]. Rivne: NUVHP, 2020. 263 s. ISBN 978-966-327-481-2
11. Pro zatverdzhennia Pravyl parkuvannya transportnykh zasobiv. RADA. Verkhovna Rada Ukrainy. Zakonodavstvo Ukrainy: veb-sait. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1342-2009-%D0%BF#Text> (data zvernennia: 25.09.2024).
12. Kholodova O.O. Formuvannya system parkinhiv v tsentralnykh dilovykh chastynakh velykykh ta naibilshykh mist: dys.... k-ta tekhn. nauk: 05.22.01/ Kharkivskyi nats. avtomob.-dorozhnii un-t. Kharkiv, 2013. 228 s.
13. LYTVYN V., TARAN I. (2020). Kilkisna otsinka vplyvu oblashtuvannya parkuvalnykh mist u krainii pravii smuzi na efektyvnist dorozhnogo rukhu. *SUCHASNI TEKHOLOHII V MASHYNOBUDUVANNI TA TRANSPORTI*, 2(15), 41-53. <https://doi.org/10.36910/automash.v2i15.391>
14. Geremew, G. Modeling and analyzing the impact of on-street parking on traffic flow: a study of the main highway in Debre Markos Town, Ethiopia. *Transportation* (2024). <https://doi.org/10.1007/s11116-024-10513-5>
15. Biswas, S., Chandra, S. & Ghosh, I. Effects of On-Street Parking in Urban Context: A Critical Review. *Transp. in Dev. Econ.* 3, 10 (2017). <https://doi.org/10.1007/s40890-017-0040-2>
16. Aggarwal, S., Athira, J., Navandar, Y.V., Krishnamurthy, K., Velmurugan, S. (2024). Traffic Impact Analysis of On-Street Parking Near Signalized Intersections. In: Manoj, M., Roy, D. (eds) *Urban Mobility Research in India*. UMI2023 2023. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 551. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-8116-4_15.
17. Sha, H., Haouari, R., Singh, M.K. et al. How can on-street parking regulations affect traffic, safety, and the environment in a cooperative, connected, and automated era?. *Eur. Transp. Res. Rev.* 16, 18 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00628-8>.
18. Spatial effects of factors influencing on-street parking duration in newly built-up areas: A case study in Xi'an, China, *Cities*, Volume 152, 2024, 105250, ISSN 0264-2751. DOI: 10.1016/j.cities.2024.105250
19. Hrytsun, Oleh & Lanets, Oleksii & Solodkyy, Serhiy. (2020). Impact of street parking on delays and the average speed of traffic flow. *Transport technologies*. 2020 (1). 33-44. <https://doi.org/10.23939/tt2020.01.033>.
20. Sonya Sulistyono, Harnen Sulistio, Ludfi Djakfar, Achmad Wicaksono, Ririn Endah Badriani. On street parking and its impact on road performance. *MATEC Web Conf.* 181 06008 (2018). <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818106008>.
21. Diganta Boro. Impact of On-Street Parking on Traffic Flow Characteristics. *Transportation Engineering*. URL: <https://www.academia.edu/25582493/>
22. P. H. S. Madushanka, D. N. D. Jayaratne and H. R. Pasindu, "Study of the Impact Roadside Parking has on Traffic Flow Characteristics - A VISSIM Simulation Based Approach," 2020 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon), Moratuwa, Sri Lanka, 2020. Pp. 419-424, doi: 10.1109/MERCon50084.2020.9185354

23.Hamid Athab Eedan Al-Jameel, Rusul Rahman Muzhar, Characteristics of On-street Parking On-street Parking in Al-Najaf City Urban Streets.Transportation Research Procedia, Volume 45, 2020. Pp. 612-620. ISSN 2352-1465. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.050>.

24.Sahan Wijayaratna (2015). Impacts of On-street Parking on Road Capacity. Australasian Transport Research Forum. Sydney, Australia. Publication website: <https://surl.li/ewpxhp>.

25.Rukaya M. Atif, Hasan H. Joni; Effect of on-street parking on traffic flow in the CBD area in Baghdad city using VISSIM simulation. *AIP Conf. Proc.* 26 July 2023; 2775 (1): 060011. <https://doi.org/10.1063/5.0140352>

26.Parking Reform Network. PRN: veb-sait. URL: <https://parkingreform.org/resources/parking-lot-map/>

27.Zahorui O.O. Vplyv parkuvannia transportu na propuskuu zdarnist vulychno-dorozhnoi merezhi: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk: spets. 05.22.01 – «Transportni systemy». K.: Vyd-vo NTU, 2007. 20 s.

O. Kholodova, M. Buhaiova. Efficiency of the city's street and road network, considering the impact of parked vehicles.

Congestion on carriageways due to chaotic parking significantly reduces road capacity, causing congestion, increasing average vehicle delay times, and increasing the risk of road accidents.

The presence of parked cars limits the maneuverability of traffic flow, reduces the efficiency of road space use, and creates additional difficulties for public transport. To assess the impact of parking on traffic capacity, a methodology was used that found that parked vehicles can reduce the capacity of a road section by 2-14 times, depending on the parking angle.

Seven variants of traffic management with different parking schemes have been modelled, which has allowed to establish quantitative dependencies between the location of vehicles and the average traffic delay time. It is determined that the proposed variant of parking at an angle of 0° reduces the delay of one vehicle by 3.6 times, while a complete ban on parking reduces the delay by 5.6 times. All other options for the location of vehicles along the site are impractical due to a significant reduction in throughput.

Recommendations for optimizing the parking policy are proposed, including introducing intelligent parking management systems, zoning of parking spaces, and arranging dedicated lanes for public transport. The obtained results can be used to improve the transport situation in cities by improving traffic and parking.

Key words: street and road network, parking, stopping point, vehicle, capacity, traffic delay, efficiency, traffic management, modeling.

ХОЛОДОВА Ольга Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри організації та безпеки дорожнього руху, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: olgakholodova2807@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-4217-0548>.

БУГАЙОВА Марина Олександрівна, старший викладач кафедри організації та безпеки дорожнього руху, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: kazmar2383@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-1889-9555>.

Olga KHOLODOVA, Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Assoc. Professor of Department of Traffic Management and Road Safety, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: olgakholodova2807@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-4217-0548>.

Maryna BUHAIOVA, senior lecturer of Department of Traffic Management and Road Safety, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: kazmar2383@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-1889-9555>.

DOI 10.36910/automash.v1i24.1750