Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Факультет транспортних систем
Кафедра організації і безпеки дорожнього руху

ЗБІРКА МАТЕРІАЛІВ

85-ої міжнародної студентської наукової конференції

(12 квітня 2023 року)

Секція «Організація і безпека дорожнього руху»

Харків, ХНАДУ – 2023

ЗМІСТ

Оленчук І. І., Бажинов А. В. Аналіз функціонування транспортної системи «автомобільні дороги державного та місцевого значення» 3
Боклажко Е. Б., Бажинов А. В. Роль людського фактору в забезпеченні безпеки руху 9
Ковальов В. Ю., Бугайова М. О. Вплив організації каналізованого руху на показники ефективності функціонування транспортної мережі 13
Явтушенко Д. В. Птиця Г. Г.Моніторинг транспортних та пішохідних потоків як засіб обгрунтування заходів з організації дорожнього руху 18
Котенко А. В., Птиця Г. Г. Аналіз вимог до забезпечення безпечних умов руху велосипедистів 21
Подгорний М. І. Використання водіями ременя безпеки в м. Харків 24
Бондарєв І. А. Конструктивна безпека автомобіля 27
Мордвінова А. М., Холодова О. О. Дослідження впливу організації дорожнього руху на перехресті на його екологічну безпеку 31
Матвейчук Д. Ю., Холодова О. О. Шляхи запобігання аварійності в Україні 37
Кулик О. М., Запорожцева О. В. Аналіз проблеми зниження пропускної спроможності міських вулиць та доріг 42
Гирович В. Д., Запорожцева О. В. причини виникнення дорожньо-транспортних пригод в умовах міського руху 45
Бойко В. Ю., Абрамова Л. С. Відмінність аудиту БДР від традиційної оцінки безпеки на транспортній мережі міста 48
Воскобойник В. О., Абрамова Л. С. Проведення аудиту безпеки дорожнього руху на елементах вулично-дорожньої мережі м. Полтава 52
Новіков П. В., Засядько Д. В. Оптимізація транспортного навантаження на центральні частини великих міст 59
Федоров І. О., Засядько Д. В. Особливості обліку інтенсивності транспортних потоків у містах 62
Рижкова А. О., Капінус С. В. Актуальні напрямки проектування вулично-дорожніх мереж міст 65
Мойсяк Є. Д., Капінус С. В. Аналіз класифікації міських вулиць та доріг у європейських країнах 70
Просвірнін О. В., Рябушенко О. В. Дослідження впливу траєкторії поворотних потоків на пропускну здатність регульованого перехрестя 74
Євсєєнко О. О., Рябушенко О. В. Методика оцінки затримок і простоїв транспортних засобів на перехресті за графіками зміни швидкості 79

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ «АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ДЕРЖАВНОГО ТА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ»

Оленчук І. І., студент групи Т-36т1-20
Бажинов А. В., канд. техн. наук., доц.

Окремі елементи транспортної системи (автомобільні дороги, їх облаштування, дорожні споруди, транспортні потоки, що рухаються ними), взаємодіючи між собою, мають глибокі внутрішні зв'язки, які не дозволяють поділити систему на незалежні складові та, при визначенні її характеристик, змінювати фактори, що впливають, по одному.

Така складна система, розглянута в цілому, має нові якості, що не є властивими окремим її елементам.

Системи зі складною поведінкою та складною структурою потоків інформації, які мають велику кількість елементів, відносять до складних систем.

Транспортна система має такі загальні ознаки, характерні для складної системи:

1) наявність мети або алгоритму управління;
2) взаємодія елементів системи із зовнішнім середовищем, що є джерелом зовнішніх збурень (зміна маршрутів транспортних перевезень, систематичні та несистематичні їх зміни, кліматичні та атмосферні впливи на дорожні умови та режими руху транспортних потоків);
3) необхідність вишукування умов оптимального функціонування;
4) управління процесами у системі на основі збору, передачі, прийому інформації та її наступної обробки;
5) управління процесами на основі принципів зворотного зв'язку.

В аналізованій складній системі можна виділити такі складові частини: схему, інформацію, координати, функцію.

Схема відображає побудову підсистеми управління і складається з елементів, що включають усі автомобільні дороги та споруди мережі автомобільних доріг, а також і всі організації структурної схеми управління.

Між ними існують визначені зв'язки, що забезпечують переробку інформації та зворотний вплив на стан будь-якого елемента для того, щоб належним чином визначити й спрямувати режим його роботи.

У системі існує така схема (рис. 1), що визначає взаємний зв'язок потреб транспортних потоків у використанні автомобільних доріг для перевезень і елементів мережі доріг, що забезпечують рух транспортних потоків.

Управління системою має здійснюватися на основі інформації – збору даних про режим функціонування її елементів, передачі цих даних і подальшої їх обробки.

Стан транспортної системи характеризують координати – параметри елементів (геометричні елементи доріг і споруди на них, тип покриття

проїзної частини та його стан, пропускна здатність, допустимі швидкості руху та ін.), а також і параметри режимів руху (об'єм, швидкість руху тощо).

Отримуючи дані про параметри (координати), якими управляє система, вона може у відповідності зі своїми функціональними властивостями впливати сама на себе і за допомогою тих або інших заходів інших пристроїв самокеруватися.

Створення самоврядної системи потребує алгоритмізації – математичного опису, що дозволяє за схемою інформації та відповідних координат знаходити функціональну характеристику транспортної системи.

Для уточнення параметрів елементів системи та математичного опису процесів, що відбуваються, необхідним є проведення експериментів методами теорії подоби, математичного та імітаційного моделювання.

Утворення й функціонування складної транспортної системи поділено на частини, пов'язані між собою: на проектування та експлуатацію [1].

При проектуванні системи, виходячи з економічно і технічно обґрунтованих понять, треба визначити оптимальну схему зв'язків, категорії автомобільних доріг у проектованій системі, врахувати усі фактори вартості доріг, що будуються або реконструюються, а також вартість перевезень, ефективність інвестицій, установити вплив мережі автомобільних доріг на окремі галузі економіки, питання надійності роботи мережі в цілому і зважити всі конкуруючі варіанти для того,щоб знайти оптимальний варіант створення транспортної системи з урахуванням розвитку країни у часі.

Алгоритм має передбачати побудову системи, яка, перевіряючи велику кількість можливих рішень при оптимізації, знаходила б найкращий варіант.

При рішенні завдань утримання автомобільних доріг (на стадії експлуатації системи) задаються визначені елементи – дороги, споруди, з'їзди, якість дорожнього покриття, план і профіль дороги, режими руху.

Рисунок 1 – Структурна схема підсистеми управління транспортної системи

Взаємодія автомобілів у транспортному потоці між собою та з автомобільною дорогою, що збільшується із зростанням інтенсивності руху, атакож характеристики самої дороги, накладають на вибір маршруту і швидкість руху певні обмеження. Водій вимушений безупинно стежити за безпекою свого руху і спрямовувати свої дії на вибір швидкості руху та здійснювати маневри згідно з Правилами дорожнього руху, вказівками пристроїв і дорожніх знаків, що регулюють дорожній рух, а також із навколишньою дорожньо-транспортною обстановкою. Інтенсивність руху в мережі автомобільних доріг, її циклічні та постійні зміни загалом не залежать від завдань, що постають перед окремими транспортними організаціями або власниками транспортних засобів, а визначаються потребами і розвитком суспільства. Отже, із загального виробничого процесу перевезень автомобільним транспортом може і повинен бути виділений окремий виробничий процес – рух національних та міжнародних транспортних потоків автомобільними дорогами державного та місцевого значення.

Постановка задачі про оптимальне управління транспортною системою припускає, що ця система є керованим об’єктом і що стосовно до неї існує деяка керуюча система. Дійсно, саме дорога та розташовані на ній засоби організації дорожнього руху визначають режими руху транспортних потоків, диктує водіям лінію їх поведінки в процесі руху. Первинним, початковим елементом транспортної системи є елементарна система «автомобіль – водій – дорога» [2], в якій зворотний зв’язок «дорога – водій» проходить черезоргани почуттів, мускулатуру та психіку водія.

Тут водій є керуючим органом, що сприймає й переробляє інформацію про умови руху та реалізує задану дорожніми умовами програму руху автомобіля, використовуючи для цього прямий зв’язок «водій – автомобіль». Чим більше щільність руху, тим більше число окремих систем «автомобіль – водій – дорога» розміщується на деякій ділянці дороги.

У кожній окремій системі зберігаються ті самі зв’язки, хоча характер прояву цих зв’язків може бути не однаковий у залежності від типу автомобіля й індивідуальних особливостей водіїв.

Система «автомобіль – водій – дорога» є керованою, тобто процеси в ній можуть здійснюватися завдяки волі людини, але від збільшення інтенсивності та щільності руху дії водія стають усе більше обмеженими. Обмеженість можливостей водіїв полягає в тому, що відсутній прямий зв’язок між водієм і дорогою, у результаті чого водій не в змозі регулювати умови руху [2].

Окремі автомобілі включаються в загальний потік руху заради визначених цілей. Але тут важливо не тільки те, що вони включаються саме в загальний потік.І як тільки це відбувається, водій у даній дорожній обстановці керується не стільки метою поїздки, скільки мотивами часу, відстані і безпеки руху. Таким чином, автомобілі утворюють єдиний транспортний потік, що рухається у визначених дорожніх умовах, а окремі

частини системи, що утворилася, взаємодіють згідно з властивими цій системі законами.

Крім того, оптимізацію функціонування системи можна здійснювати і за швидкістю руху транспортного потоку, що є одночасно і можливим критерієм оптимальності та однією з найважливіших характеристик транспортних потоків, тому що для користувачів доріг вона визначає час їхнього перебування у дорозі тазручність дорожнього руху (див. стрілку від елемента «розподіл швидкостей і середня швидкість потоку» до групи «критерії оптимізації»).

На підставі проекту раціональної мережі автомобільних доріг установлюється доцільність будівництва окремих ділянок мережі, тобто окремих доріг. Саме проект раціональної мережі автомобільних доріг містить у собі прогноз інтенсивності руху та його складу. У випадку відсутності такого проекту дані про перспективні об'єми руху та прогноз складу руху можуть бути отримані шляхом відповідних обстежень. Проектувальник, керуючись класифікацією автомобільних доріг і виходячи з прогнозу інтенсивності та складу руху, установлює категорію даної дороги, що й припускає відповідні норми на проектування [3].

У процесі проектування встановлюють геометричні елементи дороги, тип і конструкцію дорожнього одягу, облаштування дороги, її кошторисну вартість. Для визначення ефективності функціонування системи необхідно мати інформацію про вартість утримання і ремонтів дороги та про прогнозований транспортний попит з боку користувачів автомобільної дороги на рух за напрямком, що в даний час існує у вигляді укрупнених показників.

Як правило, питання організації та безпеки руху на автомобільних дорогах вирішуються шляхом прогнозування окремих показників, на основі спостережень і наукових досліджень. У свою чергу, на підставі прогнозування виробляються конкретні рекомендації конструктивного, організаційного або іншого характеру. Прогнозування зміни показників системи дозволить вибрати ті рекомендації та вкаже на ті заходи, реалізація яких приведе або наблизить показники системи до її оптимального функціонування, а також до встановлення обмежуючих умов.

На стадії експлуатації системи її оптимізація може бути досягнута за рахунок удосконалення дорожніх умов у процесі утримання та ремонтів доріг, а також за рахунок організації руху транспортних потоків шляхом управління ними. Для управління транспортними потоками можуть бути використані регулюючі пристрої, раціонально продумане облаштування, дорожні знаки та розмітка.

Як наслідок (одночасно це є й причиною), дані про швидкість руху, а, отже й про продуктивність доріг зараз ніхто не збирає і не аналізує.

Таким чином потрібно оптимізувати управління транспортною системою регіону із визначенням потрібних критеріїв управління.

Література

1. Системологія на транспорті. Кн. 1: Основи теорії систем і управління /[Гаврилов Е. В., Доля В. К., Лановий О. Т. та ін.] ; під ред. М. Ф. Дмитриченка. – К. :Знання України, 2005. – 344 с.

2. Лановий, О. Т. Фіаско ринку послуг з безпечного та ефективного користування автомобільними дорогами як категорія соціально-економічного вибору / Лановий О. Т. // Зб. «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». – К. : НТУ. – 2004. – №70. – С. 116-120.

3. Поліщук В. П. Оцінка і прогноз стану системи «Дорожні умови – транспортні потоки». У зб. : «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». – Київ :Будівельник, вип. 18, 1976. – С. 20-28.

4. Николаев В. И. Системотехника : методы и приложения / Николаев В. И.,Брук В. М. – Л. : Машиностроение, 1985.

5. Полищук В. П. Автоматизированное управление движением на автомобильных дорогах [Текст]: дисс. ... докт. техн. наук : 05.22.01 / Полищук Владимир Петрович. – К. : УТУ, 1996. – 467 с.

РОЛЬ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ РУХУ

Боклажко Е. Б., студент групи Т-51-22
Бажинов А. В., канд. техн. наук, доц.

Проблема забезпечення безпеки руху стала особливо гострою через зростання інтенсивності руху на дорогах і збільшення в транспортному потоці частки легкових автомобілів, що значно ускладнюють процес руху змішаного транспортного потоку на дорогах [4]. Зміна швидкості і траєкторії руху - остання фаза в складному процесі сприйняття водієм навколишнього оточення. Дуже часто реакція водія на який-небудь елемент дорожньої обстановки спрямована не на зниження швидкості руху, а на посилення емоційної напруженості, вплив якої позначається не в момент появи її перших ознак, а в міру поширення збудження в корі головного мозку.

Тому водії часто допускають помилки не в момент виникнення аварійної ситуації, а через деякий час, після, здавалося б, вдалого виходу з неї.

Цим, зокрема, пояснюється концентрація дорожньо-транспортних пригод (ДТП) не на самій небезпечній ділянці дороги, а на деякій відстані від неї. Вивчення людського фактору в дорожньому русі і виявлення його ролі в забезпеченні безпеки руху складається з трьох великих етапів [4, 5, 6, 7, 8, 9].

На першому етапі в зв'язку з постійно зростаючою швидкістю і інтенсивністю руху в проектуванні доріг виникла необхідність врахування можливостей людини у виявленні небезпеки і прийнятті відповідних заходів. У зв'язку з цим з'явилося поняття "необхідна відстань видимості", що включає в себе не тільки гальмівний шлях автомобіля, але і шлях, що проходить автомобіль за час реакції водія. З прийняттям в якості одного з розрахункових параметрів часу реакції водія з'явилася можливість при проектуванні доріг забезпечувати безпеку руху інженерними методами: усунення можливості несподіваної появи під час руху по дорозі небезпеки (будь-яких перешкод або руйнувань проїжджої частини) і надання водієві часу на оцінку ситуації, прийняття і реалізацію рішення. При цьому, природно, через відсутність спеціальних дорожніх досліджень можлива величина часу реакції водія була запозичена з психофізіологічних досліджень, і для випадку несподіваного сигналу була прийнята 1 с.

Цей показник залишався довгий час єдиним, що чисельна представляв людину у всій теорії проектування доріг, а параметри траси дороги розраховувалися виходячи з систем рівнянь, заснованих на геометрії і механікі, що забезпечують стійкість автомобіля при русі з розрахунковою швидкістю. Можливість вибору параметрів розрахункових формул з позицій зручності руху з’явилася після введення коефіцієнта поперечної сили, що дозволив кількісно висловити відчуття людиною навантажень при русі автомобіля по заокругленню. Розрахункова формула для визначення мінімального радіуса кривої в плані з урахуванням заданого ступеня

комфортабельності руху, запропонована А.В. Макаровим в 1939 р використовується і в даний час [8, 9].

Для другого етапу, який розпочався в повоєнні роки, характерно більш глибоке вивчення ступеня впливу дорожніх умов на аварійність і зручність руху. Це було викликано тим, що, незважаючи на дотримання при проектуванні доріг вимог технічних умов в частині призначення мінімальних параметрів траси і поперечного профілю, на новозбудованих дорогах в процесі експлуатації виявлялося багато ділянок з підвищеною аварійністю і нерівномірною швидкістю руху. Це свідчило про недостатнє відображення в прийнятих нормах і методах проектування доріг особливостей сприйняття водієм дорожньої обстановки. У розгорнутих дослідженнях сам водій виступав ще в неявній формі: як критерій ступеня впливу дорожніх умов на безпеку руху використовувалися зміни швидкості або траєкторії руху і дані статистики дорожньо-транспортних пригод. До робіт цього періоду відносяться дослідження характеристик комфортабельного руху, часу реакції водія, ширини проїзної частини, відстаней видимості, вивчення статистики та причин дорожньо-транспортних пригод та розробка методів проектування доріг, що дозволяють отримувати оптимальну просторову плавність і ясність дороги. Принцип підходу до обґрунтування елементів траси і їх взаємному поєднанню на підставі аналізу робіт з вивчення психофізіології водія і причин дорожньо-транспортних пригод сформульований В.Ф. Бабковим і полягає у вимогі збереження в процесі проїзду по дорозі оптимальної психічної напруженості водіїв шляхом усунення місць, що викликають різке її підвищення, і штучної активації уваги водіїв на ділянках, де можливі її спади. У виконанні цих вимог є труднощі, викликані головним чином відсутністю строгих математичних обґрунтувань цілого ряду положень ландшафтного проектування і кількісних показників, що дозволяють об’єктивно оцінювати трасу дороги в процесі її проектування.

Третій період характеризується безпосереднім вивченням сприйняття водієм дорожньої обстановки. Необхідність в роботах такого роду існує практично з моменту появи масового автомобіля. Контроль за рухом, оцінка дорожньо-транспортної ситуації повністю лежать на людині. Але вся сенсорна система, все психічні функції формувалися під впливом швидкостей надходження до нього інформації і необхідної швидкості реакції, які характерні для природного переміщення за допомогою власних кінцівок. Сенсорні і моторні можливості людини перевищують практично необхідні, створюючи певний запас в швидкості прийому інформації та швидкості реагування, що дозволяє йому чинити опір середовищу в екстремальних умовах. Однак ці можливості не безмежні і вичерпуються, як правило, вже при середніх швидкостях руху 60 … 70 км/год [10, 11, 12, 13]. Водієві під час руху необхідно допомагати в оцінці дорожніх умов, підказувати оптимальну тактику управління автомобілем. Найбільш надійним засобом при цьому є сама дорога [14]. До тих пір поки напруженість роботи водія, що викликається швидкістю і щільністю руху транспортного потоку, не стала перевищувати оптимальні межі, для забезпечення безпеки руху досить було

при виборі технічних рішень враховувати тільки загальні принципи психології сприйняття людиною зовнішнього світу, з числа яких головними з інженерної точки зору є своєчасне подання інформації за рахунок забезпечення необхідної відстані видимості і облік запізнювання у відповідь дії водія [15, 16, 17, 18]. Коло питань, що вивчаються розширилося, коли в дорожніх дослідженнях стали використовувати електрокардіограму (ЕКГ) як кількісний показник емоційного стану водія. Велика частина робіт була спрямована на виявлення зв'язку між змінами в ЕКГ і складністю дорожньої обстановки і була орієнтована на нормування і організацію робочого дня водія. Перші спроби вирішення питань, пов'язаних з організацією руху (визначення оптимальних місць розташування дорожніх знаків, виявлення чинників, що впливають на точність оцінки водієм швидкості руху), втомою водіїв і розподілом уваги між об'єктами дорожньої обстановки, були зроблені з появою портативної апаратури для реєстрації руху очей людини в польових умовах.

Необхідність проведення комплексних досліджень сприйняття водієм дорожніх умов, оцінки його емоційної напруженості і функціонального стану центральної нервової системи викликала поява ходових лабораторій, які дозволяють в процесі руху фіксувати режим руху автомобіля і цілий ряд психофізіологічних показників: електроенцефалограму, електроокулограми, шкірно-гальванічну реакцію, міограму. Ходові лабораторії дозволили проводити не тільки порівняльну оцінку складності окремих маршрутів руху, а й вивчати такі важливі питання, як динаміка зміни працездатності водія протягом робочого дня [4], вплив ступеня втоми на надійність роботи водія [19], вплив дорожніх умов на величину порога сприйняття елементів дорожньої обстановки [20]. Проблема людського фактору в забезпеченні безпеки дорожнього руху полягає в необхідності з'ясування механізмів і кількісних характеристик сприйняття і переробки водієм інформації про дорожню обстановку, встановленні впливу на продуктивність і надійність діяльності водія дорожніх умов і розробці показників та методів, що дозволяють враховувати психофізіологічні можливості водія при проектуванні доріг і організації руху.

Література

1. Мишурин В.М., Романов А.Н. Надежность водителя и безопасность движения. - М.: Транспорт, 1990. - 167 с.
2. Сильянов В.В. Технический прогресс и безопасность движения // За рулем. - 2004, - № 4. - С.17.
3. Бабков В.В. Дорожные условия и безопасность движения. - М.: Транспорт, 1982. - 288 с.
4. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. - М.: Транспорт, 1980. - 311 с.
5. Луковецкий М.А. Безопасность движения: Организация, планирование и управление предприятиями. - М.: Транспорт, 1988. - 196 с.

6. Буга П.Г., Шелков Ю.Л. Организация пешеходного движения. - М.: Высшая школа, 1997. - 231 с.

7. Руководство по регулированию дорожного движения в городах. - М.: Стройиздат, 2002. - 142 с.

8. Самойлов Д.С., Юдин В.А., Рушевский П.В. Организация и безопасность городского движения. - М.: Высшая школа, 1991. - 256 с.

9. Полтев К.М., Полтев М.К., Бровко А.З. Физиология и психология водителя и безопасность движения. - М.: ВЗПИ, 1980. - 19 с.

10. Дрю Д.Р. Теория транспортных потоков и управление ими. - М.: Транспорт, 1972. - 424 с.

11. Иванов В.Н., Борисюк Н.В., Сытник В.Н. Вопросы психофизиологии человека на автомобильном транспорте. - М.: Высшая школа, 1994. - 307 с.

12. Лобанов Е.М., Визгалов В.М. и др. Проектирование и изыскание пересечений автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1996. - 232 с.

13. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. - М.: Транспорт, 1977. - 350 с.

14. Ситников Ю.М., Дивочкин О.А. Стадийное улучшение транспортно-эксплуатационных качеств дорог. - М.: Транспорт, 1973. - 125 с.

15. Лобанов Е.М., Сильянов В.В., Ситников Ю.М. Пропускная способность автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1993. - 146 с.

16. Коноплянко В.И. Организация и безопасность городского движения. - М.: Транспорт, 1991. - 182 с.

17. Интыков Т.С. Основы организации и безопасности движения. - Караганда, КарПТИ, 1985. - 95 с.

18. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Е. Организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 1992. - 208 с.

19. Лобанов Е.М., Новизенцев В.В. Методика оценки эмоционального состояния водителей с использованием психофизиологических показателей. - Труды МАДИ, 1995, вып.95, с.110 - 132.

20. Самойлов Д.С., Юдин В.А., Рушевский П.В. Организация и безопасность городского движения. - М.: Высшая школа, 1981. - 256 с.

ВПЛИВ ОРГАНІЗАЦІЇ КАНАЛІЗОВАНОГО РУХУ НА ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ

Ковальов В. Ю., студент гр. Т-42-19
Бугайова М. О., ст. викл.

Недостатня розвинутість дорожньої інфраструктури та недостатній рівень організації дорожнього руху є серйозною проблемою в Україні. Це може призводити до транспортних заторів, погіршення мобільності населення та підвищення рівня аварійності на дорогах. Незадовільний стан доріг і вулиць, відсутність відповідної дорожньої інфраструктури, такої як відповідна розмітка, сигналізація та освітлення, а також недостатня контроль за дотриманням правил дорожнього руху, можуть призвести до серйозних аварій та травмування людей. Тому важливо розробити і впровадити ефективні стратегії та плани розвитку дорожньої інфраструктури та організації дорожнього руху, щоб забезпечити безпеку громадян та зменшити ризики аварій на дорогах.

Так як з кожним роком зростає чисельність населення, а також збільшується економічна стабільність, отже, збільшуватиметься кількість транспортних засобів на вулицях та дорогах міст. У зв'язку з цим необхідно забезпечувати заходи, які підвищуватимуть як безпеку руху всіх учасників дорожнього руху, так і ефективність руху.

Каналізація руху — це поділ по напрямках транспортних потоків. Каналізація руху розглянуто як створення безпечних для пішоходів зон, вільних від руху транспорту. Каналізація досягається шляхом влаштування острівців безпеки, що височіють над проїзною частиною або нанесених відповідною розміткою. [1, 2].

Каналізований рух є ефективним способом регулювання транспортного руху на складних перехрестях. Нижче наведено кілька схем застосування каналізованого руху на перехрестях.

Кругове перехрестя з каналізованим рухом: ця схема передбачає спрощення руху на перехресті за рахунок встановлення кругового руху. Водії повинні в'їжджати в круг і об'їжджати його у напрямку годинникової стрілки, дотримуючись правил проїзду та виїзду з кругу. Кругове перехрестя з каналізованим рухом зменшує кількість точок зіткнення транспортних засобів та допомагає підвищити безпеку на дорозі.

Прямокутне перехрестя з розділеним потоком: ця схема передбачає розділення потоків транспорту за допомогою центральної роздільної смуги. Рух транспортних засобів відбувається зі зменшеною кількістю точок зіткнення, оскільки кожен потік рухається по власному напрямку.

Тригранне перехрестя з каналізованим рухом: ця схема передбачає використання світлофорів та знаків для регулювання руху транспорту. Рух на перехресті здійснюється за принципом чергування потоків транспорту з різних напрямків. Водії повинні дотримуватись правил проїзду та виїзду з перехрестя та чекати своєї черги на зелене світло світлофора.

Кожна з цих схем має свої переваги та недоліки, тому вибір схеми залежить від конкретних умов перехрестя та вимог до безпеки та ефективності.

Задачі каналізованого руху включають розв'язання таких завдань:

1. Планування та організація руху: визначення оптимального розташування доріг, сигнальної системи, встановлення правил руху та безпеки на дорозі.

2. Регулювання руху: забезпечення безпеки на дорозі шляхом встановлення світлофорів, знаків, маркірування та інших засобів, які допомагають керувати рухом транспорту.

3. Моніторинг дорожнього руху: збір та аналіз даних про рух на дорогах, які допомагають виявляти проблеми та вдосконалювати систему регулювання руху.

4. Вдосконалення дорожньої інфраструктури: розроблення проектів та впровадження нових технологій, які зменшують кількість аварій та покращують безпеку на дорозі.

Мета роботи – дослідження впливу організації каналізованого руху на показники ефективності функціонування транспортної мережі.

Для дослідження було обрано ділянку ВДМ, схема якої наведена на рис. 1.

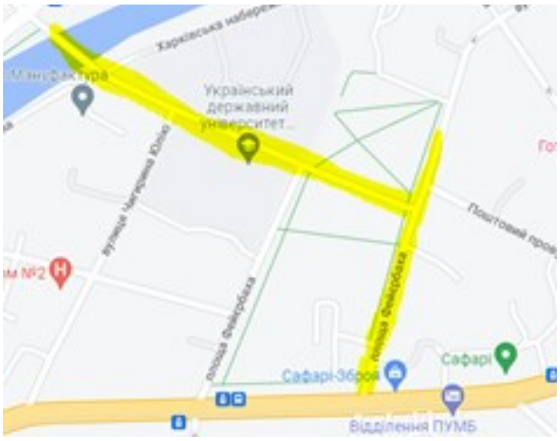

Рисунок 1 - Схема досліджуваної ділянки вулично-дорожньої мережі

В якості критеріїв ефективності функціонування транспортної мережі в моделі, що описує досліджувану ділянку ВДМ, будемо застосовувати наступні показники: середня довжина затору, середній час затримки ТЗ, кількість зупинок ТЗ без урахування зупинок на парковках, рівень обслуговування – якість транспортного руху.

Далі було розроблено транспортну модель досліджуваної ділянки ВДМ за допомогою програмного забезпечення PTV Vision Vissim. Проведено її калібровку та валідацію. Проведено моделювання функціонування досліджуваної ділянки в 2х варіантах: існуючий стан, тобто без застосування каналізованого руху, а також варіант ділянки ВДМ із застосуванням

каналізованого руху. Проведено моделювання функціонування ділянки ВДМ при зміні інтенсивності руху ТП.

Таблиця 1– Рівняння залежностей показників ефективності транспортної мережі

Залежність		Коефіцієнт детермінації
без каналізованого руху		
Середня довжина затору	$L_{зат} = 0,029 \cdot e^{0,00296 \cdot N}$	$R^2 = 0,97$
Середня затримка	$t_з = 1E - 0,57 \cdot N^2 - 0,0299 \cdot N + 19,02$	$R^2 = 0,99$
Середня кількість зупинок	$n_{зуп} = 7E - 0,76 \cdot N^2 - 0,0009 \cdot N + 0,386$	$R^2 = 0,98$
з каналізованим рухом		
Середня довжина затору	$L^K_{зат} = 0,075 \cdot e^{0,0026 \cdot N}$	$R^2 = 0,97$
Середня затримка	$t^K_з = 1E - 0,5 \cdot N^2 - 0,032 \cdot N + 18,99$	$R^2 = 0,99$
Середня кількість зупинок	$n_{зуп} = 9E - 0,7 \cdot N^2 - 0,002N + 1,26$	$R^2 = 0,99$

За отриманими залежностями (табл. 1) будуємо графіки доцільності організації каналізованого руху (рис. 1-3).

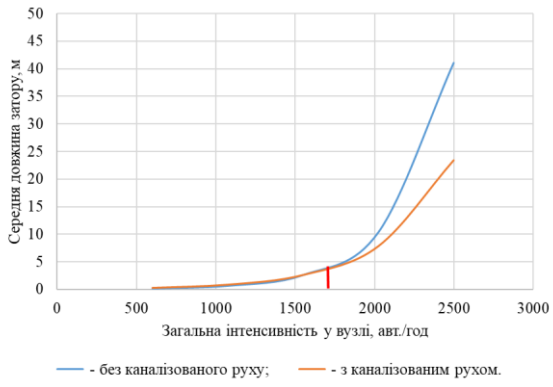

Рисунок 1 – Доцільність організації каналізованого руху по критерію середньої довжини затору

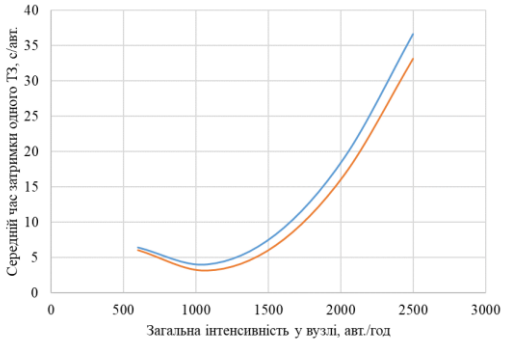

Рисунок 2 – Доцільність організації каналізованого руху по критерію середньої затримки ТЗ

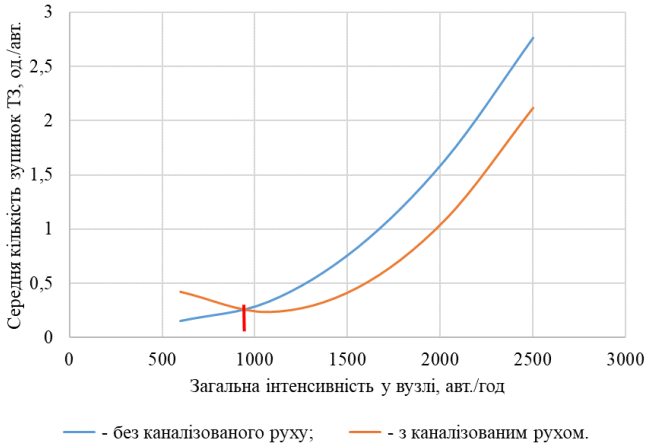

Рисунок 3 – Доцільність організації каналізованого руху по критерію середньої кількості зупинок ТЗ

Визначено, що доцільне застосування каналізування руху транспорту. Причому, із збільшенням значень вхідних потоків транспорту різниця між показниками ефективності транспортної мережі при організації каналізованого руху та без його застосування значно збільшується.

Проведено оцінка впливу організації каналізованого руху в залежності від інтенсивності транспортних потоків на показники ефективності транспортної мережі. Визначені залежності, які описують даний вплив:

- із збільшенням інтенсивності транспортних потоків збільшується середня довжина затору як без застосування каналізованого руху, так й з каналізованим рухом;
- із збільшенням інтенсивності транспортних потоків збільшується середня затримка, що приходиться на один транспортний засіб як без застосування каналізованого руху, так й із ним;
- із збільшенням інтенсивності транспортних потоків збільшується середня кількість зупинок одного транспортного засобу як без застосування каналізованого руху, так й з каналізацією руху.

Висновок. Організація каналізованого руху може значно покращити ефективність функціонування транспортної мережі. Основні переваги організації каналізованого руху полягають у зменшенні кількості заторів та зниженні часу простою автомобілів, що дозволяє підвищити пропускну здатність доріг і підвищити швидкість руху.

Загалом, організація каналізованого руху може позитивно впливати на показники ефективності функціонування транспортної мережі, такі як швидкість руху, пропускна здатність та безпека дорожнього руху. Однак, важливо розглядати такий підхід в комплексі з іншими заходами покращення транспортної інфраструктури та організації дорожнього руху.

Розроблені залежності показують, що застосування каналізованого руху не зменшує загальної інтенсивності транспортних потоків, але може покращити ефективність транспортної мережі шляхом зменшення середньої довжини заторів, затримок та кількості зупинок на один транспортний засіб. Однак, результати можуть залежати від конкретних умов дорожнього руху,

таких як кількість смуг рух, наявність світлофорів, місцеві особливості тощо. Тому перед застосуванням каналізованого руху слід провести детальний аналіз дорожньої інфраструктури та врахувати всі фактори, що можуть впливати на ефективність руху.

Література

1. Хомяк Я.В. (1986) Организация дорожного движения. К: Вища школа

2. Потійчук О. Б. & Піліпака Л. М. (2020) Транспортні розв’язки. Рівне: НУВГП.

МОНІТОРИНГ ТРАНСПОРТНИХ ТА ПІШОХІДНИХ ПОТОКІВ ЯК ЗАСІБ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Явтушенко Д. В., студент гр. Т-36т1-20
Птиця Г. Г., канд. техн. наук, доц.

Збільшення ефективності використання існуючих транспортних мереж дуже важливе, оскільки інтенсивність транспортних потоків постійно зростає, тоді як можливості створення нових доріг дуже обмежені. Як альтернатива будівництву нових доріг існує можливість більш ефективного використання існуючих. Це, зокрема, можливо завдяки застосуванню Інтелектуальних Транспортних Систем (ІТС), які дозволяють знизити час поїздки, час простою в заторах та на перехрестях, знижуючи тим самим шкідливі викиди автомобілів.

Традиційні системи керування світлофорною сигналізацією мають вбудовані контролери та таймери з заданим фіксованим часом між сигналами. Однак такий варіант регулювання рухом транспортних та пішохідних потоків (з фіксованим часом) не зручний для міст, де потік руху є змінним. Тому, для забезпечення зміни режимів роботи елементів системи управління, актуальним є напрямок застосування адаптивних (динамічних) систем управління дорожнім рухом, яка спроможні розпізнавати параметри потоків в тому чи іншому напрямі і відповідно до цього запропонувати зміни для дорожньої сигналізації.

Також дані про характеристики транспортних потоків є основною вихідною інформацією при розробці комплексних транспортних схем і інженерних проектів організації дорожнього руху. Також, данні реальних спостережень за параметрами транспортних потоків використовуються для розвитку та вдосконалення вулично-дорожньої мережі міст. Зокрема, у світовій практиці має місце застосування транспортного планування та моделювання (пакет імітаційного моделювання Rockwell Arena; пакет імітаційного моделювання AnyLogic; пакет імітаційного моделювання PTV VISION VISSIM), які повинні здійснюватися на основі достовірних та перевірених даних про параметри транспортних потоків.

Основними характеристиками транспортних потоків прийнято вважати їх інтенсивність, швидкість, щільність і склад. Дані параметри носять кількісний характер. Якісну ж оцінку характеристик руху розкривають такі параметри, як інтервал часу між автомобілями, темп руху і відстань між автомобілями. У цілому ряді випадків більш важливим є знання розподілу інтервалів і дистанцій, чим інтенсивності і щільності, тому що вони більш повно розкривають суть характеру руху транспортного потоку. Разом з тим найбільш простим і дешевим є вимір інтенсивності руху.

Сучасні досягнення в електроніці та мікропроцесорній техніці стали підґрунтям впровадження моніторингу на транспорті – системи постійного контролю параметрів транспортних потоків, їх руху та навігації. В науково-технічній літературі виділяється два основних види моніторингу:

– моніторинг стану (включає інтерпретатор вимірюваних параметрів у термінах стану, що є експертною системою підтримки прийняття рішень про стан об'єкта та керування ним);

– моніторинг параметрів (в фокусі конкретний параметр).

Одним із головних завдань моніторингу в дорожньому русі є забезпечення безпеки. Завдяки датчикам, бортовим комп'ютерним системам, детекторам транспорту, спеціалізованим застосункам, учасники руху можуть отримувати попередження про поточні (критичні) стани, що можуть призвести до негативних наслідків.

Важливими функціями моніторингу на транспорті та в дорожньому русі є:

– дозволяє відстежувати рух транспорту та контролювати дотримання швидкісного режиму;

– забезпечує оперативне керування доставками товарів до місця призначення, відслідковуючи рух товарів. Автоматизована обробка великих масивів даних у центрах керування та контролю за процесом перевезення дозволяє прогнозувати час прибуття транспорту та уникати затримок;

– впливає на зменшення витрат на організацію перевезень. За допомогою електронного обміну інформацією та документообігу можливо значно зменшити витрати на роботу організаторів перевезень та збільшити ефективність їх діяльності;

– дозволяє зменшити кількість аварій на дорогах, оскільки учасники руху можуть бути своєчасно попередженими.

Таким чином, система моніторингу стану транспортних та пішохідних потоків є важливою складовою для підвищення ефективності та надійності роботи всієї транспортної системи (міста, району, регіону, країни), а також забезпечення безпеки на дорозі. Ці інтегровані системи аналізу та інформування не тільки дозволяють знизити кількість аварій на дорозі, та можуть забезпечити покращення експлуатаційних характеристик транспортних засобів, що є вигодою як для індивідуальних користувачів, так і для суспільства в цілому. Оскільки такі системи моніторингу в складі АСКДР також дозволяють формувати різні режими руху, що забезпечують оптимальний рівень паливної ефективності та зниження викидів шкідливих речовин.

Система детекції транспорту є важливим компонентом для забезпечення безпеки та регулювання трафіку на дорозі. Вона складається з різних компонентів, таких як датчики, контролери, модулі відеореєстрації, канали передачі даних та програмно-апаратне забезпечення.

Датчики встановлюються на вулицях і дорогах та реєструють прохід транспортних засобів, передаючи інформацію до контролера або центру управління. Ця інформація може бути використана для прийняття рішення про корегування роботи світлофорних об’єктів, в залежності від виявленого потоку транспорту.

Додаткові модулі відеореєстрації можуть бути встановлені для детальнішого аналізу трафіку та класифікації транспортних засобів за

різними параметрами, такими як швидкість, розмір та тип.

Система детекції транспорту також може використовуватись для автоматизованого контролю оплати проїзду по магістралі, моніторингу паркування та масогабаритного контролю. Ці додаткові функції можуть бути реалізовані за допомогою спеціального програмно-апаратного забезпечення.

В цілому, система детекції транспорту є ефективним інструментом для поліпшення дорожньої безпеки та регулювання трафіку на дорозі. Детекторні системи можна розділити на різні типи в залежності від їх функціонального призначення:

– Прохідні детектори;
– Детектори присутності;
– Детектори стоп-лінії
– Тактичні детектори;
– Стратегічні детектори;

Для виявлення транспортних засобів на вулицях і дорогах можуть бути застосовані різні системи детекції за їх виконанням: детектори електромагнітного типу; котушкові детектори; індукційні петлі; п'єзоелектричного типу (третє поколінням детекторів); бездротові детектори, радарний детектор; оптичний відеодетектор; ультразвуковий детектор; поляризаційний детектор; фотоелектричний детектор; лазерний детектор; тензодетектор; датчик вібрації.

Реалізація моніторингу з використанням різних типів систем детекції, дозволяє організувати мобільність населення, транспортні процеси та безпечне пересування всіх учасників на більш високому рівні якості, що збільшує ефективність управління дорожнім рухом.

Література

1. Інтелектуальна система моніторингу дорожнього руху. Київ : НАУ, 2021. URL: https://nau.edu.ua/ua/menu/science/naukovi-rozrobki/intelektualna-sistema-monitoringu-dorozhnogo-ruxu.html

3. Поліщук В.П., Кунда Н.Т. Інформаційне забезпечення учасників дорожнього руху: Навч. Посібник.-К.: ЇЗМН. 1998 – 132 с.

4. Кір’янов О. Ф. Інформаційні технології на автомобільному транспорті : навч. посібник / О. Ф. Кір’янов, М. М. Мороз, Ю. О. Бойко. – Харків : «Друкарня Мадрид», 2015. – 272 с.

5. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2011. – 467 с.

6. Птиця Г.Г., Абрамова Л.С., Ширін В.В., Капінус С.В. Конспект лекцій з дисципліни «Транспортне планування міст». Х: ХНАДУ 2022. URL: https://dl2022.khadi-kh.com/pluginfile.php/270268/mod_resource/content/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ РУХУ ВЕЛОСИПЕДИСТІВ

Котенко А. В., студентка гр. Т-36т1-20
Птиця Г. Г., канд. техн. Наук, доц.

В більшості розвинених країн світу все більшого розвитку отримує вид так званої «soft (low) mobility», як способу вирішення транспортних проблем в місті. Така мобільність включає всі способи пересування самостійно (їзда на велосипеді, ходьба, катання на роликах тощо). В нашій країні цей термін поки що не є сталим, але в літературі найчастіше зустрічається термін «мала» або «м'яка» мобільність.

В останні роки в Україні також з'явилися нові види транспорту для персонального користування, які не належать до жодних інших груп і розвиток яких не підпорядковується жодній структурі. Кількість поїздок, що здійснюються новими транспортними засобами, збільшується щоденно. Це теж підсилює необхідність розробки підходів щодо ефективної (безпечної) організації руху на вулично-дорожній мережі в містах з урахуванням всіх учасників руху.

На основі аналізу науково-технічної літератури встановлено, що ступінь розвитку відповідної інфраструктури в містах різних країн, і навіть в межах однієї країни, суттєво різниться. В Україні розвиток такої інфраструктури знаходиться переважно на початковому етапі. Однак відомий соціально-економічний потенціал інфраструктури малої мобільності вказує на актуальність та невідворотність розвитку даного виду пересувань. Порівняльний аналіз основних вимог, що висуваються до велосипедних шляхів в Україні та за кордоном вказує на недосконалість нашої нормативної документації та відсутність сталих типових рішень, що також підтверджує актуальність обраної теми.

Проаналізувавши багато джерел з інформацією про правила дорожнього руху (далі ПДР), права та обов'язки велосипедиста виявилося, що в нашому законі є не так багато про забезпечення умови для руху користувачів велосипедами. Але розберемо декілька факторів, що безпосередньо стосуються велосипедистів.

Середня швидкість велосипедиста в місті складає 18-20 км/год. на прямій ділянці дороги (при сповільненні через підйом на гору, чи через перешкоду та зупинки на світлофорі швидкість руху може знизитися до 0; якщо рухатися з гори вниз, то прискорення в залежності від куту спуску становить близько 50 км/год.), це звичайно менша швидкість ніж в автомобіля, через це виникають складнощі з пересуванням по одній дорозі власників авто та велосипедів. Є декілька правил, що допомагають велосипедисту пересуватися проїзною частиною. Він займає праву смугу, та зобов'язаний їхати якомога правіше до тротуару (це пов'язано з тим, що раніше в правилах дорожнього руху було зазначено, що велосипедист має рухатися не далі ніж на 1 м від тротуару, але край проїзної частини часто

повністю заставлений припаркованими транспортними засобами).

Оскільки велосипедисти користуються однією дорогою разом із власниками автомобільного транспорту, для них не передбачені окремі технічні засоби для організації їхнього руху, тому користувачі велосипедного транспорту користуються тими ж дорожніми знаками та покажчиками, світлофорами та дорожньою розміткою, дотримуються правил безпеки як і інші учасники дорожнього руху.

Вимоги, яких необхідно дотримуватися при створенні велосипедних шляхів сполучення включають в себе:

- зміна напрямів шляху: попри необов'язковість проходження шляху ідеальною прямою, повороти не мали б формувати кут понад 90°, а оптимальними є кути менші, ніж 45°;
- однорідність: як в сенсі покриття та якості поверхні, так і в ширшому сенсі (напр. складність чи безпека);
- інформативність: адекватно позначена та містить достатньо туристичної інформації, корисної як для місцевих, так і міжнародних туристів, в т.ч. про діючі місцеві правила пересування;
- забезпеченість: в першу чергу елементами інфраструктури (торгівля, громадське харчування, доступ до питної води, навіси/альтанки сервіс тощо), оптимальне значення відстані — 20-25 км а ін.

Тип велосипедної інфраструктури, технічні параметри кожної велосипедної доріжки (ширина, покриття, колір, розмітка) визначаються проектною організацією індивідуально для кожної вулиці, враховуючи місцеві умови та вимоги державних стандартів і може бути реалізованим у такій формі, як: велосипедні смуги; велодоріжка з одностороннім рухом; велодоріжка з двостороннім рухом; велопішохідна доріжка із одностороннім рухом; велопішохідна доріжка із двостороннім рухом.

Велотранспортна система міста має відповідати наступним вимогам:

1. Безпека (мінімальний ризик поранення чи травми; відчуття безпеки; достатній транспортний простір);
2. Надійність (можливість використання при несприятливих погодно-кліматичних явищах; вандалостійкість);
3. Послідовність (єдина система, що пов'язує основні місця початку поїздок та місця призначення; безперервність та однорідність за якістю пересування; наявність інформаційних покажчиків та варіантів маршруту);
4. Прямота (прямі, засновані на кореспонденціях маршрути; мінімальна затримка на перетинах; максимально допустима швидкість рух);
5. Привабливість (наявність освітлення; естетика та інтеграція з вуличним простором; доступ до об'єктів сервісу; близькість до природного середовища; оздоровлення під час руху);
6. Комфорт (шорстке покриття; мінімальні ухили; виключення складних маневрів; мінімізація потреби спішуватись та перешкод від ТЗ; захист від несприятливих погодно-кліматичних явищ);
7. Екологічність (мінімальна площа землевідведення під інфраструктуру; мінімальні викиди забруднюючих речовин, рівень шуму;

мінімальне споживання невідновлюваних енергоресурсів).

Виконання зазначених вимог залежить, перш за все, від якості велоінфраструктури, яка має проектуватися з використанням найбільш ефективних для конкретних міст архітектурно-планувальних та інженерно-технічних рішень, а також діючих нормативних документів.

Виділення велодоріжки вздовж проїзної частини в Україні:

– велосипедні доріжки повинні відокремлюватися від проїзної частини або від стоянок автомобілів за допомогою захисних поділяючих смуг шириною 0,5 м та 1,5 м відповідно. Вони можуть відрізнятися за кольором чи матеріалом від основної проїзної частини;

– на місці перетину велодоріжки з проїзною частиною наноситься спеціалізована кольорова розмітка 1.15 (червоний колір), що попереджає велосипедистів, пішоходів та водіїв про необхідність долати ці ділянки з особливою увагою. Також використовується дорожня розмітка 1.1 та 1.7. Лінія розмітки суцільна з шириною 0,1 м;

– обов'язки велосипедистів регламентуються дорожньою розміткою 1.36 «Рух велосипедистів»;

– на ділянці маршруту, де це необхідно (наприклад, при відсутності газону між велодоріжкою і проїзною частиною) передбачено встановлення обмежувальних стовпчиків, що виключають можливість заїзду автомобілів на велодоріжку чи тротуар (делініаторів);

– ширина смуги, що розмічається, як правило, дорівнює 1,8 м.

Найкращім варіантом для вирішення проблеми безпечного пересування велосипедистів по місту є створення велосипедних доріжок, але оскільки це досить тривалий та дорогий варіант розв’язання проблеми, можна запропонувати досить простий спосіб вирішення – на проїзній частині дорожньою розміткою виділити певну ділянку смуги руху для велосипедистів. Таким чином буде усунуто проблему з дистанцію між велосипедистом та автомобілем.

Література

1. Правила дорожнього руху України. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 31 грудня 1993 р. N 1094. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1094-93-%D0%BF#Text

2. Планування та забудова територій. ДБН Б.2.2-12:2019. – К.: Мінрегіон України, 2019. 183 с. – (Державні будівельні норми України)

3. Безпека руху велосипедиста: правила та поради, які варто врахувати під час поїздки велосипедом - https://ns-plus.com.ua/2019/07/15/bezpeka-ruhu-velosypedysta-pravyla-ta-porady-yaki-varto-vrahuvaty-pid-chas-poyizdky-velosypedom/

4. Головні правила дорожнього руху для велосипедистів - http://road.safe-city.com.ua/nagaduyemo-golovni-pravyla-dorozhnogo-ruhu-dlya-velosypedystiv/

6. Стратегія розвитку велосипедного руху України на період до 2030 року. URL: https://docs.google.com/document/d/1QieNVcgCxtmFM8Td_uJMkRlVve1X23HI/edit

ВИКОРИСТАННЯ ВОДІЯМИ РЕМЕНЯ БЕЗПЕКИ В М. ХАРКІВ

Подгорний М., студент гр.. ТД-52-22

Пасивна безпека автомобіля та дороги проявляється в тих випадках, коли у водія відсутня можливість запобігти ДТП через втрату автомобілем стійкості (занос, перекидання) або дестабілізації елементів його системи (переміщення важкого вантажу в кузові або занос причепа), недосвідченості, стомлення, фізичних вад, раптового погіршення здоров'я. При втраті автомобілем маневреності та керованості, що може бути наслідком недоліків його конструкції, технічної несправності, незадовільного стану окремих агрегатів і систем автомобіля. У цих ситуаціях водій стає пасивним учасником подій, і тяжкість наслідків ДТП залежить в основному від конструктивних особливостей автомобіля, швидкості його руху, параметрів автомобільної дороги, використання водієм і пасажирами ременів безпеки.
Ступінь впливу властивостей автомобіля і дороги, що забезпечують пасивну безпеку, неоднакова для різних видів ДТП. При наїзді автомобіля на пішохода зовнішня пасивна безпека транспортного засобу оцінюється тим, наскільки ретельно при конструюванні автомобіля враховані фактори, що сприяють зниженню тяжкості тілесних ушкоджень: чи дотримана певна послідовність нанесення удару (в ногу, таз, груди, голову); чи забезпечена достатня тривалість силового контакту елементів транспортного засобу з пішоходом; чи вжиті заходи щодо утримання тіла на капоті легкового автомобіля або зниження висоти, з якої тіло падає на проїжджу частину після переміщення по капоту.

Пасивну безпеку дороги можна охарактеризувати такими її властивостями, які сприяють запобіганню або мінімізації вірогідності появи додаткових травм від волочіння людини по дорожньому покриттю, струсу тіла при відкиданні від автомобіля на проїжджу частину (узбіччя, тротуар, розділову смугу) та його зіткнення з різними предметами. Мова йде про шорсткість поверхні та жорсткість дорожнього одягу, узбіч і предметів, про які може вдаритися пішохід. Фахівці з судової медицини виділяють такі травми в окрему групу і відзначають, що наслідки ДТП виявляються менш серйозними, якщо людина, відкинута від автомобіля, падає на м'яку поверхню (наприклад, в сніговий замет або на трав'янисту поверхню). Однак можливий перелік заходів щодо підвищення пасивної безпеки дороги стосовно даного виду ДТП вельми обмежений, і не може бути запроваджений в життя через суперечності з вимогами до забезпечення міцності дорожнього одягу та шорсткості покриття.

Аналіз статистичних даних показує, що до 25% від кількості ДТП пов'язано з наїздами на автомобіль, що рухається попутно попереду чи зупинений. Щоб зменшити тяжкість травм, треба обмежити переміщення голови водія чи пасажирів щодо тулуба. Для цього призначені підголівники. Підголівники — єдиний засіб захисту шиї від навантажень, обумовлених ударом в автомобіль ззаду.

Компанією Ibeo Automobile Senser GmbH розроблений лазерний сканер, що дозволяє не тільки визначати дистанцію до об'єктів, які знаходяться перед автомобілем, їхню швидкість, але й розпізнавати їх тип.

Лазерний сканер може бути також з успіхом застосований в системах попередження зіткнень. Такі системи повинні розпізнавати небезпечні переміщення учасників дорожнього руху, які перебувають перед автомобілем і збоку від нього, і при необхідності впливати на системи активної і пасивної безпеки. Наприклад, вони повинні викликати попередній натяг ременів безпеки, підвищувати до певного значення тиск в гальмівному приводі, а також приводити в стан готовності подушки безпеки і засоби захисту пішоходів.

У проекті APIA (Aktiv-Passiiv-Integrations-Ansatz) фірма Continental пропонує об’єднання системи активної і пасивної безпеки автомобіля, що, на думку фахівців, запобіжить аварії або пом'якшить обумовлені аварією пошкодження. APIA використовує інформацію від усіх систем активної і пасивної безпеки, і на підставі цього визначає ступінь небезпеки.

APIA заснована на обміні даними між усіма системами активної і пасивної безпеки автомобіля. У аварійний процесор стікається вся інформація про дії водія, характер руху автомобіля і дорожніх умовах. При русі процесор розраховує потенціал небезпеки, який відображає можливість аварії в даний момент. Якщо цей потенціал перевищує допустимі значення, аварійний процесор поетапно вживає захисні заходи:

- оптичне або інше попередження водія;
- попередня готовність гальмівного контуру для прискорення спрацьовування гальмівних механізмів;
- активізація натягувача ременів безпеки для усунення їх нещільного прилягання;
- закриття бічних вікон та люка в даху;
- зміщення передніх сидінь в положення, оптимальне для спрацьовування надувних подушок безпеки.

При натисканні водієм педалі гальма і по швидкій зміні ноги з педалі акселератора на гальмо датчики розпізнають початок гальмування: прискорювач негайно починає працювати з максимальним тиском в приводі; натягувачі ременів безпеки активізуються в максимальному ступені. Якщо зіткнення, проте, відбувається, аварійний процесор залежно від тяжкості та типу аварії пускає в хід адаптивні подушки безпеки.

Фахівці SAAB запропонували систему безпеки з двох плечових ременів SSB (Saab Supplementary Belt). Додатковий ремінь із двох точковим кріпленням проходить через плече і охоплює груди водія або переднього пасажира і закріплюється у верхній частині спинки кожного сидіння.

Для надійного закріплення ременів використовуються натягувачі. Сила натягу ременів регулюється, щоб водій міг міцніше утримуватися на сидінні при їзді по звивистій або поганій дорозі. Хоча ремінь має дві окремі петлі, його можна легко і швидко відстебнути, натиснувши одну кнопку.

Застосування ременя безпеки запобігає переміщенню пасажира по інерції, і, відповідно, можливим його зіткненням з деталями інтер'єру транспортного засобу або з іншими пасажирами (так звані вторинні удари), а також гарантує, що пасажир перебуватиме в положенні, що забезпечує безпечне розкриття подушок безпеки. Крім цього, ремені безпеки при аварії дещо розтягуються, тим самим поглинаючи кінетичну енергію пасажира і додатково гальмуючи його рух, і розподіляють зусилля гальмування на велику поверхню. Розтягування ременів безпеки здійснюється за допомогою пристроїв подовження і амортизації, забезпечених енергопоглинаючими засобами. Можливе також використання в ременях безпеки автоматичних пристроїв створення натягу.

В Україні згідно з Правилами дорожнього руху використання ременів безпеки є обов'язковим для водія і всіх пасажирів, в том числі тих, що перебувають на задньому сидінні. Дозволяється не пристібатися особі, яка навчає водінню, якщо за кермом учень, а в населених пунктах, крім того, водіям-інвалідам, водіям і пасажирам оперативних та спеціальних транспортних засобів і таксі [2].

У зв'язку з цим є актуальним проведення досліджень, спрямованих на визначення рівня використання ременів безпеки водіями та пасажирами в Україні.

Як показують спостереження в м. Харкові, далеко не всі водії, чиї транспортні засоби обладнані ременями безпеки, використовують їх під час руху. Коефіцієнт використання ременів безпеки можна визначити як

$$K_И = \frac{N_и}{N_к}, \qquad (1)$$

де $N_и$ - кількість учасників дорожнього руху, які використовують ремені;

$N_к$ - загальна кількість учасників руху, які зазнали контролю.

Коефіцієнт використання ременів безпеки у 2022 році в м. Харкові склав 0,13.

Література

1. Мигаль В.Д. Технічна безпека автомобілів : справ. посібник. – Х.: Майдан, 2011, 202 с.

2.Степанов О.В., Рябушенко О.В. Правила дорожнього руху. Посібник для авто шкіл України.– Х.: ФОП Ступак А.І., 2014, 272с.

КОНСТРУКТИВНА БЕЗПЕКА АВТОМОБІЛЯ

Бондарєв І. А., студент гр. ТД-51-22

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, інформаційну, післяаварійну та екологічну [1, 2].

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.

У деяких випадках причиною ДТП є неадекватна поведінка водія в аварійних ситуаціях і неповне використання гальмівних можливостей автомобіля (деякі водії в стресовому стані починають недостатньо сильно тиснути на педаль гальма). Щоб уникнути подібних ситуацій в гальмівну систему вводять підсилювачі екстреного гальмування. Сигналом спрацьовування підсилювача екстреного гальмування служить різке натиснення на педаль гальм [1].

З метою підвищення активної безпеки сучасних автомобілів конструкція їхніх приладів освітлення постійно вдосконалюється. Як джерела світла використовуються не тільки галогенні, але і газорозрядні лампи і світло діоди підвищеної яскравості. Все більш широко автомобілі обладнуються активним головним освітленням, що дозволяє створювати безпечні умови при поворотах автомобіля вночі і враховувати положення кузова щодо горизонту і дороги при різних швидкостях руху. В якості вхідних параметрів для розрахунку функцій активного головного світла служать кут і швидкість повороту рульового колеса, швидкість обертання коліс і кутова швидкість повороту автомобіля, крен кузова.

Істотний вплив на активну безпеку автомобіля має технічний стан коліс та сполучених з ними елементів. Одним з важливих вимог безпеки до коліс є надійність їх монтажу на маточинах. Не допускаються тріщини в диску колеса, відсутність гайок або болтів кріплення диска, а також відхилення моменту їх затягування від встановленого заводом-виробником значення.

Активна безпека автомобіля пов'язана з його керованістю, ефективністю і надійністю рульового управління, яке має дозволяти водієві оперативно і без великих зусиль задавати необхідну траєкторію руху автомобіля на будь-якій швидкості.

На активну безпеку автомобіля впливають й інші елементи: зчіпні пристрої автомобілів-тягачів, звуковий сигнал, ресори та ін.

Активна безпека в певній мірі залежить також від динамічних властивостей автомобіля. Тягові властивості (тягова динаміка) автомобіля визначають його здатність швидко збільшувати швидкість руху. З цими властивостями багато в чому пов'язана впевненість водія при обгоні і проїзді

перехресть. Велике значення тягова динаміка має для виходу з аварійних ситуацій, коли гальмувати вже пізно, маневрувати не дозволяють складні умови, а уникнути ДТП можна тільки збільшивши швидкість.

Також сила тяги на колесі не повинна бути більше сили зчеплення з дорогою, інакше колесо почне пробуксовувати. При зниженні зчеплення з дорогою навіть невелика сила, спрямована уздовж вісі обертання колеса, призводить до його зміщення, тобто боковому юзу та некерованій зміни траєкторії руху автомобіля. Для запобігання такого явища сучасні автомобілі, обладнані анти блокувальною системою (АБС), часто додатково оснащують спеціальною протибуксувальною системою (ПБС). При розгоні автомобіля ПБС автоматично пригальмовує колесо, швидкість обертання якого більше, ніж у інших коліс, а при необхідності зменшує потужність двигуна і тягову силу на колесах. Все це підвищує активну безпеку автомобіля.

Велику роль в питаннях активної безпеки автомобіля має комфортабельність робочого місця водія. Комфортабельність автомобіля визначає час, протягом якого водій здатний керувати автомобілем без втоми. Однією з умов комфортабельності робочого місця є наявність регульованого по фігурі водія сидіння, зручність розташування органів управління автомобілем, підтримання оптимальної температури і вентиляції кабіни. Сюди ж треба віднести зручність огляду щитка приладів, їх підсвічування. Збільшенню комфорту сприяє використання автоматичної коробки передач, регуляторів швидкості (круїз-контроль). В даний час випускаються автомобілі, обладнані адаптивним круїз-контролем. Він не тільки автоматично підтримує швидкість на заданому рівні, а й за необхідності знижує її аж до повної зупинки автомобіля. На комфортабельність автомобіля істотний вплив роблять плавність ходу, а також рівень вібрацій і шуму в кабіні.

При проектуванні елементів робочого місця водія і, зокрема, панелей приладів, слід знаходити компроміс між інформативністю сигнальних пристроїв та їх відволікаючим впливом. Зайвими є яскраві спалахи сигнальних ламп або різкі звуки зумерів, що різко перемикають увагу водія і здатні приводити до помилок в управлінні автомобілем, тобто знижувати активну безпеку.

Пристрій контролю руху по смузі зазвичай містить дві телекамери та блок управління. Система розпізнавання налаштована так, що в ідеалі лінії розмітки праворуч та ліворуч від автомобіля мають перебувати на однаковій відстані від нього. Якщо машина відхиляється від осі смуги і перетинає лінію розмітки, а водій не включив перед цим покажчик повороту, то Lane Assist попереджає його звуковим та світловим сигналами. У деяких автомобілів звуковий сигнал замінений вібратором у спинці або подушці сидіння. Надалі передбачається широке застосування активних систем, здатних самостійно вертати автомобіль на смугу руху.

Радар, який контролює простір перед автомобілем, дозволяє реалізувати й режим перед аварійної підготовки. Якщо зіткнення неминуче, електронний блок управління дасть команду на включення переднатягувачів

ременів безпеки, та навіть автоматично від'єднає акумуляторну батарею після аварії, щоб уникнути короткого замикання в бортовій електричній мережі. До речі, при незначному зіткненні, коли ризику короткого замикання немає, система безпеки дозволяє продовжити рух. Часто ДТП відбуваються через обмежену видимість прямо перед капотом або в районі дверей, тому автомобілі почали оснащувати радарами та телекамерами, які контролюють простір в так званих «мертвих зонах». Якщо при спробі здійснити маневр в небезпечній близькості виявиться перешкода або інший транспортний засіб, водія попередять звуковий і світловий сигнали.

Встановивши спеціальну телекамеру, яка фіксує напрямок погляду водія та ще ряд параметрів, в тому числі частоту миготіння очей, а також додаткові датчики на рульовому колесі, можна «навчити» електронний блок управління завчасно визначати настання втоми у водія. Система в змозі зафіксувати момент, коли водій відволікається від керування автомобілем, і може привернути його увагу або включенням світлової доріжки, або звуковим сигналом.

Оснащення автомобілів пристроями, які контролюють навколишній простір і розпізнають зовнішні дорожні небезпеки, сигнали або орієнтири, аналізують їх і на цій основі або інформують водія про небезпеки, або не тільки дають сигнали водієві, а й через спеціальні приводні системи включаються в керування автомобілем (сучасний круїз-контроль не тільки тримає постійної задану швидкість руху, а й контролює дистанцію до транспорту, що їде попереду, а система паркування паркує автомобіль на обмежений простір швидше, точніше і безпечніше ніж багато водіїв). На сучасних німецьких автомобілях застосовуються 23 види допоміжних систем. Найпоширенішими з них є ABS (88 %), ESC (60 %), круїз-контроль (38 %), паркувальна система (32 %), датчик дощу (28 %), навігаційні системи (21 %), коректор світла (12 %) тощо [1, 2]. Як приклад досить простої системи допомоги водієві можна загадати ізраїльську систему Mobileye. Основні компоненти системи — цифрова камера та мікропроцесор, які встановлюються під лобовим склом. Відеозображення сприймається камерою і в цифровому виді передається процесору, програмне забезпечення якого дозволяє визначити відстань до об’єктів, що знаходяться попереду: автомобілів, пішоходів і навіть великих тварин, а потім порівнювати поточне положення автомобіля щодо інших учасників руху із заздалегідь закладеними даними про безпечні дистанції. Розробниками системи Mobileye вже розглянуто більше 1000 можливих дорожніх ситуацій, на основі яких розроблено програмні моделі, що дозволяють спрогнозувати будь-який розвиток подій.

За рахунок комп’ютерних пристроїв і відповідних програм розпізнавати потенційні небезпеки: виявляти первинні ознаки ризик-факторів, складати образи небезпек і оцінювати їх, спів ставляти з параметрами власного руху, пропонувати водієві здійснити необхідні в таких випадках дії або незалежно від водія втрутитися через спеціальні виконавчі пристрої в керування

автомобілем. За швидкодією, повнотою оцінки ризиків та адекватністю реагування такі системи перевищують аналогічні дії людини.

Наступним кроком, що розширює роль інтелектуальних систем у підвищенні безпеки руху, є розробка таких інформаційно-технічних систем транспортних засобів, які не тільки мають здатність до забезпечення безпеки для самого себе, а й можуть обмінюватися між собою інформацією, а їхнє програмне забезпечення здатне реалізувати принцип колективної безпеки. Комплекс дає можливість кожному з них знати про параметри руху інших і відстежувати траєкторію їхнього руху для застосування превентивних заходів, унеможливлюючи зіткнення. Такі системи колективної безпеки ефективно проявлять себе в тумані або за інших обмеженнях видимості. Особливо треба відзначити значення таких систем при вирішенні проблеми дорожньої безпеки на залізничних переїздах.

У більш досконалому варіанті така система може також інформувати бортові системи автомобіля про роботу світлофорів, знаків і про дорожні умови (це називається Car-2-Infrastructure) [1, 2].

Розробки в цьому напрямі ведуться і в Мюнхенському технічному університеті, який активно співпрацює з Toyota, Chrysler, Ford, Hyundai-Kia, Mercedes-Benz, а також виробниками запчастин і комплектуючих Delphi Automotive Plc, Denso Corp і Robert Bosch GmbH. Де досліджується яким чином за рахунок великої комунікаційної мережі може здійснюватися визначення дорожньої ситуації та збір додаткових даних, надання на основі цього інформації про транспортний потік, а також підвищення безпеки та інтелектуальності системи керування рухом.

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.

За умови безперервного вдосконалення конструкцій автотранспортних засобів для підвищення безпеки людини при ДТП необхідно як узагальнення та концентрація наявних відомостей, так і розробка нових концепцій зближення теорії та практики забезпечення безпеки дорожнього руху.

Література

1. Мигаль В.Д. Технічна безпека автомобілів: справ. посібник. – Х.: Майдан, 2011, 202 с.

2. Кашканов А. А., Кужель В.П. Організація дорожнього руху**:** навчальний посібник.– Вінниця: ВНТУ, 2016, 125 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ НА ЙОГО ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ

Мордвінова А. М., студентка гр. Тд-51-22
Холодова О. О., канд. техн. наук, доц.

У наш час кількість автомобілів у всьому світі невпинно зростає, а вони є найбільшими забруднювачами атмосферного повітря в містах. Саме викиди автотранспорту становлять 70-85 % від загальних. При цьому аж чверть всіх автомобілів в Україні - це старі моделі, що не відповідають жодним екологічним нормам. До того ж, на тих вулицях міст, де щодня спостерігається скупчення транспортних засобів (ТЗ), концентрація токсинів у повітрі перевищує допустиму в 3-4 рази [1]. Перехрестя – найбільш небезпечні елементи вуличної-дорожньої мережі (ВДМ), на яких відбувається за статистикою найбільша кількість ДТП, і чимало з них провокуються не лише недбалістю водіїв, а й недосконалою організацією дорожнього руху (ОДР), яка впливає також і на збільшення транспортних затримок, утворення заторів, що, в свою чергу, викликає зниження швидкості пересування і невиправдану перевитрату палива. Постійні затори перед перехрестями, часті зупинки, гальмування і набирання швидкості є причинами підвищеного забруднення повітряного басейну міста і транспортного шуму.

Актуальність проблеми зменшення негативного впливу автотранспорту на навколишнє середовище потребує широкомасштабних комплексних заходів: зменшення токсичності викидів від кожного окремого ТЗ шляхом удосконалення окремих агрегатів та використання більш безпечних видів палива; зниження концентрації шкідливих речовин (ШР) в атмосферному повітрі за рахунок раціонального планування та забудови примагістральних територій, газозахисних споруд та озеленення; зменшення обсягів викидів від потоків автотранспорту на магістралях шляхом удосконалення транспортно-планувальних характеристик ВДМ та покращення ОДР [2].

У зв’язку із специфічними умовами руху на транспортних розв’язках (зниження швидкості перед поворотом праворуч або ліворуч, виконання власне повороту тощо) саме ці ділянки є найбільш небезпечними для учасників руху та зменшують пропускну спроможність дороги в цілому, що негативно позначається не лише на експлуатаційних показниках роботи автомобільного транспорту, а і на екологічній безпеці перехрестя.

Тому метою даної роботи стало дослідження впливу організації дорожнього руху на перехресті на його екологічну безпеку.

Склад і кількість ШР, що викидаються в атмосферу залежать від типу двигуна і його технічного стану, типу палива, параметрів дорожнього руху, умов експлуатації ТЗ, а також від технічного стану доріг. Тільки в комплексному вивченні цих факторів можна одержати науково обґрунтоване вирішення цієї проблеми. Одними з основними напрямків зниження рівня забруднення навколишнього середовища від автотранспорту є: модернізація

та вдосконалення ВДМ, будівництво нових транспортних розв'язок (в тому числі в різних рівнях), створення окремих магістралей і шляхопроводів для руху пасажирського та вантажного транспорту, організація раціональної схеми маршрутів руху пасажирських та вантажних потоків магістралями міста, створення оптимальних систем управління рухом транспорту, розширення автоматизованих систем управління дорожнім рухом тощо. При впровадженні нових схем ОДР на ВДМ слід завжди оцінювати їх вплив на стан навколишнього середовища.

Існує багато варіантів розрахунку розмірів викидів ШР. Оцінка стану повітряного басейну в населених пунктах проводиться шляхом порівняння реальних концентрацій з ГДК. Але все зводиться тільки до оцінки рівня забруднення навколишнього середовища. Подальший чіткий механізм зменшення екологічного навантаження, шляхом впровадження необхідних заходів, відсутній [3]. Методи прогнозування і моделювання процесу забруднення повітря міста поки відстають від розрахункових методів визначення концентрацій шкідливих викидів стаціонарних джерел. Тому основна увага спеціалістів направлена на створення і удосконалення моделей для розрахунку приземних концентрацій ШР, які враховують вплив різних факторів на характер дисперсії цих речовин в умовах примагістральної забудови. Оскільки кожний метод розрахунку включає в себе різні параметри слід приділяти увагу розробці більш точної універсальної методики розрахунку.

В області розробки більш ефективних методів спостереження і належного контролю за викидами відпрацьованих газів і величинами інтенсивності дорожнього руху, особливо у крупних містах України, ведуться дослідження в напрямку розроблення відповідної мережі спостереження, яка забезпечить отримання необхідних результатів і допоможе швидко провести належні заходи з ОДР на небезпечних з точки зору екології ділянках ВДМ. Але розроблені системи спостереження не досліджують екологічні та технічні характеристики схем ОДР безпосередньо у відповідних місцях на різноманітних ділянках ВДМ, враховуючи забудову навколо [4].

Велика увага приділяється і комплексним схемам ОДР та встановленню функціональних залежностей рівня екологічних характеристик від технічних схем ОДР. Але усі дослідження рівня екологічних характеристик зводяться до того, що враховуючи циклічний характер руху автомобілів в містах, що пов'язано з зупинками перед перехрестями та послідуючим розгоном, в імітаційній моделі проводяться по їздовому циклу [5].

Найбільш несприятливі режими роботи двигунів ТЗ із позиції токсичної характеристики є режими прискорення, уповільнення та холостого ходу. Тому наявність засобів регулювання дорожнього руху на міських магістралях, ефективно вирішуючи проблему забезпечення безпеки руху з одного боку, призводить до підвищення викидів ШР з іншого [6].

Відомі різні методики визначення викидів ШР в залежності від параметрів дорожнього руху. В методиці визначення викидів ШР в залежності від складу та інтенсивності транспортного потоку (ТП) усі показники для розрахунків викидів ШР можна визначити за допомогою натурних спостережень. І хоча це призводить до збільшення часу на дослідження, але отримані результати будуть більш точні, тому що використовуються реальні дані по об'єкту дослідження [7]. Методика визначення викидів ШР в залежності від швидкості ТП, широко розповсюджена в ХНАДУ, виконується в лабораторних умовах, тому, нажаль, не має можливості враховувати реальну ОДР на ділянках ВДМ [8]. Можна визначати викиди в залежності і від затримок руху ТЗ на різних елементах ВДМ з урахуванням ОДР на них. Але усі наведені вище методики не спроможні в комплексі зменшити екологічне навантаження на небезпечних з точки зору екології ділянках ВДМ, шляхом впровадження належних заходів з ОДР.

За програмою «Gaussian Dispersion Model Calculator» та методикою ОНД-86 [9] можна розраховувати інтенсивності забруднення однією з ШР в зоні перехрестя при заборонному сигналі світлофора. Але ця методика підходить для регульованих перехресть, тому не може бути використана як універсальна для різних методів ОДР.

Запропонована в ХНАДУ методика розрахунку рівня забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобілів надає можливість визначати концентрації ШР [10]. На відміну від раніше розглянутих методик ця враховує склад, інтенсивність та швидкість ТП, а також варіант ОДР, закладений у відповідному коефіцієнті (регульоване, саморегульоване, нерегульоване перехрестя, залізничний переїзд, розв'язка в різних рівнях тощо). Але нажаль не враховує, наприклад, різні схеми пофазного роз'їзду на перетинанні, або заборону маневрів на перехресті і т.п.

В сучасних умовах завдяки постійно зростаючим можливостям обчислювальної техніки, програмне забезпечення для розробки різних типів транспортних моделей розвивається швидкими темпами. Спеціалізовані пакети транспортного планування (Emme-3, OmniTrans, Transims, Cube, AIMSUN, TransCAD + Transmodeler, Paramics і S-Paramics, PTV VISSIM, AnyLogic) мають можливість надавати кількісну оцінку основних параметрів транспортного процесу. Одним із більш затребуваних, а також необхідних для визначення екологічних характеристик елементів ВДМ є PTV VISSIM – багатоцільовий пакет для моделювання транспортних потоків на мікрорівні, який вважають ідеальним інструментом для муніципальних і транспортних органів, які працюють над зниженням викидів і дотриманням екологічних норм [11]. PTV VISSIM дозволяє здійснити якісне моделювання дорожнього руху, спрямоване на підвищення ефективності та безпеки руху, а це, в свою чергу, дозволяє знизити вплив автотранспорту на навколишнє середовище. Серед екологічних характеристик, які розраховуються в PTV VISSIM кількість монооксиду вуглецю на один ТЗ, кількість монооксидів азоту, кількість летючих органічних з'єднань, витрати палива.

Таким чином, імітаційна мікромодель дозволяє більш детально відображати існуючу транспортну ситуацію та аналізувати доцільність вибору того чи іншого способу ОДР; проектувати, тестувати й оцінювати вплив режиму роботи світлофора на характер ТП; оцінювати транспортну та екологічну ефективність запропонованих заходів тощо. До того ж, застосування програмного продукту PTV VISSIM дозволяє обійти трудомісткі розрахунки щодо розмірів викидів шкідливих речовин в залежності від схем ОДР.

Для дослідження обрано нерегульоване перехрестя вул. 12 Квітня – просп. Олександрівський Індустріального району м. Харків. За попередніми розрахунками за методикою [10] виявлено, що на усіх ділянках концентрація основного полютанта оксиду вуглецю (CO) велика та відповідає рівню «екологічно небезпечно». Під час проведення натурних досліджень за інтенсивністю та складом ТП, спостерігалась безліч конфліктних ситуацій, пов'язаних з порушенням правилу проїзду перехрестя та переходом пішоходами проїзної частини. Тож було прийняте рішення розглянути варіант впровадження світлофорного регулювання з роз'їздом в 2 та 3 фази та обрати найліпший при умові забезпечення екологічної безпеки на заданому перехресті.

В результаті моделюванні в програмному забезпеченні PTV VISSIM (див. рис. 1) отримуємо розміри викидів ШР (див. табл. 1).

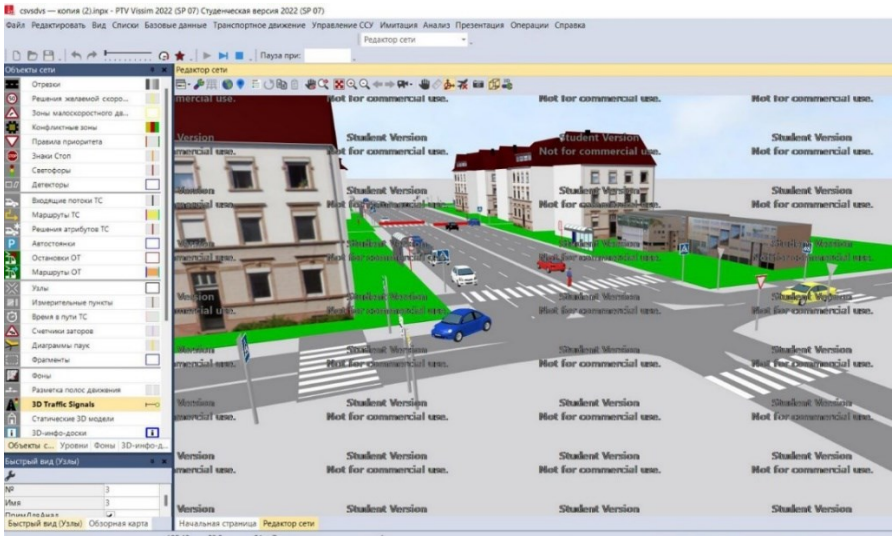

Рисунок 1 - Приклад моделювання дорожнього руху при існуючій схемі ОДР

Таким чином, запропонований варіант схеми ОДР з введенням світлофорного регулювання (2 фази) дозволяє знизити забруднення атмосферного повітря приблизно в 4 рази.

Таблиця 1. Результати моделювання

Варіант схеми ОДР	EMISSIONSC	EMISSIONSNOX	EMISSIONSVOC
Існуюча – нерегульоване перехрестя	111,822	21,757	25,916
Запропонована – регульоване перехрестя з роз'їздом в 2 фази	27,368	5,325	6,343
Запропонована - регульоване перехрестя з роз'їздом в 3 фази	112,067	21,804	25,973
Разом	425,403	82,769	98,591

Оцінка екологічної безпеки перехрестя за результатами моделювання в PTV VISSIM на даний момент є найоптимальнішим варіантом, який враховує різні характеристики дорожнього руху, причому деякі з них більш точно, ніж інші методики (наприклад, склад ТП) та різні умови руху. Однак, застосування PTV-VISSIM вимагає збору досить великої кількості вхідних даних та досконалого відтворення умов реального руху. Тож, задача розробки методики оцінки екологічної безпеки елементів ВДМ, яка б враховувала комплексні схеми ОДР, залишається й досі актуальною.

Література

1. Довкілля Сумщини у 2008 році. Комплексна економічна доповідь. Офіційне видання. Головне управління статистики у Сумській області. Суми, 2009. 42 с.

2. Холодова О.О., Гнатушок Д.А. Аналіз впливу організації дорожнього руху на рівень забруднення атмосферного повітря в містах. *Інтелектуальні технології управління транспортними процесами:* матеріали Міжнародної науково-технічної конференції, 17–18 листопада 2020 р. / Секція «Проблеми та перспективи безпеки на транспорті». Харків, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 2020. С. 239-241.

3. ГБНВ.2.3-218-007:2012 Екологічні вимоги до автомобільних доріг. *Галузеві будівельні норми України*: веб-сайт.
URL: https://www.minregion.gov.ua/wp- content/uploads/2018/01/GBN_V.2.3-218-007-2012.pdf (дата звернення: 10.03.2023).

4. Степанчук О.В. Методи створення і ведення транспортно-екологічного моніторингу в крупних і найкрупніших містах (на прикладі м. Києва) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к-та техн. наук : 05.23.20. Київ, 2004. 16с.

5. Говорущенко Н. Я., Туренко А. Н. Системотехніка транспорта.

Харків, 1999. 468 с.

6. Семченко Н.О., Холодова О.О., Бугайова М.О. Екологічна оцінка варіантів організації дорожнього руху за витратами палива. *Theoretical and practical aspects of modern scientific research*: collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference, 30 квітня 2021. Seoul-Vinnytsia, Case Co., Ltd. & European Scientific Platform, 2021. Vol. 1. P. 220–223.

7. Транспортна екологія: навчальний посібник / за заг. ред. С. В. Бойченка. Київ: НАУ, 2017. 507 с.

8. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований) : монография. Харьков: ХНАДУ, 2011. 292 с.

9. Титаренко В.Є., Нестеренко В.О. Дослідження екологічного стану транспортних перехресть за викидами автомобільних двигунів у місті Житомирі. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер.: Технічні науки*. 2016. № 2. С. 267-273.

10. Шаповалов А.Л. Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха в придорожном пространстве. *Вестник ХНАДУ*. 2002. Вып.19. С.82-84.

11. Таран И.А., Новицкий А.В., Литвин В.В. Анализ возможностей использования программного обеспечения PTV VISION VISSIM для моделирования транспортных и пешеходных потоков. *Вісник СНУ ім. В. Даля*. 2015. №2 (219). С. 136-140.

ШЛЯХИ ЗАПОБІГАННЯ АВАРІЙНОСТІ В УКРАЇНІ

Матвейчук Д.Ю., студент гр. Т-42-12
Холодова О.О., канд. техн. наук, доц.

Не зважаючи на те, що згідно статистики Департаменту патрульної поліції, кількісний показник дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в Україні має тенденцію до зниження, лише за один січень 2023 року в Україні відбулось вже 1672 ДТП, в яких загинуло 245, а травмовано 2054 людини. В порівнянні із січнем 2022 року кількість ДТП збільшилась на 9,8 % [1]. Взагалі, зменшення кількості ДТП в Україні в 2022 році пов'язано із зниженням інтенсивності дорожнього руху під час війни. Водночас зазначається, що через зняті дорожні знаки, відключення світла та появи штучних перешкод на дорогах траплялися важкі аварії [2].

Аналізуючи статистику ДТП за причинами з загиблими/травмованими з 2017 по 2022 рік [1], яка наведена в таблиці 1, можна побачити, що протягом вже 7 років не змінюються три головні причини: перевищення безпечної швидкості руху, порушення правил маневрування та порушення правил проїзду перехресть. В січні 2023 року в цю трійку, замість порушення правил проїзду перехресть, ввійшла така причина, як порушення правил проїзду пішохідних переходів.

Нажаль отримати дані про ДТП є можливим лише з 2017 року, і то, лише з постраждалими, оскільки Патрульній поліції загалом невідомо скільки сталося ДТП в Україні, адже частину аварій їхні учасники оформили за європротоколом.

Безумовно, для попередження ДТП ведуться наукові дослідження, які полягають в основному в аналізі причин та наданні рекомендацій загального характеру [3,4], схваленні Стратегій підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на різні періоди тощо [5]. Да і впровадження відповідних заходів чомусь залишає проблему безпеки дорожнього руху до цих пір однією з найгостріших.

Через війну в Україні з'явилися додаткові фактори небезпеки на дорогах України. У першу чергу, це блокпости. По-друге, обстріли енергетичної інфраструктури змушують всю країну заощаджувати електроенергію – а отже, навіть у темний час доби вуличне освітлення часто приглушене або взагалі вимкнене. Через це зросла кількість летальних ДТП з пішоходами. По-третє, збільшилась кількість нелегальних перевізників, особливо у прикордонних регіонах на заході країни, які наражають на небезпеку велику кількість пасажирів.

Надмірна швидкість залишається проблемою номер один в Україні, оскільки збільшує ризик потрапити у аварію та тяжкість травм, а отже й імовірність смертельних наслідків. Це стосується всіх учасників руху: водіїв авто, пішоходів, велосипедистів, мотоциклістів. За даними ВООЗ, зменшення середньої швидкості руху на 5% може скоротити кількість смертельних ДТП на 30%. Ігнорування ременів безпеки і дитячих крісел, а також використання

Таблиця 1. Статистика ДТП в Україні за причинами із загиблими/травмованими

Причина ДТП	Статистика ДТП за роками					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Перевищення безпечної швидкості	7568	8279	8761	9999	9466	7561
Порушення правил маневрування	5201	5252	5676	5522	5022	3846
Порушення правил проїзду перехресть	2959	1911	2132	2352	2115	1467
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	1683	1602	1673	1860	1854	1443
Недотримання дистанції	2420	1716	1967	1445	1457	843
Керування ТЗ у стані сп’яніння	1819	968	1216	911	843	790
Перехід пішоходів у невстановленому місці	1095	1057	1102	992	877	593
Перевищення встановленої швидкості	608	575	576	522	558	469
Виїзд на смугу зустрічного руху	1024	830	778	643	575	418
Невиконання водіями вимог сигналів регулювання	392	306	338	335	259	236
Неочікуваний вихід на проїзну частину	640	510	511	403	413	233
Порушення правил надання безперешкодного проїзду	469	261	264	245	247	184
Порушення правил обгону	458	289	317	285	250	184
Невиконання пішоходами вимог сигналів регулювання	104	82	93	88	71	48
Порушення ПДР пішоходами у стані сп’яніння	211	110	120	54	65	47
Перевтома, сон за кермом	107	79	90	111	80	46
Порушення техніки безпеки пасажиром	45	92	79	78	95	46
Порушення правил зупинки і стоянки ТЗ	58	54	52	60	59	44
Порушення правил перевезення пасажирів	106	110	86	88	71	43
Керування несправним ТЗ	61	82	67	64	58	39
Порушення правил проїзду залізничних переїздів	74	51	54	40	38	16
Порушення правил перевезення вантажів	29	19	16	15	10	10

Причина ДТП	Статистика ДТП за роками					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Порушення правил буксирування	11	6	15	13	6	7
Порушення правил утримання автодоріг та вулиць	21	14	21	12	14	6
Порушення правил користування зовнішніми світловими приладами ТЗ	37	21	22	11	6	5
Порушення вимог ПДР погоничом тварин	3	5	6	6	3	2
Порушення правил проїзду зупинок громадського транспорту	14	7	11	3	3	2
Порушення правил проїзду великогабаритних та великовагових ТЗ	3	6	9	6	6	0
Разом	27220	24294	26052	26163	24521	18628

телефонів за кермом – розповсюджені явища при русі по вулично-дорожній мережі міст.

Відомо, що вже під час війни відновлюється робота камер автофіксації, контролюється швидкісний режим поліцейськими патрулями із радарами, впорядковуються блокпости на дорогах, щоб підвищити безпеку та зменшити затори. Науково доведено, що камери фотовідеофіксації є найефективнішими для запобігання ДТП і при перевищенні швидкості. Однак наразі покарання за перевищення швидкості в Україні неспівмірне з його наслідками.

Окрім цього, як зазначають робітники Патрульної поліції, запобіганню ДТП допомагають різні інформаційні кампанії, які вже протягом 6 років проводяться як і їх Департаментом, так і різними громадськими організаціями [6]. В результаті роботи вдалося: зменшити в 2017 році ліміт швидкості в населених пунктах України з 60 до 50 км/год.; запровадити з 1 червня 2020 року систему автоматичної фотовідеофіксації порушень ПДР; у 2021 році підвищити штрафи за надмірну швидкість; вплинути на поведінку водіїв, які стали більше користуватися пасками безпеки; запровадити аудит безпеки, який є обов'язковим для національних і міжнародних автомобільних доріг в Україні; позначення пішоходів світловідбивними елементами – флікерами, які дають змогу бути помітними для водіїв у темний час доби тощо.

Але, що стосується ременів безпеки, то кількість водіїв, які не пристібаються за кермом, все ще залишається дуже високою: від 50 до 70% залежно від міста. Щодо аудиту, то всі заходи більше спрямовані на проєктування та будівництво доріг в післявоєнні роки для відбудови України. Саме проєктувальники повинні передбачити інфраструктурні рішення, які мінімізують людські помилки і наслідки ДТП. Дані таблиці 1 свідчать, що ані зменшення нормованої швидкості, ані запуск і робота камер, ані підвищення штрафів не спонукнули водіїв дотримуватися ПДР.

Таким чином на останньому засідання експертів з безпеки дорожнього руху 14 листопада 2022 року [6] були намічені наступні кроки з поліпшення ситуації на ВДМ міст:

1. Впровадження концепції Vision Zero, популярній у країнах ЄС, яка полягає в неприпустимості смертельних аварій, а також ДТП з важкими травмами. Передбачений системний підхід і запровадження ряду політик, зокрема відповідні обмеження швидкості, освіта з безпеки дорожнього руху, покращення інфраструктури для більшого використання громадського, велосипедного, легкого персонального транспорту та пересування пішки.
2. Скасування безкарного перевищення швидкості на 20 км/год., що повинно серйозно вплинути на безпеку руху, оскільки коли відбувається ДТП цей запас швидкості не рятує від тяжких травм та смерті.
3. Запровадження система штрафних балів, яка є однією з європейських практик, що має великий потенціал для підвищення рівня безпеки на дорогах. Штрафні бали діютимуть якраз на тих порушників ДТП, які системно та свідомо порушують ПДР. Така система передбачатиме

накопичення штрафних балів за систематичні порушення ПДР і втрату посвідчення водія в разі критичної кількості таких балів.

До того ж з початку 2023 року Національна поліція України почала масово штрафувати пішоходів, які переходять дорогу у невстановленому місці, а суди масово підтверджувати винність пішоходів за порушення ними ПДР. З 1 березня 2023 року, наприклад, в м. Харкові, дозволено підсвічувати за погодженням з Патрульною поліцією деякі пішохідні переходи. Про що свідчитиме статистика в кінці 2023 року ще невідомо. Але головне, що усі ми - учасники дорожнього руху, повинні усвідомити, що несемо відповідальність за дотримання ПДР, а відповідні органи зрозуміти, що рішення проблеми аварійності в Україні може бути лише завдяки комплексу рішень, від законодавчих до інфраструктурних.

Література

1. Статистика ДТП в Україні. Патрульна поліція: веб-сайт. URL: https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/ (дата звернення: 23.02.2023).

2. В Україні під час війни різко зменшилася аварійність на дорогах: основні причини ДТП. Фокус: веб-сайт. URL: https://focus.ua/uk/auto/519811-v-ukraine-vo-vremya-voyny-rezko-snizilas-avarynost-na-dorogah-osnovnye-prichiny-dtp (дата звернення: 22.02.2023).

3. Гоженко А.І., Біла Ю.С. Проблеми виникнення дорожньо-транспортних пригод та дорожньо-транспортного травматизму в Україні. Можливі шляхи їх вирішення. *Актуальні проблеми транспортної медицини*. 2012. N 3 (29). С.12–22.

4. Бондар Т. В., Беленчук О. В., Пина О. Г., Міненко Є. В. Аналіз та результати заходів із забезпечення безпеки дорожнього руху в Україні за період 2011–2020 роки. *Дороги і мости*. 2021. Вип. 24. С. 134–148.

5. Про Стратегію підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року. Урядовий портал: веб-сайт. URL: https://www.kmu.gov.ua/news/zatverdzheno-strategiyu-pidvishchennya-bezpeki-dorozhnogo-ruhu-v-ukrayini-do-2024-roku-vladislav-kriklij (дата звернення: 04.03.2023).

6. Безпека дорожнього руху: перемоги та нові виклики в умовах війни. Укрінформ: веб-сайт. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-presshall/3611341-bezpeka-doroznogo-ruhu-peremogi-ta-novi-vikliki-v-umovah-vijni.html (дата звернення: 05.03.2023).

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗНИЖЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ ТА ДОРІГ

Кулик О. М., студент гр. Т-42-19
Запорожцева О. В., канд. техн. наук, доц.

Вулично-дорожня мережа (ВДМ) є найважливішим елементом міської інфраструктури, яка дає змогу швидко і безпечно здійснювати пасажирські та вантажні перевезення, знижує ризик утворення транспортних заторів, тим самим покращуючи якість життя в містах. В останні роки великі міста стикаються із серйозними транспортними проблемами, пов'язаними з високим рівнем автомобілізації та перевантаженням вулично-дорожньої мережі (ВДМ). Зростає проблема зниження пропускної спроможності міських вулиць та доріг. Це стає причиною заторів на дорогах, зниження швидкості руху транспорту, збільшення витрат палива та забруднення довкілля [1].

Однією з головних причин зниження пропускної спроможності є збільшення кількості автомобілів на дорогах. Зростання популярності автомобільного транспорту призводить до зміцнення заторів, зниження швидкості руху транспорту та збільшення витрат палива. Недостатня кількість доріг та парковок, а також низький рівень розвиненості громадського транспорту також знижують пропускну спроможність міських вулиць [2].

Другою причиною є погана організація руху на дорогах. Недостатня координація руху світлофорів та відсутність відповідних розміток на дорогах можуть призводити до заторів та перешкоджати швидкому та безпечному руху транспорту.

Третьою причиною є неадекватне використання доріг та вулиць. Наприклад, паркування на тротуарах та узбіччях доріг не тільки перешкоджає пішоходам, а й зменшує кількість смуг руху транспорту. Також недостатнє утримання доріг та вулиць, зокрема, наявність ям та тріщин, може призводити до зменшення швидкості руху транспорту та збільшення ризика аварій.

Для розв'язання цієї проблеми можуть бути запропоновані наступні заходи:

1. Розширення дорожньої мережі та використання інших видів транспорту (наприклад, велосипедів, електроскутерів, громадського транспорту);
2. Розробка та впровадження планів розвитку дорожньої інфраструктури;
3. Збільшення кількості парковок та інших елементів інфраструктури для пішоходів та велосипедистів;
4. Здійснення регулювання транспортного потоку за допомогою світлофорів та інших засобів;

5. Встановлення технічних засобів для підвищення безпеки на дорогах, таких як камери спостереження, системи автоматичного контролю швидкості, системи відслідковування руху транспорту тощо;

6. Розвиток громадського транспорту, в тому числі забезпечення комфортних та швидких маршрутів, зменшення інтервалів руху транспорту та підвищення якості обслуговування;

7. Збільшення уваги до екологічних аспектів руху, зокрема до розвитку альтернативних видів транспорту, використання електромобілів та зменшення викидів шкідливих речовин;

8. Залучення громадськості до планування розвитку міста та дорожньої інфраструктури, зокрема до проведення публічних обговорень, опитувань та консультацій.

Загальні рекомендації для покращення пропускної спроможності міських доріг та вулиць полягають у підвищенні ефективності транспорту та зменшенні витрат часу та енергії на пересування. Відповідні заходи можуть бути вжиті як на рівні міської влади, так і на рівні окремих користувачів транспорту, зокрема водіїв автомобілів.

На практиці впровадження таких рекомендацій може бути складним та потребувати значних зусиль. Одним з головних викликів є фінансування таких проектів, оскільки вони можуть бути дуже коштовними. Для зменшення фінансових витрат можуть використовуватись різноманітні програми та дотації від держави, а також співпраця з приватним сектором.

Також важливо враховувати індивідуальні потреби та вимоги користувачів транспорту, оскільки надмірне обмеження їх прав на рух може призвести до негативної реакції та неповаги до владних структур.

Впровадження заходів для покращення пропускної спроможності міських доріг та вулиць потребує чіткого та ефективного планування та координації між відповідними органами влади та іншими зацікавленими сторонами.

Покращення пропускної спроможності міських доріг та вулиць потребує комплексного підходу та співпраці між всіма зацікавленими сторонами, включаючи місцеву владу, громадські організації, користувачів транспорту та приватний сектор. Тільки таким чином можна досягти значного покращення в якості та ефективності міської дорожньої інфраструктури [3].

Додатковою проблемою є також розвиток технологій та збільшення кількості транспортних засобів, що призводить до збільшення навантаження на міські дороги та вулиці. У зв'язку з цим, розвиток електричного транспорту та використання альтернативних видів транспорту, таких як велосипеди та електричні самокати, може стати ефективним рішенням проблеми зниження пропускної спроможності міських доріг та вулиць.

Також можна розглядати можливість покращення громадського транспорту (введення швидкісних трамваїв та метро, що зменшить кількість приватного автотранспорту на вулицях). Збільшення кількості велосипедних та пішохідних доріжок, а також створення зелених зон та парків навколо

міста також можуть допомогти вирішити проблему зниження пропускної спроможності міських доріг.

Важливо також враховувати питання безпеки на дорогах та вулицях міста. Забезпечення відповідної освіти та взаємодії з користувачами доріг та вулиць може допомогти зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод та негативних наслідків від них [4].

Розв'язання проблеми зниження пропускної спроможності міських доріг та вулиць потребує комплексного та довготривалого підходу. Відповідальність за вирішення цієї проблеми лежить на владних структурах, громадських організаціях та користувачах доріг та вулиць. Тільки шляхом співпраці та взаємодії можна досягти значного покращеня, такими як соціальна та економічна інфраструктура, і приймати рішення, що забезпечать ефективний та стало-усталений розвиток міст.

Враховуючи всі ці аспекти, можна зробити висновок, що зниження пропускної спроможності міських вулиць та доріг є актуальною проблемою, яка потребує негайного вирішення. Ця проблема може мати негативний вплив на економіку та життя мешканців міст, тому її вирішення має важливе значення.

Література

1. Яковенко К.А. Изменения транспортных потоков и их влияние на пропускную способность улично-дорожной сети / К.А. Яковенко. – К.: КНУБА, 2006. – С. 401–405.

2. Систематологія на транспорті. Організація дорожнього руху. / Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К., Лановий О.Т., Линник І.Е., Поліщук В.П. / Київ: Знання України, 2007. – 452 с.

3. Highway Capacity Manual [Электронный ресурс] // TRB. Washington: DC, 2000. 1134 p. URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf (07.04.2023).

4. Сильянов В.В. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог / В.В. Сильянов, Я.Э. Варна, В.М. Еремин и др.; под ред. В. В. Сильянова. – М.: Транспорт, 1982. – 89 с.

ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД В УМОВАХ МІСЬКОГО РУХУ

Гирович В. Д., студент гр. Т-42-19
Запорожцева О. В., канд. техн. наук, доц.

Дорожньо-транспортна пригода — це подія, що виникла в процесі руху по дорозі транспортного засобу та за його участю, під час якої загинули або постраждали люди чи пошкоджено транспортні засоби, споруди, вантажі, або заподіяно іншу матеріальну шкоду [1].

Постійне зростання автомобільного та інших видів транспортних засобів, підвищення інтенсивності та щільності руху вимагають від усіх учасників руху, і особливо від водіїв, серйозного ставлення до питань безпеки дорожнього руху.

Дорожньо-транспортна пригода відбувається через ті чи інші порушення, допущені водієм під час керування автомобілем. Тому автомобільний транспорт, поряд з іншими видами транспорту, є джерелом підвищеної небезпеки. Це означає, що те чи інше порушення правил, необережний рух можуть призвести до тяжких наслідків. З цієї причини до водіїв висуваються підвищені вимоги[2].

Аналізуючи причини дорожньо-транспортних пригод, не можна не оминути і їхні види, особливо ті, що призводять до загибелі учасників дорожнього руху. За статистичними даними основним видом ДТП, внаслідок якого гине найбільша кількість його учасників, залишаються зіткнення.

Найчастішими причинами виникнення дорожньо-транспортних пригод, спричинених неправильними діями водіїв, є такі:

- перевищення швидкості руху, допустимої для дорожньої обстановки, що склалася;
- порушення правил обгону;
- неправильне маневрування;
- різке гальмування на слизькій дорозі;
- незадовільний технічний стан рухомого складу;
- недотримання належних прийомів керування автомобілями;
- несвоєчасне вжиття заходів унаслідок неуважності, недосвідченості або зміни працездатності під впливом втоми, хворобливого чи нетверезого стану.

Особливо небезпечним є керування транспортним засобом у нетверезому стані, коли у водія значно сповільнюється реакція, притупляється увага, погано сприймається і оцінюється дорожня обстановка. При цьому скоєні пригоди в більшості випадків мають тяжкі наслідки.

В 2021 р. в Україні виявлено 99 тис. водіїв, які керували транспортними засобами без посвідчення водія (з них 22 тис. були позбавлені прав) та оформлено 113 постанов про керування авто у нетверезому стані. По відношенню до 203 осіб застосовано адміністративний арешт за їзду в нетверезому стані, а у 70 – вилучено транспортні засоби [3].

Велику небезпеку для водія становлять проїзд місць скупчення і руху пішоходів, осліплення світлом фар зустрічного транспорту, проїзд через залізничний переїзд і трамвайні колії, виїзд автомобіля з воріт і об'їзд на великій швидкості автобуса, який зупинився, а також проїзд автобусних зупинок, буксирування автомобіля на короткій гнучкій ланці, перевезення в кабіні поряд із водієм людей понад передбачену кількість, що утрудняє керування та сприяє скоєнню дорожньо-транспортних пригод.

Практично у 85% випадків причиною дорожньо-транспортних пригод є порушення водіями правил дорожнього руху, а саме: 25% через порушення швидкісного режиму. 15% через неправильний проїзд перехресть. 10% займає виїзд на зустрічну смугу.

Вивчення причин та обставин, за яких відбуваються дорожньо-транспортні пригоди, допоможуть водіям уникнути їх.

Звідси правильний вибір швидкості руху в даній обстановці, постійна підвищена уважність, обережність і дисциплінованість водіїв є головними чинниками запобігання дорожньо-транспортним пригодам.

Винуватцями ДТП стають не тільки водії. Недисциплінованість пішоходів – ще одна причина багатьох аварій. В Україні саме через безтурботність пішоходів стається кожна третя ДТП (перехід дороги в недозволеному місці, несподіваний вихід на проїжджу частину тощо).

Причинами наїздів, пов'язаних із неправильною поведінкою пішоходів і пасажирів, є:

- перехід проїжджої частини людьми в безпосередній близькості від автомобілів, що рухаються, перехід проїжджої частини в невстановленому місці і особливо на заокругленнях доріг;
- вихід пасажирів із транспортного засобу на проїжджу частину;
- раптовий вихід і гра дітей на проїжджій частині;
- посадка і висадка пасажирів при транспортному засобі, що рухається.

З огляду на це водієві необхідно проявляти максимальну увагу та обережність під час проїзду повз зупинки громадського транспорту, пішохідні переходи, суворо дотримуватися правил посадки та висадки пасажирів.

Причини пригод, пов'язані з дорожніми умовами:

- недостатня освітленість проїжджої частини;
- наявність на проїжджій частині крижаної кірки, шару бруду, снігової колії;
- обмежена видимість через будівлі, зелені насадження, погодні умови;
- глибокі вибоїни на проїжджій частині;
- проведення ремонтних робіт без огороджень.

Основні причини пригод через поганий технічний стан транспортного засобу[4]:

- несправність робочої гальмової системи, коли при одноразовому натисканні на педаль гальма не забезпечується встановлена ефективність гальмування та рівномірне гальмування коліс;

- стоянкова гальмівна система не утримує транспортний засіб на підйомі або спуску з ухилом 16 %;

- величина вільного ходу рульового колеса перевищує норму, встановлену заводом-виробником;

- туге обертання рульового колеса;

- погано закріплені, не зашплінтовані або пошкоджені деталі рульового приводу;

- наскрізний проріз шини або розрив ниток корду;

- ненадійне кріплення колеса на маточині;

- мимовільне вимкнення передачі;

- вібрація карданного вала;

- неправильне регулювання напрямку світлового променя фар;

- не діє сигнал «стоп» або покажчик повороту;

- відсутність світла у фарах, не працює склоочисник, відсутність або неправильне встановлення дзеркала заднього виду;

- не діє звуковий сигнал;

- не справні замки дверей кузова;

- відсутність знака аварійної зупинки.

З метою забезпечення безпеки руху водієві необхідно перед кожним виїздом ретельно перевіряти технічний стан свого автомобіля і в жодному разі не допускати виїзду на лінію за наявності хоча б однієї із зазначених вище несправностей.

Всі вищезазначені причини аварій безперервно спричиняють колосальні наслідки і втрати. В деяких європейських країнах періодично фіксують дні без ДТП або дні без постраждалих в аваріях. А щодо нас, на початку 2017 року мав місце випадок, коли в Україні не загинула жодна людина в ДТП.

Література

1. Правила дорожнього руху
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1306-2001-%D0%BF#Text
(дата звернення: 07.04.2023).

2. Статистика ДТП в Україні URL: http://patrol.police.gov.ua/statystyka (дата звернення: 07.04.2023).

3. Смертельні ДТП в Україні: статистика за 2021 рік
URL: https://www.autocentre.ua/ua/avtopravo/dtp/smertelnye-dtp-v-ukraine-statistika-za-2021-god-1338429.html (дата звернення: 07.04.2023).

4. https://zhashkivska-gromada.gov.ua/news/1603005973/

ВІДМІННІСТЬ АУДИТУ БДР ВІД ТРАДИЦІЙНОЇ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ НА ТРАНСПОРТНІЙ МЕРЕЖІ МІСТА

Бойко В. Ю., студент гр. ТД-51-22
Абрамова Л. С., доктор техн. наук, проф.

Актуальність теми: Якісна транспортна мережа країни є запорукою розвитку економіки. Перевезення вантажів та пасажирів повинно бути швидким, комфортним, а головне – безпечним, тоді як безпека є критерієм ефективності усієї мережі доріг.

Згідно Наказу Міністерства інфраструктури № 204 "Про затвердження Порядку проведення аудиту безпеки автомобільних доріг" [1] проведення аудиту безпеки автомобільних шляхів є обов'язковим на міжнародних та національних автомобільних дорогах. Дослідження присвячене визначенню відмінності традиційної оцінки безпеки та аудиту безпеки дорожнього руху (ДР) на елементі вулично-дорожньої мережі (ВДМ).

Традиційна оцінка безпеки на транспортній мережі пов'язана з використанням статистичних даних про дорожньо-транспортні пригоди (ДТП). Оцінка виконується не професійними спеціалістами з організації дорожнього руху, а наглядовими органами правопорядку. І через це отримані результати не є інформативними для оцінки безпеки.

Аудит безпеки ДР проводиться спеціальними методами та виконується спеціалістами з різних напрямів. А завдяки тому що аудит виконується на всіх етапах життєдіяльності дороги можливо отримати більш точне уявлення про стан безпеки на певному елементі ВДМ.

Тобто відмінностями аудиту від традиційної оцінки безпеки є його комплексність та використання досвіду фахівців різних спеціальностей (табл.1).

Мета дослідження: визначити безпеку дорожнього руху на елементі ВДМ за методами аудиту.

Об'єктом дослідження було обрано перехрестя доріг вул. Роганській та вул. С. Грицевця, місто Харків.

На перехресті за допомогою натурного методу [2] було виміряно інтенсивність транспортного потоку та визначено його склад. На підставі складу транспортного потоку розрахували приведену інтенсивність за добу (Рис. 1) [3].

Таблиця 1. Відмінності аудиту від традиційної оцінки безпеки дорожнього руху

Оцінка безпеки дорожнього руху проекту	Аудит дорожньої безпеки проекту
Проводиться проектувальником або на замовлення проектувальника	Проводиться незалежно від проектувальника
Оцінка відповідності стандартам і нормам	Оцінка впливу на безпеку з урахуванням особливості поведінки і психофізіологічного сприйняття дорожньої ситуації учасниками дорожнього руху
Проводиться переважно дорожниками	Проводиться спеціально підготовленими спеціалістами з безпеки дорожнього руху
Безпека дорожнього руху проекту не підлягає розгляду на розширених засіданнях спеціалістів	Безпека дорожнього руху проекту підлягає спеціальному розгляду на розширених засіданнях за участю центру організації руху у місті, групи аудиту, замовника, проектувальника, ДАІ
Застосовує методи оцінки, що надають опосередковане уявлення про безпеку проектних рішень	Застосовує спеціально розроблені методики системного аудиту проекту, що містять аналіз сукупності параметрів і факторів дорожнього руху

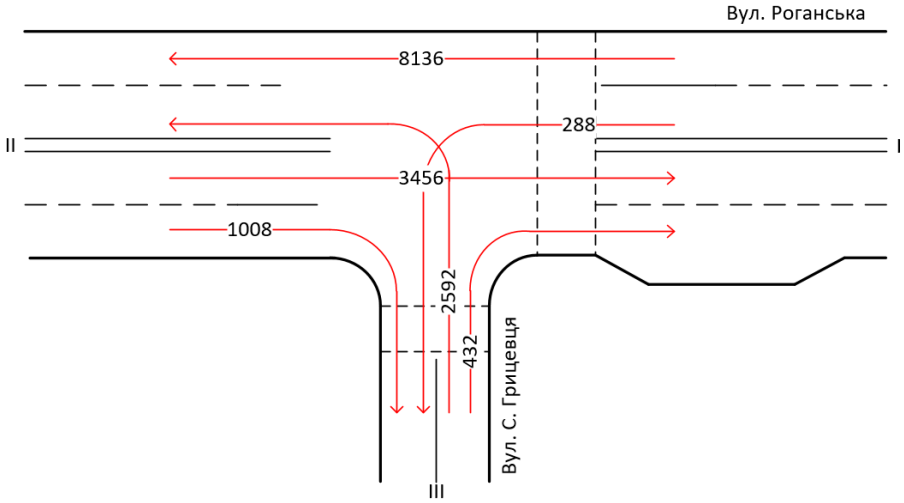

Рисунок 1 - Картограма приведеної інтенсивності за добу на перехресті

Після розрахунку приведеної інтенсивності було визначено перспективну інтенсивність транспортного потоку влітку [3] (Рис. 2).

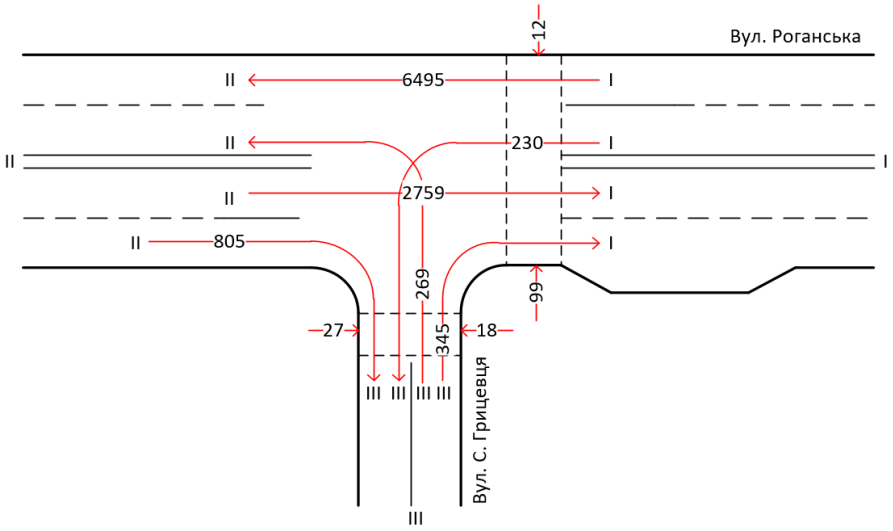

Рисунок 2 - Картограма перспективної інтенсивності на перехресті

Для визначення ступеню безпеки ДР було побудовано схему конфліктних точок на перехресті (Рис. 3), яке є нерегульованим. На основі цього та використовуючи добову інтенсивність було визначено загальну кількість ДТП за рік та ступінь небезпеки перехрестя [2].

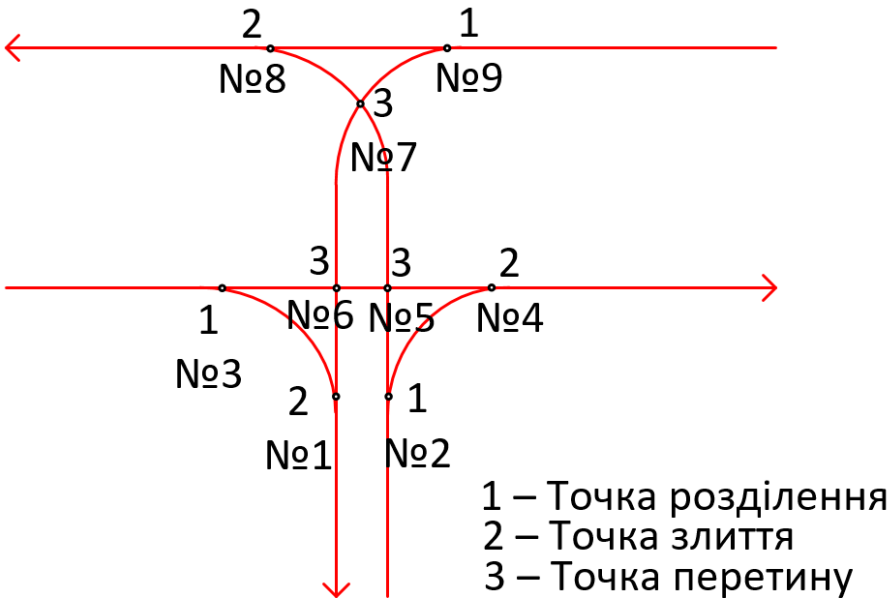

Рисунок 3 - Схема розташування конфліктних точок на перехресті

Загальна кількість ДТП на транспортному перетинанні за один рік [2] була оцінена за формулою:

$$G = \sum_{i=1}^{n} K_i M_i N_i \frac{25}{K_r} 10^{-7},$$

де n – кількість конфліктних точок;

K_i – відносна аварійність в і-й конфліктній точці;

M_i, N_i – інтенсивність руху взаємодіючих ТП в і-й конфліктній точці;

$K_т$ – коефіцієнт річної нерівномірності руху ($K_т$=0,03).

Приклад розрахунку для першої конфліктної точки:

$$G_1 = 0{,}0025 \cdot 1008 \cdot 288 \cdot \frac{25}{0{,}03} 10^{-7} = 0{,}06$$

Інші розрахунки виконувалися аналогічно. Підсумкове значенням кількості ДТП за рік – 8.

Ступінь небезпеки перехрестя [2] розраховано за формулою

$$K_a = \frac{G K_т 10^{-7}}{(M+N)25}$$

де G – кількість дорожньо-транспортних пригод на перетині за рік;

M – сумарна інтенсивність руху автомобілів по головній дорозі, авт./добу;

N – те ж, для другорядної дороги, авт./добу.

Розрахунок ступеню небезпеки перехрестя:

$$K_a = \frac{8 \cdot 0{,}03 \cdot 10^{-7}}{(12888+3024)25} = 6 > 5$$

Ступінь небезпеки склала 6 одиниць і це свідчить про те, що перехрестя є небезпечним. Так як безпечним вважається перехрестя, для якого $K_a \leq 5$.

На підставі отриманих даних, було визначено, що необхідно зробити перехрестя доріг по вул. Роганській та вул. С. Грицевця регульованим. Для подальшого дослідження буде зроблено імітаційну модель перехрестя, використовуючи програмне забезпечення PTV Vissim.

Висновок: При дослідженні перехрестя були виявлені недоліки у його роботі, а саме: відсутність як технічних засобів регулювання, так і світлофорного регулювання. У подальшій роботі будуть запропоновані заходи підвищення безпеки на підставі результатів проведення аудиту безпеки ДР.

Література

1. Наказ Міністерства інфраструктури України № 204 "Про затвердження Порядку проведення аудиту безпеки автомобільних доріг"

2. Аудит безпеки дорожнього руху: підручник / Л.С. Абрамова та ін. Харків ХНАДУ, 2015 45-46 с. 154-157 с.

3. ДСТУ 8824:2019 "Автомобільні дороги визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку" 10 с. 20, 37-45 с.

ПРОВЕДЕННЯ АУДИТУ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ЕЛЕМЕНТАХ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ М. ПОЛТАВА

Воскобойник В.О., студент гр. ТД-51-22
Абрамова Л.С., док. техн. наук, проф.

Актуальність. В сучасному світі ми не можемо уявити свій день без дорожнього руху. Кожен день мільйони людей по всьому світу їдуть на роботу, навчання, відпочинок, тощо. Актуальність питання безпеки дорожнього руху в Україні значно зросла одночасно зі збільшенням парку автомобільного транспорту. Особливістю аудиту дорожньої безпеки являється є те, що він виконується командою незалежних експертів, які мають достатній досвід в сфері інжинірингу безпеки дорожнього руху. Відповідно до Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо управління безпекою автомобільних доріг» від 17 жовтня 2019 року № 200-IX[1], яким внесено зміни до Закону України «Про автомобільні дороги» проведення аудиту безпеки автомобільних доріг є обов'язковим з 1 січня 2021 року щодо міжнародних автомобільних доріг та національних автомобільних доріг з 16.11.2021 року.

Мета дослідження. Дослідити та виявити стан безпеки дорожнього руху на елементі вулично-дорожньої мережі м. Полтава. За допомогою схеми проведення аудиту визначити недоліки на об'єкті дослідження для запобігання зменшення ризиків виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Опис об' єкту дослідження. Для досягнення поставленої мети об'єктом було обрано перехрестя по вул. Грушевського та Київське шосе у м. Полтава, обраний об'єкт є частиною дороги державного значення Харків-Київ з дуже насиченою інтенсивністю та різним складом транспортного потоку.

На об'єкті дослідження було визначено інтенсивність транспортного потоку натурним методом та розраховано склад транспортного потоку. Для опису об'єкту дослідження надаємо картограму інтенсивності(рис.1) та фіксуємо наявність світлофорного регулювання з відповідними технічними засобами із двома фазами для роз'їзду транспортних засобів на перехресті.

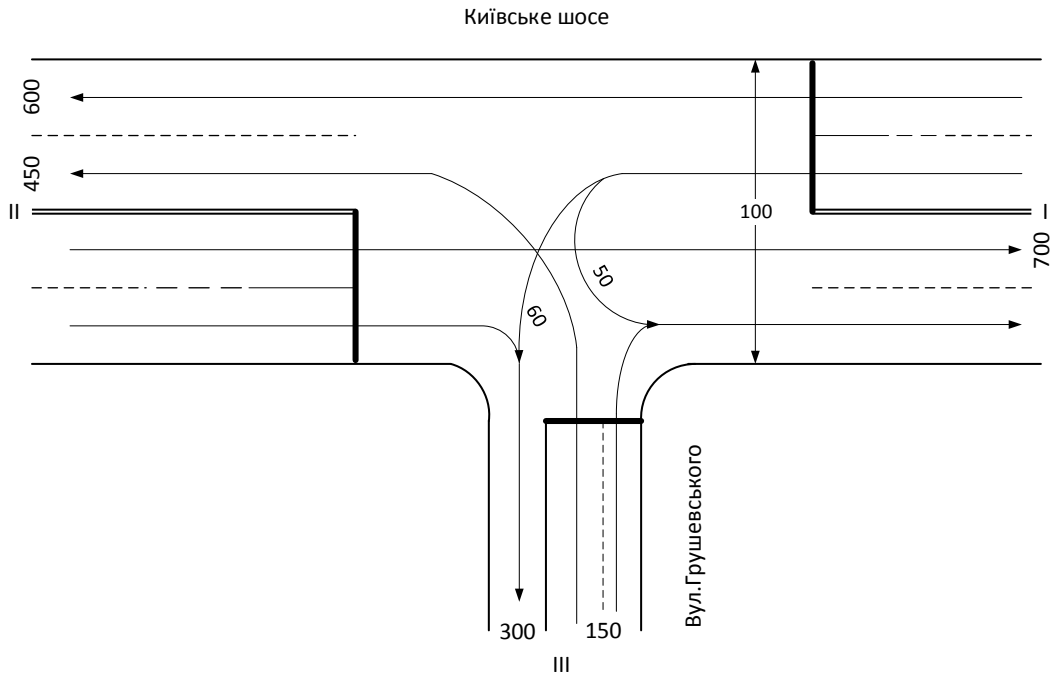

Рисунок 1- Картограма інтенсивності транспортного потоку

На підставі визначення складу транспортного потоку знайшли приведену інтенсивність взимку та розрахували приведену інтенсивність влітку. За наявною методикою[2] спрогнозували перспективну інтенсивність влітку, як найбільшу на перехресті(табл. 1).

Таблиця 1- Розраховані інтенсивності руху на досліджуваному об’єкті

Напрямок дороги	Приведена інтенсивність взимку(авт./год)	Приведена інтенсивність влітку(авт./год)	Прогнозна інтенсивність влітку(авт./доб)
NI-II	600	768	14712
NII-I	700	879	16839
NI-III	60	120	2298
NIII-II	450	470	9003
NII-III	300	330	6321
NIII-I	150	170	3256

Для проведення аудиту безпеки дорожнього руху(АБДР) на об’єкті було сформовано лист аудиторської перевірки, до якого увійшли питання, які впливають на рівень безпеки дорожнього руху на об’єкті[3].

Текст листа контролю аудиту наведено в табл.2.

Таблиця 2- Лист контролю АБДР

Лист контролю безпеки дорожнього руху

Назва дороги перехрестя вул. Грушевського і Київського шосе

Аудит виконаний (дата) «04» квітня 2023р.

№ п/п	Описова характеристика	Параметр задовільний	Задоволення параметра під "?"	Примітка
1	2	3	4	5
	Попередження проїзду на червоний сигнал світлофора			
1.	Чи потрібні таблички із зазначенням відстані до регульованогоперехрестя на попереджувальнихзнаках?	так		
2.	Чи необхідний розподіл транспортного потоку по смугах?	так		
3.	Чи може бути збільшена фаза між включеннями зеленого сигналу світлофора для зниження ймовірності зіткнення або потрібні заходи для фізичного стримування швидкості руху (хампи ,зигзаги , звуження і т.п.)?	Може бути збільшена фаза		
4.	Чи є взаємна видимість сигналів для потоків, що перетинаються?	так		
	Попередження ДТП при лівомуповороті			
5.	Чи допоможе попереднє відділення потоку транспортних засобів, що повертають наліво?	так		
	Заходи з попередження ДТП заучастю пішохода			

6.	Чи добре позначені пішохідні переходи розміткою, чи неперервна вона від краю одного тротуару до краю іншого? Чи обладнані пішохідні переходи сигналізацією?	ні так		
7.	Чи знаходяться пішохідні переходи там, де це потрібно пішоходам або необхідні пішохідне огородження для напрямку руху пішоходів?	Пішохідні переходи знаходяться там, де це потрібно, але необхідно і пішохідне огородження		Порушення правил переходу проїзної частини з боку пішоходів
8.	Якщо відсутня фаза для руху пішоходів по переходу, перевірте,чи не конфліктує з пішохідним рухом транспорт, що здійснює лівий поворот або розворот?	Конфліктує		
9.	Чи є фаза червоного світла в роботі світлофора, щоб дати можливість пішоходу перейти дорогу?	так		
10.	Чи є необхідність розміщувати написи для пішоходів на покритті?	так		
11.	Чи необхідно зміна штучного освітлення для підкреслення силуетів пішоходів, які переходять дорогу?	ні		
12.	Чи достатньо освітлені тротуари поблизу пішохідних переходів?	так		

13.	Чи не можуть дерева, опори освітлення, знаки і т.д. перешкодити водієві, який наближається до перехрестя транспорту, бачити пішоходів на тротуарі навпроти острівця безпеки?	так		
14.	Чи є на шляху пішоходів оглядові колодязі, дощоприймачі?	так		
	Інші			
15.	Які зміни потрібні для існуючихзнаків і розмітки?	Оновити розмітку та додати освітлювальні елементи		
16.	Чи очікується значна частка великогабаритних транспортних засобів на даному перетині/ примиканні, чи вжиті відповідні заходи?	так		
17.	Чи не потрібно оновлення поверхневої обробки?	ні		
18.	Чи адекватно запроектоване перетинання/ примикання ? Чи не потрібно змінити число смуг руху?	так так		
19.	Чи видалена повністю існуючарозмітка (чи не нанесена нова поверх старої)?	так		

Було сформовано лист контролю аудиту безпеки дорожнього руху, до якого увійшли такі питання, а саме: попередження проїзду на червоний сигнал світлофора, попередження ДТП при лівому повороті, заходи з попередження ДТП за участі пішохода, та інші.

На підставі проведеного аналізу, було визначено, що є пішоходи котрі переходять дорогу через вул. Грушевського в недозволеному місці і через це підвищується ризик виникнення ДТП. Також, вважаємо за необхідне розширення проїжджої частини по вул. Грушевського з огляду на велику

інтенсивність даного напрямку руху, який є зв'язуючим елементом на трасі Харків-Київ.

Особливу увагу для подальших досліджень заслуговують наступні пункти листа контролю аудиту:

6) пішохідний перехід позначений необхідною розміткою, проте вона вже стерлася, її погано видно. Пропонується нанести нову та додати на проїжджу частину додаткові дорожні технічні засоби регулювання задля попередження про наближення до регульованого пішохідного переходу, особливо на Київському шосе.

7) Пішохідний перехід дійсно знаходиться там де це необхідно, проте перетинання по вул. Грушевського необладнане пішохідним переходом, що впливає на безпеку руху пішоходів. Пропонується розглянути рішення про встановлення пішохідного переходу.

8) З пішохідним рухом конфліктує транспортний потік котрий повертає праворуч з вул. Грушевського на Київського шосе(в сторону Києва), це наведено на схемах пофазного регулювання.

13) На даному перехресті водія відволікає від дорожнього руху такі елементи як: рекламні банери на проїжджій частині, АЗС та реклама на довколишніх будинках.

15) Необхідне нанести на проїжджу частину напрямки руху по смугах, встановити освітлювальні елементи на дорожні знаки та опори для світлофорів, розмістити на пішохідному переході освітлювальні прилади.

18) Є необхідним розглянути планувальні рішення щодо розширення проїжджої частини по вул. Грушевського.

19) Існуюча розмітка знаходиться в неналежному стані, тобто потрібно оновити існуючу дорожню розмітку.

Для перевірки розроблених заходів, пропонуємо застосування засобів імітаційного моделювання для виявлення ризику виникнення конфліктних ситуацій. У якості засобів імітаційного моделювання буде застосовано програмне забезпечення PTV Vissim.

Висновок. На підставі проведеного аналізу стану безпеки на об'єкті дослідження були виявлені недоліки, які можуть збільшити виникнення ризиків ДТП, що впливають на безпеку руху в цілому. Стан об'єкту означено як небезпечний. Тому пропонуємо розробити заходи задля усунення недоліків.

Література

1. ЗУ України "Про затвердження Порядку проведення аудиту безпеки автомобільних доріг". Т. в. о. Міністра Дмитро Абрамович, Міністр розвитку громад та територій України Олексій Чернишов.

2. Визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку на автомобільних дорогах загального користування – ДСТУ ХХХХ:201Х, Київ ДП"УкрНДНЦ",2010- 62с.

3. Л.С, Абрамова, І.С. Наглюк, В.В. Ширін, Г.Г. Птиця, С.В. Капінус Практикум по аудиту безпеки дорожнього руху. Навчальний посібник- Х.: ХНАДУ, 2017. – 86 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЦЕНТРАЛЬНІ ЧАСТИНИ ВЕЛИКИХ МІСТ

Новіков П. В., студент групи Т-42-19
Засядько Д. В., ас. каф. ОБДР

Згідно з дослідженнями, великі міста, такі як Харків, стикаються зі значною навантаженістю на дорогах [1]. Значні затори, довгі дорожні пробки, проблеми з паркуванням, високі витрати на транспорт - усе це викликає серйозні труднощі у гладкому функціонуванні системи міського транспорту [1]. Недостатня координація між центральною владою та місцевими органами управління ускладнює планування ефективної роботи громадського транспорту в мегаполісах, таких як Київ [2]. Незважаючи на те, що раніше відкриття спільного користування транспортом мало вирішити ці проблеми, насправді ситуація зі зростанням населення в містах стає все складнішою [3]. Для забезпечення стійкості та сталого розвитку міської мобільності потрібні нові рішення та інновації в управлінні транспортними системами [1, 3].

Рисунок 1- Радіальна планувальна схема міста

Згідно з дослідженнями вчених [1], відсутність надійного громадського транспорту змушує людей купувати двоколісні і чотириколісні транспортні засоби, що призводить до збільшення трафіку та пробок у центральних районах міст. Радіальне планування міст, як у Бенгалуру, також може призводити до проблем з транспортом, оскільки зміцнення землекористування тисне на інфраструктуру транспорту та надає містам геометричний характер [2]. Нові рішення та інновації в управлінні транспортом є необхідними для сталої міської мобільності, особливо в містах зі зростаючим населенням, як Київ [1]. Веб-результат [3] також пропонує нові гнучкі транзитні системи, які розроблені для міст з низькою густотою попиту на проїзд, які можуть бути корисними для оптимізації транспортної інфраструктури в радіально спланованих містах.

Для великих та значних міст з історично склавшимися радіальними транспортними планувальними схемами притаманна проблема збільшення

інтенсивності транспортних потоків в центральній (історичний центр або діловий центр) частині міста [1]. По-перше, через розташування значної кількості точок транспортного тяжіння, по-друге, через недостатню кількість місць для паркування та труднощі з виокремленням ділянок землі під місця для стоянки та паркінги та, по-третє, через наявність у центральній частині таких міст транзитних відносно центру транспортних потоків, які проходять з одного периферійного району міста в інший. Зменшити кількість транспортних засобів у центральній частині великого міста можназа допомогою відведення (перенаправлення) з неї цих транзитних потоків у обхід центру по кільцевим дорогам чи естакадам за межами центру. Питанню визначення меж центральної частини міста присвячено ряд публікацій [2-4]. Наприклад, в роботі [4] запропоновано віднести до центральної території не тільки історичний центр зі старою забудовою, але й ті земельні ділянки, що прилягають до нього, якщо там є нестача місць для стоянки, і автомобілі, що припарковані на проїжджій частині, створюють труднощі для руху транспортних потоків цими ділянками.

Для визначення ефективності функціонування наявних чи проектованих кільцевих ділянок вулично-дорожньої мережі та визначення їх необхідної пропускної спроможності можна побудувати модель транспортної мережі міста. Звичайний підхід до моделювання мережі [5] передбачає розподіл території всього великого міста на окремі невеликі транспортні райони із подальшим визначенням чи обчисленням обсягів відправлення та прибуття автомобілів для кожного з цих транспортних районів. Основна складність при такому підході до моделювання полягає у значній трудомісткості отримання вихідної інформації для побудови та калібрування моделі для кожного конкретного міста. Пряме вимірювання об'ємів відправлення/прибуття за допомогою записування номерів автомобілів, які виїжджають і в'їжджають, вимагає значних людських і фінансових ресурсів. А непряме визначення цих транспортних ємностей районів за їхнім типом та площею забудови є недостатньо точним.

У ході роботи було зроблено припущення, що нема потреби моделювати з високою точністю всю транспортну мережу міста, якщо поставлено завдання поліпшення організації руху лише в його центрі. Було запропоновано розділити територію міста на укрупнені транспортні райони. Так були виділені центр і укрупнені периферійні райони. Однак постало питання про визначення кордонів укрупнених районів та центрів їх транспортного тяжіння. Крім того, в межах одного такого укрупненого району може існувати декілька центрів транспортного тяжіння — вокзалів, великих торгових центрів тощо.

Подальші дослідження будуть присвячені питанню уточнення координат умовного центру тяжіння укрупнених районів з урахуванням типу забудови, наприклад, селитебних зон, промислових зон, торговельних зон, транспортних вузлів.

Література

1. Сильянов В.В. Технический прогресс и безопасность движения // За рулем. - 2004, - № 4. - С.17.

2. Руководство по регулированию дорожного движения в городах. - М.: Стройиздат, 2002. - 142 с.

3. Дрю Д.Р. Теория транспортных потоков и управление ими. - М.: Транспорт, 1972. - 424 с.

4. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. - М.: Транспорт, 1977. - 350 с.

5. Коноплянко В.И. Организация и безопасность городского движения. - М.: Транспорт, 1991. - 182 с.

6. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Е. Организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 1992. - 208 с.

7. Самойлов Д.С., Юдин В.А., Рушевский П.В. Организация и безопасность городского движения. - М.: Высшая школа, 1981. - 256 с.

8. Гецович Е. М. Определение интенсивностей и направлений транзитных транспортных потоков в центральной деловой части города / Е. М. Гецович, Д. В. Засядько // Коммунальное хозяйство го-родов. ХНАМГ. Вып. 86. — Киев: «Техника», 2009. – С. 350-357.

ОСОБЛИВОСТІ ОБЛІКУ ІНТЕНСИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У МІСТАХ

Федоров І. О., студент групи Т-42-19
Засядько Д. В., ас. каф. ОБДР

Проблема підвищення ефективності функціонування транспортних систем великих міст заторів є актуальною з огляду хоча б на наявність у таких містах транспортних заторів [1]. Для поліпшення ситуації для кожного конкретного міста необхідно мати актуальну інформацію про поточний стан вулично-дорожньої мережі (ВДМ) та параметри транспортних потоків (ТП). Одним з параметрів транспортних потоків є інтенсивність, тобто кількість транспортних засобів, які проїжджають через переріз дороги у певному місці ВДМ за певний період часу, наприклад, за годину[2].

Найпростішим в організаційному і технічному розумінні є ручний облік інтенсивності із залученням людей-обліковців, які фізично знаходяться у заданих точках ВДМ у визначений час та спостерігають за автомобілями, заповнюючи відповідні бланки. Такий спосіб є доволі громіздким та неточним, оскільки потребує залучення великої кількості людей, і точність обліку знижується із підвищенням інтенсивності транспортних потоків, що є характерним для великих міст, бо зі збільшенням інтенсивності збільшується вірогідність обліковцям «прогавити» частку автомобілів з потоку через людський фактор. Трохи поліпшити роботу обліковців можна за допомогою звичайних відеокамер. При цьому збільшується зручність ручного обліку, бо обліковець може зробити паузу або «перемотати» запис, якщо він пропустив якийсь автомобіль. При цьому на обліковця також не впливають погодні умови.

Однак, серйозні сучасні дослідження інтенсивності трансопортних потоків передбачають автоматизований облік транспортних засобів із залученням детекторів транспорту різних типів.

Будь-яка система керування, що реагує на дорожній рух, залежить від її здатності визначати трафік для локального контролю перехресть та/або загальносистемного коригування планів часу. Система досягає цього за допомогою одного або кількох із наведених нижче типів детекторів:

1.Детектори, що потребують монтажу під поверхню дорожнього одягу

а) Індуктивна петля: найпоширеніша технологія детектора. Складається з одного або кількох витків ізольованого петлевого дроту, намотаного в неглибокий паз, випиляний на тротуарі. Петлеві детектори бувають різних розмірів і форм, і можна використовувати різні конфігурації залежно від області, яку потрібно виявити, типів транспортних засобів, які потрібно виявити, і мети (наприклад, виявлення черги, підрахунок транспортних засобів або вимірювання швидкості).

б) Магнітометр: Вимірює зміни як горизонтальних, так і вертикальних компонентів магнітного поля Землі. Ранні магнітометри могли виявляти лише вертикальну складову, через що вони не могли працювати поблизу

екватора, де лінії магнітного поля горизонтальні. Новіші двоосьові феррозондові магнітометри долають це обмеження. Магнітометри корисні на настилах мостів і віадуків, де сталева опорна конструкція заважає детекторам петель, а петлі можуть послабити існуючу конструкцію. Магнітометри також корисні для тимчасових установок у будівельних зонах.

в) Магнітний: складається з котушки дроту з високопроникним сердечником. Вимірює зміну ліній потоку магнітного поля Землі. Може виявляти лише транспортні засоби, що рухаються швидше, ніж певна мінімальна швидкість, і тому не може використовуватися як детектор присутності. Корисно там, де тротуар не можна розрізати, або там, де пошкоджений тротуар чи мороз розривають дроти індуктивної петлі.

2. Детектори, що монтуються поруч з проїжджою частиною (неінвазивні)

а) Мікрохвильовий радар: передає мікрохвильову енергію на проїжджу частину. CW (безперервний) доплерівський радар може виявляти лише потік і швидкість. FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) радар також може діяти як детектор присутності. Деякі мости з великими сталевими конструкціями можуть спричинити проблеми з системами на базі радарів.

б) Активний інфрачервоний: передає інфрачервону енергію від детектора та виявляє хвилі, які відбиваються назад.

в) Пасивний інфрачервоний: не передає енергії; виявляє енергію транспортних засобів, проїжджої частини та інших об’єктів, а також енергію сонця, відбиту транспортними засобами, проїжджою частиною та іншими об’єктами.

г) Ультразвуковий: передає хвилі ультразвукової звукової енергії та вимірює відстань, яку проходить відбита хвиля. Може визначати кількість транспортних засобів, присутність і зайнятість смуги.

д) Акустика: вимірюйте проїзд, присутність і швидкість транспортного засобу шляхом пасивного виявлення акустичної енергії або звукових сигналів, створюваних рухом транспортних засобів.

е) Процесор відеозображення: відеокамери виявляють дорожній рух, а зображення оцифровуються, обробляються та перетворюються на дані про дорожній рух. Може замінити кілька петльових детекторів і вимірювати трафік на обмеженій території, а не лише в одній точці.

Інтенсивність транспортних потоків можна вимірювати за допомогою таких методів, як облік вручну із залученням обліковців із бланками обліку, автоматизований облік із використанням детекторів транспорту різних типів, зокрема камер відеоспостереження із модулям розпізнавання образів та інші технології [4]. Ці інструменти дозволяють збирати дані про кількість транспортних засобів, їх швидкість та час руху, що допомагає планувати оптимальні маршрути та розподілити транспортний потік для покращення ефективності роботи транспортної системи міста та зменшення заторів [2]. Крім того, важливо розробляти та впроваджувати інноваційні рішення, такі як електричні та автономні транспортні засоби, для забезпечення сталої та екологічної мобільності великих міст [3].

Література

1. Коноплянко В.И. Организация и безопасность городского движения. - М.: Транспорт, 1991. - 182 с.

2. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Е. Организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 1992. - 208 с.

3. Sliwa B., Piatkowski N., Wietfeld C. The Channel as a Traffic Sensor: Vehicle Detection and Classification based on Radio Fingerprinting. IEEE Internet Things J. 2020 doi: 10.1109/JIOT.2020.2983207.

4. Won M. Intelligent traffic monitoring systems for vehicle classification: A survey. IEEE Access. 2020;8:73340–73358. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2987634

5. Jo S.Y., Ahn N., Lee Y., Kang S.-J. Transfer Learning-based Vehicle Classification; Proceedings of the 2018 International SoC Design Conference (ISOCC); Daegu, Korea. 12–15 November 2018; Piscataway, NJ, USA: IEEE; 2018. pp. 127–128

6. Ke R., Zhuang Y., Pu Z., Wang Y. A Smart, Efficient, and Reliable Parking Surveillance System with Edge Artificial Intelligence on IoT Devices. arXiv. 2020200100269

АКТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ ПРОЕКТУВАННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІХ МЕРЕЖ МІСТ

Рижкова А.О., студент гр. ТД-51-22
Капінус С.В., канд. техн. наук, доц.

Ще три десятиліття тому основна увага приділялася покращенню умов руху автомобільного транспорту (збільшенню пропускної спроможності ВДМ, підвищенню швидкості сполучення) та суто технічним аспектам вирішення цього завдання. Такий підхід призвів до надмірних витрат на дорожню інфраструктуру та занепаду громадського транспорту. У сучасних зарубіжних роботах з проблем розвитку транспортних систем міст, ВДМ часто посилаються на офіційний документ "Дорожній рух у містах", опублікований у Великобританії 1963 р. Автор звіту Colin Buchanan сформулював концепцію ємності навколишнього середовища (environmental capacity), яка, на його думку, визначає екологічні обмеження на розвиток міського середовища та транспортних систем міст зокрема. До заслуг автора відносять [1] "концепцію концентрації", згідно з якою транспортні потоки повинні концентруватися на головних магістральних вулицях. Його ідея формування міського ландшафту шляхом поділу міських територій на зони заспокоєння руху та зони, вільні для транспорту (traffic calmed and traffic-free zones), визначила такі тенденції проектування ВДМ.

До найрадикальніших засобів зниження інтенсивності руху автомобільного транспорту у міських центрах належать “зони, вільні від автомобілів” (car-free zones) [2,3]. Вони характеризуються повною забороною руху транспорту, крім спеціальних видів (швидка допомога, поліція, пожежні і комунальні служби, обслуговування магазинів). Такі зони влаштовують на невеликих територіях, як правило, які мають статус таких, що охороняються. Як приклади можна навести історичний центр Таллінна (Старе Місто) та старовинні квартали Маленької Франції (Страсбург).

В даний час поширений вид заходів ОДР – "заспокоєння руху" (traffic calming), що поєднує технічні та архітектурно-планувальні рішення. Згідно з визначенням Інституту транспортних інженерів (ITE) заспокоєння руху є "комбінацією фізичних заходів, які зменшують негативний ефект використання автомобілів та покращують умови для інших користувачів вулиці" [1]. Основними завданнями цих заходів названо [1,4,5,6,7]:

- поліпшення умов проживання;
- облік та пріоритет вимог, які пред'являють користувачі міської території (робота, рекреація);
- створення безпечних та привабливих вулиць;
- зниження негативних ефектів від автомобільного транспорту (насамперед шум та забруднення);
- створення сприятливих умов для пішоходів та велосипедистів.

Серед основних результатів, що досягаються заспокоєнням руху, вказують [1,4,5,6,7,8,9]:

- зниження швидкості руху транспортних засобів;
- зниження кількості та тяжкості ДТП;
- забезпечення умов для різних видів пересувань (громадський транспорт, велосипед, пішки);
- зменшення транзитного руху автомобільного транспорту.

Заспокоєння руху (traffic calming) досягається як змінами вуличної мережі, так і технічними заходами. Насамперед, під час створення зон заспокоєння (calming zones) ліквідують транзитний рух, для чого у межах зон наскрізні вулиці перетворюють на тупикові, петлеві, кільцеві тощо. Крім того, вводять обмеження швидкості руху, що дозволяє різко зменшити кількість конфліктів між транспортом та пішоходами, та регламентують паркування. Слід особливо наголосити, що при проектуванні зон заспокоєння благоустрій вулиць та дизайн їхнього простору відіграють дуже важливу роль і розглядаються як засоби впливу на режим руху транспортних засобів (рис. 1-2).

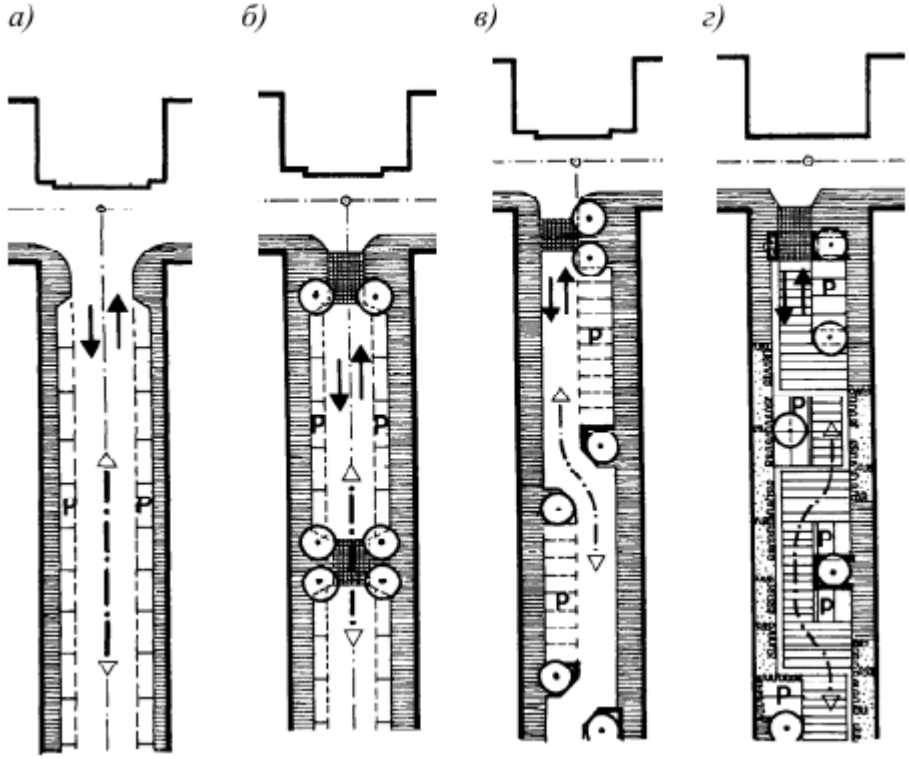

Рисунок 1 – Зони заспокоєння: а – вихідна ситуація до запровадження заспокоєння руху; б, в, г – варіанти благоустрою вулиці при запровадженні заспокоєння руху.

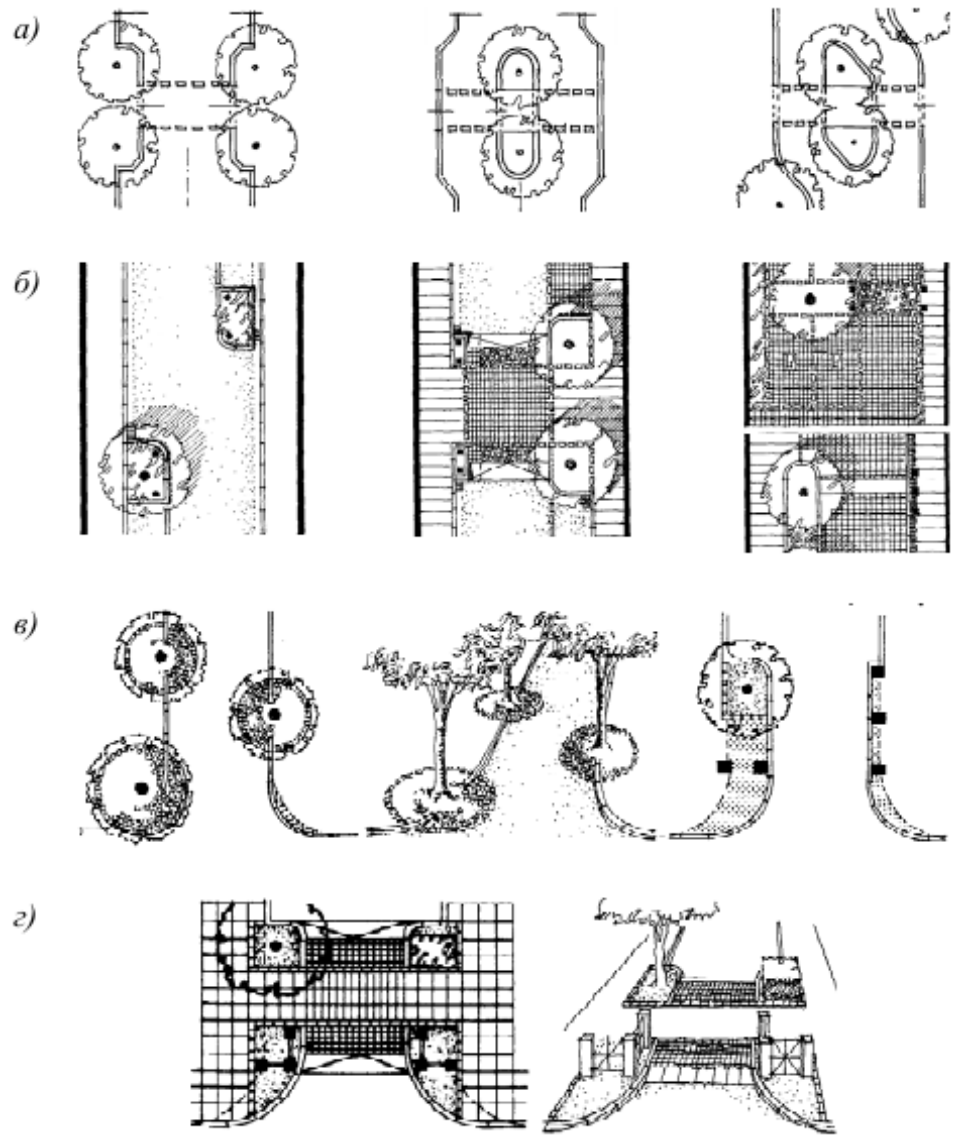

Рисунок 2 – Приклади благоустрою та дизайн при запровадженні заспокоєння руху: а, б – пішохідні переходи; в – примикання вулиць та проїздів; г – підняті пішохідні переходи у місцях примикання вулиць та проїздів.

Обслуговування зон часто покладається на громадський транспорт, який набуває пріоритету. Тому можливі поєднання, наприклад, пішохідного руху та трамвайних ліній або пішохідного руху та автобусних маршрутів. Організація простору вулиць, їх благоустрій та дизайн забезпечують пріоритет руху пішоходів та велосипедистів та стимулюють зниження швидкості руху транспортних засобів, зокрема допускається зниження пропускної спроможності ВДМ або деяких її ділянок. Наприклад, у Франції запропонована ідея “,..конвертації вулиць із чотирма смугами руху на двосмугові, щоб вони не мали статус магістралей…”[9].

Місцем народження ідеї заспокоєння руху називають Делфт (Нідерланди), у якому на початку 1960-х років. з ініціативи городян почали проводитися заходи щодо перебудови вулиць з метою зменшення

транзитного руху. Благоустрій та дизайн нового типу вулиць, що отримав назву Woonervern (буквально “житловий двір”), мали забезпечувати зниження швидкості до 15 км/год. Заспокоєння руху з часом було визнано у Нідерландах найефективнішим прийомом організації руху на місцевих вулицях.

Спочатку зони заспокоєння набули поширення в Нідерландах, Німеччині, Швейцарії. Потім досвід їх використання був прийнятий іншими країнами Європи та включений до муніципальних програм багатьох міст США. Більше того, у США та Канаді видано посібники з проектування зон заспокоєння руху.

У європейській практиці зони заспокоєння руху застосовуються, перш за все, в умовах історично сформованої забудови, у тому числі традиційної квартальної.

Опитування населення показали популярність таких зон, при цьому населення наголошувало на покращенні зовнішнього вигляду міської території. Наприклад, позитивно оцінили заходи щодо заспокоєння руху у Граці (Австрія) 75 % мешканців та 62 % водіїв [9]. Зазначено також, що міська влада та експерти ставляться до ідеї зон заспокоєння скептичніше, ніж населення. Так, прихильниками заходів заспокоєння руху в історичному центрі Клагенфурта (Німеччина) були: 74% пересічних городян, 40% представників міської влади, 44% експертів та 44% журналістів.

Конкретні результати успішної політики щодо зменшення інтенсивності руху можна проілюструвати прикладом Брюгге [9], де заспокоєння руху введено в історичному центрі міста:

- зниження кількості автомобілів, які приїжджають до центру, на 10% (на 600 авт./год);
- зниження інтенсивності руху в центрі на 30%;
- збільшення швидкості сполучення автобусних маршрутів з 19 до 22 км/год;
- збільшення кількості жителів, які користуються автобусом, на 33%;
- збільшення кількості жителів, що користуються велосипедом, на 20%;
- зниження кількості ДТП у центрі на 36%.

Одним із ефективних прийомів “заспокоєння руху” є поширений у країнах Західної Європи стандарт обмеження швидкості руху 50 та 30 км/год для цілих міських територій. У Франції використання “зон 30 км/год” сприймається як інструмент формування вуличних систем нового типу [9]. До технічних прийомів, які забезпечують "заспокоєння руху", відносять також режим "зеленої хвилі" з низькою швидкістю руху, наприклад 30 км/год.

Так, одна з найбільших за розмірами зон з обмеженням швидкості створена в Граці [9]. На головних "пріоритетних" вулицях ("priority streets") міста введено межу швидкості 50 км/год. Близько 75% ВДМ, сумарна довжина якої 800 км, має обмеження швидкості руху 30 км/год. Крім того, обмеження швидкості до 30 км/год введені на деяких ділянках пріоритетних

вулиць, наприклад біля шкіл. Внаслідок обмеження швидкості досягнуто зниження кількості тяжких ДТП на 24 %, легких – на 12 %.

Важливо відзначити, що застосування зон заспокоєння та зон обмеження швидкості руху передбачає, що обслуговування транспортних потоків починає здійснюватися іншими ділянками та елементами ВДМ. Це добре підтверджується даними обстежень, що виконуються у місцях впровадження засобів заспокоєння руху. Наприклад, у районі Midtown м. Сакраменто (США) [1] на житлових вулицях інтенсивність руху знизилася з 1800-5400 авт./сут. до запланованих значень, зате зросла на сусідніх ділянках ВДМ.

Для запровадження зональних обмежень потрібна розвинена мережа магістральних вулиць та міських доріг. При цьому на міські дороги покладається обслуговування внутрішньоміських транзитних потоків і відповідно на них припадають основні обсяги транспортної роботи. Крім того, на них мають перерозподілятися транспортні потоки. Таким чином, зони заспокоєння ще більше посилюють диференціацію елементів ВДМ по функціям, режимам і швидкості руху, що виконуються.

Література

1. http://www.ite.org/traffic
2. Old P., Foster N., Payne A. Using Microsoft Access to develop trip matrices //Traffic Eng. and Contr., 1998. – Vol. 39. – N 10. – P. 551 – 553.
3. Oxfordshire County Council. Best practice guides. No.3 Bus priority http:// www.oxfordshire.gov.uk/index/environment_and_travel/travel/centre_of_excellence.htm
4. http://www.fhwa.dot.gov/environment/calmsite.htm
5. http://www.fhwa.dot.gov/environment/tcalm
6. http://www.pps.org/downtownnyc /Traffic Calming.htm
7. Leeds University Institute of Transport Studies Traffic-Calming information: http://www.its.leeds.ac.uk/ primavera/ p_calming.html
8. PIARC: Reduction of car traffic in city centers. Reference : 10.01.B, Routes/ Roads 1990. – P. 1 – 48.
9. PIARC: XXth Wold Road Congress. Montreal, 3 – 9 Septamber. / Transportation and Urban Space Planning./National Reports. 20.22.E – 1995. – 487 p.
10.Steed S. Naturalized Streetscapes: a Case Study of Crouwn Street, Vancouver. 17 p. http:// www.sustainability.ca/ index.cfm?MId=350

АНАЛІЗ КЛАСИФІКАЦІЇ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ ТА ДОРІГ У ЄВРОПЕЙСЬКИХ КРАЇНАХ

Мойсяк Є.Д., студент гр. Т-36т1-20
Капінус С.В., канд. техн. наук, доц.

Аналіз європейських класифікацій та основних норм проектування вже проводився «Комітетом з міських територій» Світової дорожньої асоціації (PIARC) [1,2], і в рамках програм Європейської комісії виконувався спеціальний проект ARTISTS [3-5].

Координатором проекту ARTISTS був університет шведського міста Лунда. Окрім цього університету у роботі брали участь сімнадцять організацій із восьми європейських країн. Хоча метою проекту була розробка концепції «Стійких магістральних вулиць» (Sustainable Arterial Streets), він містить докладний аналіз європейських норм. Природно, що європейські класифікації в порівнянні з діючими північноамериканськими відрізняють різноманітність класифікаційних ознак (табл.1 і 2).

Порівняльний аналіз класифікацій, що використовуються лише у країнах-учасницях проекту, дав такі основні результати:

- кількість критеріїв, що використовуються для поділу вулиць та доріг на категорії, – 6 (див. табл.1);
- кількість критеріїв, що використовуються для виділення деяких категорій вулиць, – 8 (див. табл. 2);
- кількість виявлених у класифікаціях типів вулиць та доріг – 55.

У звіті [3], написаному С. Маршаллом, європейські класифікації оцінені так:

- існуючі класифікації базуються на транспортних умовах та умовах організації руху, враховується співвідношення функцій «обслуговування руху - обслуговування доступу»;
- загалом у класифікаціях слабо представлений громадський пасажирський транспорт. У майбутніх класифікаціях має враховуватися рух пішоходів та велосипедистів, вони не повинні перебувати «…на дні ієрархії»;
- критерії, пов'язані з міським та природним середовищем, займають останні позиції ієрархії. Зокрема відсутність такого критерію, як наявність забудови (build frontage function), може призводити до дорожньої класифікації, а не містобудівної.

Для нової класифікації учасники проекту запропонували використовувати крім основних 14 критеріїв додаткові, пов'язані з архітектурно-планувальними характеристиками: назва вулиці; поперечний профіль вулиці; форма забудови; озеленення; характер середовища вулиці; характер міського середовища; просторова структура; візуальна вісь; просторова інтеграція; морфологія міського середовища; структурна роль вулиці; роль вулиці як комунікаційного коридору; роль вулиці лише на рівні міського району; використання прилеглих територій та фронту забудови; наявність центрів тощо. Загальна кількість критеріїв досягла 39, проте потім

переважна частина з них не була включена до пропонованої у проекті класифікації [3].

Таблиця 1 – Основні критерії класифікації міських вулиць та доріг у країнах-учасницях проекту ARTISTS [3]

Критерій		Коментар
Характеристики, що використовуються систематично	1. Швидкість (Traffic speed)	проектна швидкість або верхнє обмеження швидкості
	2. Дальність поїздки (Trip length)	дальність поїздок / кореспонденцій, що обслуговуються вулицею
	3. Рівень зв'язку (Destination status)	між містами чи між сусідніми районами міста
	4. Стратегічна роль (Strategic Role)	рівень, значимість елементів ВДМ міста, що з'єднуються даною вулицею (тобто зв'язок між елементами одного рівня або різних)
	5. Рух / Доступ (Circulation v Access)	вулиця призначена для пропуску транспорту (руху) або для обслуговування прилеглої до вулиці території (доступу)
	6. Адміністрація (Administration)	рівень адміністрації, у компетенції якої знаходиться вулиці даної категорії
Характеристики, що використовуються частково	7. Мережеві функції (Network role)	приналежність до мережі магістральних вулиць та доріг або до місцевої мережі
	8. Контроль доступу (Access control)	контроль в'їзду – виїзду, тобто дозвіл або заборону улаштування примикань місцевих проїздів
	9. Інтенсивність руху (Traffic volume)	авт./год, авт./добу
	10. Види руху (Transport mode)	автомобілі, громадський транспорт, пішоходи та ін.
	11. Інші користувачі (Other urban users)	наявність/обслуговування користувачів забудови вулиці або території, що прилягає до вулиці
	12. Навколишнє середовище (Environment)	стійкість довкілля
	13. Забудова (Built frontage)	наявність забудови по межі вулиці
	14. Ширина вулиці/дороги (Road width)	ширина відведення

Таблиця 2 – Використання критеріїв класифікації міських вулиць та доріг у країнах-учасницях проекту ARTISTS [3]

Критерій класифікації	Класифікація, прийнята у країні чи місті												
	Бельгія-функціональна	Бельгія-адміністративна	Німеччина	Данія 1991, 2002	Дані-Копенгаген	Греція	Угорщина	Португалія	Іспанія	Швеція-Мальмьо	Керівництво для житлових територій DB 32	Лондон-муніципалітет	Округ Camden (Лондон)
											Великобританія		
Швидкість (Traffic speed)	S,p	p	p	p	S,p	S,p	S,p	S,p	S,p	S,p	p	p	p
Дальність поїздки (Trip length)	S,p	p	p	p	p	S,p	p	S,p	S,p	p	p	p	S,p
Рівень зв'язку (Destination status)	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	S,p	p	p
Стратегічна роль (Strategic Role)	S,p	p	S,p	S,p	S,p	p	p	S,p	S,p	S,p	p	p	S,p
Рух / Доступ (Circulation v Access)	p	p	S,p	S,p	p	p	p	S,p	S,p	p	p	p	p
Адміністрація (Administration)	p	S,p	p	p	p	p	p	p	p	p	S,p	S,p	S,p
Мережеві функції (Network role)	p	p	p	p	p	p	p	S,p	S,p	p	p	p	p
Контроль доступу (Access control)	p	p	p	p	p	S,p	p	S,p	S,p	S,p	p	p	p
Інтенсивність руху (Traffic volume)	p	p	p	p	p	S,p	S,p	S,p	S,p	p	p	p	p
Види руху (Transport mode)	S,p	p	p	p	S,p	p	S,p	S,p	p	p	S,p	p	S,p
Інші користувачі (Other urban users)	S,p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	S,p	p	p
Навколишнє середовище (Environment)	p	p	p	p	S,p	p	S,p	p	p	p	p	p	p
Забудова (Built frontage)	p	p	S,p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p
Ширина вулиці/дороги (Road width)	p	p	p	p	p	p	p	S,p	S,p	p	p	p	p

Примітка. S – використовується у класифікації для поділу вулиць на категорії;
p – використовується у класифікації лише як ознака певних категорій вулиць.

Фахівці комітету PIARC підкреслювали [1,2], що важливо спростити класифікацію міських вулиць і доріг, щоб уникнути їх поділ на безліч

категорій. У цьому висловлювалася ідея необхідності «візуальної ієрархії» елементів ВДМ. Технічний та архітектурний дизайн, благоустрій вулиць повинні давати водію необхідну інформацію для орієнтації (тобто для вибору маршрутів руху) та про швидкісний режим руху.

Загалом запропонована класифікація містить низку принципово нових положень:

- обслуговування транзитного руху автомобільного транспорту покладається лише на міські швидкісні дороги (дороги I категорії);

- для руху автомобільного транспорту передбачається три групи швидкостей, що відповідають I, II та III категоріям доріг (70–90, 40–60, 10–30 км/год). При цьому висловлюється думка, що швидкість руху на дорогах II категорії, як правило, не повинна перевищувати 50 км/год;

- запропоновано спеціальну категорію вулиць тільки для громадського транспорту, яка насамперед має покращувати доступність його маршрутної мережі.

Загалом розроблена PIARC класифікація вулиць та доріг відрізняється від тієї класифікації, яка існує з низкою змін протягом кількох десятиліть у нашій країні. Пропозиції PIARC враховують поширений у реальній практиці клас багатофункціональних вулиць, допускають для них різні рішення (міські бульвари, дороги II та III категорії) і тому найкраще відповідають умовам реконструкції ВДМ.

З технічних позицій у класифікації PIARC чітко сформульовано поділ доріг та вулиць за їх функціональними ознаками та посилено їх диференціацію за швидкістю руху. Слід зазначити, що діапазон значень розрахункової швидкості руху, пропонований для вулиць (від 50 до 20 км/год), набагато нижчий за норми нашої країни.

Література

1. PIARC: The urban road network design. / Reference : 10.04.B, Routes/ Roads 1991. – P. 45 – 84.

2. PIARC : Urban road design and architecture / Reference : 10.08.B, Routes/Roads special issue II-1995. – P. 51 – 126.

3. D1. A First Theoretical Approach to Classification of Arterial Streets. Prepared by Stephen Marshall, Univ. of Westminster. http://www.tft.lth.se /artists/ deliverD1_1.htm

4. D1.2. A First Theoretical Approach to Sustainability Concepts and assessment Tools. Prepared by Ian Plowright, Univ. of Westminster. http://www.tft.lth.se/ artists/ publ/ D1_2.pdf

5. D1.2. – appendix. Approach of the Sustainability Concept – Internal Discussion Paper Prepared by D'Ieteren Emmanuel, Morelle Sylvaine, Hecq WalterCentre for Economic and Social Studies on the Environment .Universitй Libre de Bruxelles. http://www.tft.lth.se/ artists/publ/D1_2app2.pdf

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРАЄКТОРІЇ ПОВОРОТНИХ ПОТОКІВ НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ РЕГУЛЬОВАНОГО ПЕРЕХРЕСТЯ

Просвірнін О. В., студент гр. ТД-51-22
Рябушенко О. В., канд. техн. наук, доц.

Забезпечення достатньої пропускної спроможності дорожньої мережі є необхідною умовою для стабільної роботи транспортної системи міста. Особливо відповідальною складовою є регульовані перехрестя, які часто стають причиною заторів та обмежують пропускну здатність доріг загалом. Ця проблема є актуальною для багатьох країн у світі [1].

В умовах значного збільшення кількості транспортних засобів, площа вулиць та пропускна спроможність перехресть майже не збільшуються в містах України. [1].

За допомогою оптимізації параметрів світлофорного регулювання можна скоротити затримки та черги транспортних засобів, підвищити пропускну здатність перехресть отже, поліпшити якість роботи транспортної мережі [2].

У науковій літературі та нормативних документах недостатньо уваги приділено геометричним параметрам перетину, які є одним із факторів, що впливають на пропускну здатність регульованого перехрестя. Саме геометричні параметри перетину перш за все впливають на характеристики руху виділених поворотних потоків та, в результаті, на величину потоку насичення.

Дослідження впливу геометричних параметрів перехресть на характеристики руху транспортних потоків через їх нерівномірний характер і трудомісткість є ускладненими. Однак, сучасні програмні комплекси, зокрема PTV VISSIM, дозволяють проводити широкий спектр досліджень функціонування перехрестя методом імітаційного моделювання. Багатьма авторами було підтверджено високу якість моделювання руху транспортних потоків на регульованих перехрестях за допомогою VISSIM [2-7].

Головною метою даного дослідження є уточнення впливу геометричних параметрів регульованого перехрестя на інтенсивність руху поворотних транспортних потоків, зокрема радіусу закруглення проїзної частини. Для цього використовується метод імітаційного моделювання та програмний продукт PTV VISSIM.

На графіку, який зображено на рисунку 1, показано залежність потоку насичення від радіусу траєкторії руху поворотного потоку, використовуючи три різні методики. Значення ідеального потоку насичення становить 1900 автомобілів на годину згідно з рекомендаціями HCM2010, а коефіцієнт зчеплення складає 0,8.

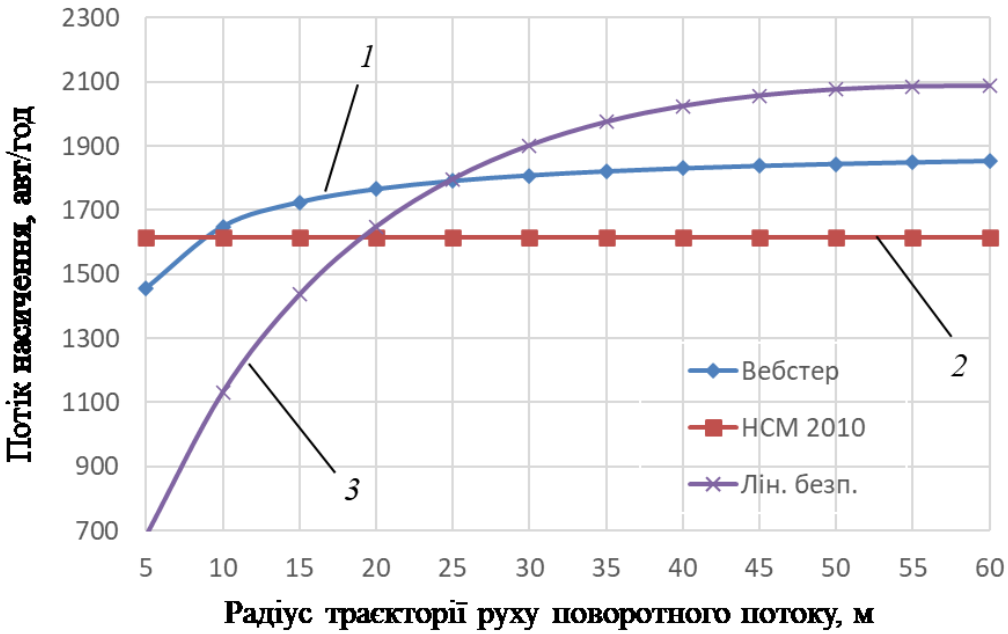

Рисунок 1 - Графіки залежності розрахункового потоку насичення від радіусу траєкторії руху поворотного потоку за різними методиками: *1* – за методикою Ф. Вебстера; *2* – за методикою HCM2010; *3* – за умови лінійної безпеки

За даними графіка можна зрозуміти, що потік насичення, розрахований за методом лінійної безпеки, є найбільшим серед трьох методів при значеннях радіусу траєкторії поворотного потоку більше 25 метрів, проте швидко зменшується при зменшенні радіусу траєкторії та стає найменшим при малих значеннях радіусу. При радіусі траєкторії руху потоків 18 метрів, значення потоку насичення співпадає з оцінками HCM2010. Корегування потоку насичення за методикою Ф. Вебстера призводить до поступового зростання потоку насичення при збільшенні радіусу.

Для порівняльного аналізу достовірності різних методів корегування потоку насичення рекомендується виконати оцінку значень потоку насичення поворотного потоку на регульованому перехресті. Це можна зробити за допомогою емпіричних моделей та результатів імітаційного моделювання руху транспортних засобів на перехресті.

Для цього була створена модель умовного перехрестя в середовищі VISSIM, що дозволяє промоделювати рух транспортних засобів на перехресті з різними значеннями радіусу траєкторії руху. Для експерименту достатньо було моделювати рух лише одного правоповоротного потоку. Для створення достатньо довгої черги автомобілів перед стоп-лінією необхідно було встановити достатньо великий обсяг вхідного потоку та відповідні параметри циклу регулювання. Остаточні параметри моделі були вибрані наступними:

1. Ізольоване перехрестя з виділеним потоком, що рухається праворуч.
2. Режим роботи ССП є двофазний: $t_ч = 70$ с; $t_з = 40$ с; $t_{ж} = 3$ с.
3. Транспортний потік складається з легкових автомобілів.
4. Ширина смуги руху 3,5 м;

5. Інтенсивність вхідного поворотного потоку – 10000 авт/год.

На рис. 2 показано скріншот процесу імітації руху правоповоротного потоку.

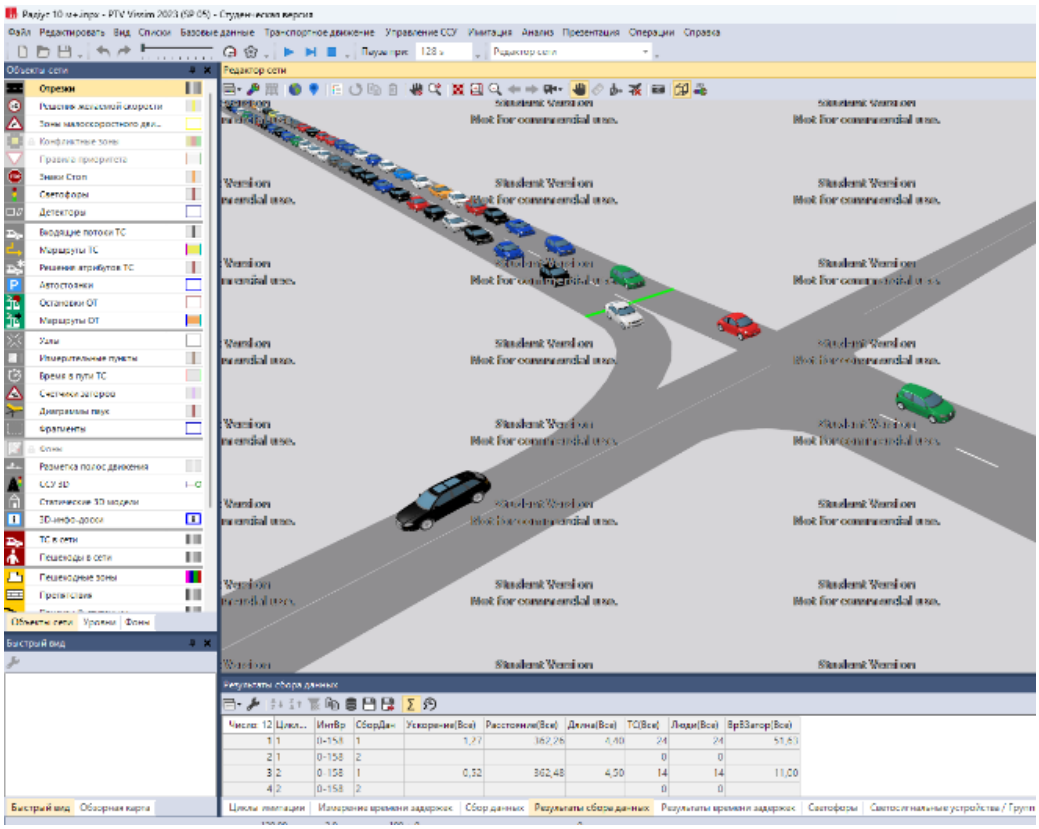

Рисунок 2 - Скріншот процесу моделювання

Для вимірювання потоку насичення поворотного транспорту було встановлено віртуальний детектор одразу за стоп-лінією. Кількість автомобілів, що перетинали стоп-лінію впродовж 30 секунд основного циклу після включення зеленого сигналу, використовувалася для визначення потоку насичення. Щоб забезпечити достатню чергу на стоп-лінії, ураховувалася інтенсивність руху в другому циклі світлофора. Загальна кількість автомобілів, що перетинали стоп-лінію, була скоригована шляхом віднімання кількості автомобілів, що перетнули стоп-лінію в першому циклі. Було проведено 10 імітаційних циклів для кожної геометричної схеми перехрестя при різних значеннях стартового випадкового числа. Після перерахунку на годинну інтенсивність усереднене значення експериментального потоку насичення можна отримати як:

$$M_e = \cdot \frac{3600 \cdot \overline{N_i}}{30} = 12 \cdot \overline{N_i}, \qquad (1)$$

де $\overline{N_i}$ - середня кількість зафіксованих детектором ТЗ

Таблиця 1. Результати імітаційного моделювання

Радіус траєкторії руху поворотного потоку, м	Середня вимірювана кількість ТЗ	Потік насичення за результатами моделювання, авт./год
5,08	13,0	1560
9,94	13,9	1668
15,12	15,4	1848
20,8	16,2	1944
24,20	16,7	2004
30,15	16,1	1932
34,22	16,6	1992
40,21	16,5	1980
45,07	16,0	1920
50,17	16,6	1992
54,10	16,2	1944

Отримані в результаті імітаційного моделювання значенняпотоку насичення наведені в табл. 1. На рис. 3 показано співставлення отриманих в результаті імітаційного моделювання значень потоку насичення з обраними для порівняння емпіричними моделями.

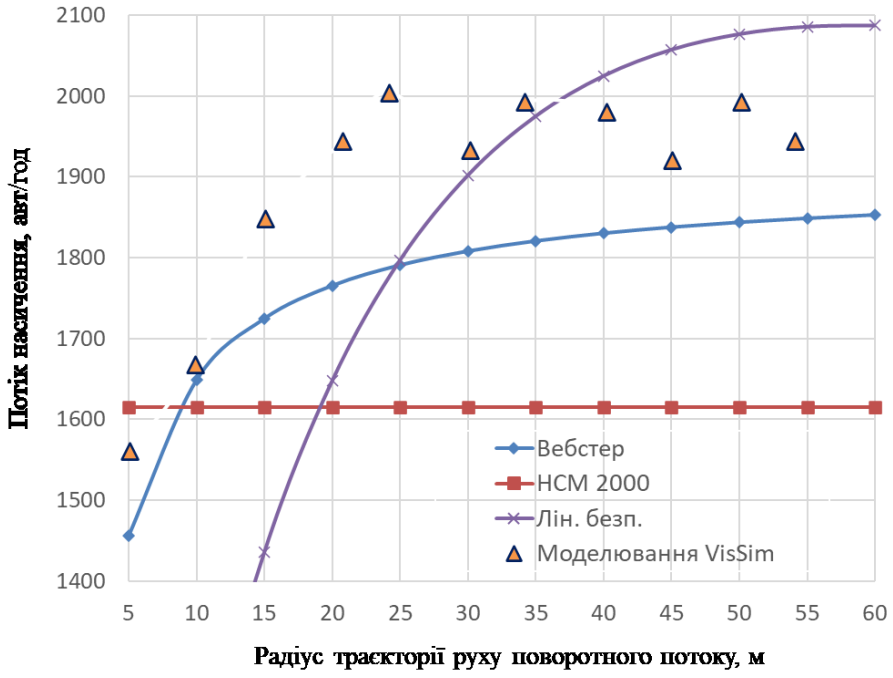

Рисунок 3 - Співставлення експериментальних значень потоку насичення з емпіричними графіками

За результатами дослідження було виявлено, що експериментальні значення і методика HCM2000 співпадають добре лише для малих значень

радіусу, приблизно 5 - 10 метрів. Це означає, що при використанні зазначеної методики для коригування інтенсивності поворотного потоку, який рухається по траєкторії з більшим радіусом, значення потоку насичення будуть менші. Можливо, отримані великі значення інтенсивності є результатом того, що в програмі VISSIM закладена математична модель поведінки водіїв, яка передбачає рух транспортних засобів з меншими інтервалами, ніж у розглянутих емпіричних моделях. Таким чином, подальші дослідження в цьому напрямку мають науковий інтерес та можуть бути корисними для оптимізації параметрів світлофорного регулювання на перехрестях.

Література

1. Луцкін Є. С., Серьогіна Н. В. Основні проблеми та можливості розвитку дорожньо-транспортної інфраструктури України. Вісник ОДАБА. 2016. № 63. С. 223-229.

2. Volodymyr Sistuk, Yurii Monastyrskyi. Comparative study of VISSIM and HCM technique LOS determination as exemplified by T-shape and partial cloverleaf interchanges. *ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference*, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine.

3. Mahmoud Arafat, Sajidur Rahman Nafis, Eazaz Sadeghvaziri, Fahmid Tousif. A data-driven approach to calibrate microsimulation models based on the degree of saturation at signalized intersections. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives.* Volume 8, November 2020. Doi:10.1016/j.trip.2020.100231.

4. H.S. Buck, N. Mallig, P. Vortisch Calibrating VISSIM to analyze delay at signalized intersections. *Transp. Res. Rec.,* 2615 (1). 2017, pp. 73-81. Doi:10.3141/2615-09.

5. B.Vinayaka, Rahul L Kadam. Saturation and Delay Model Microsimulation Using Vissim - A Case Study. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT).* ISSN: 2278-0181. Vol. 5 Issue 06. 2016. Doi: 6.17577/IJERTV5IS060790.

7. Buck H. Sebastian; Mallig Nicolai; Vortisch Peter. Calibrating Vissim to Analyze Delay at Signalized Intersections. *Transportation Research Record.* Volume 2615 (1). 2017. Doi: 10.3141/2615-09.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЗАТРИМОК І ПРОСТОЇВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ПЕРЕХРЕСТІ ЗА ГРАФІКАМИ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ

Євсєєнко О. О., студент гр. ТД-51-22
Рябушенко О. В., канд. техн. наук, доц.

Транспортний процес, як і в інші виробничі процеси протікають у часі, але на відміну від інших галузей, в результаті транспортного процесу, за невеликими винятками, не відбувається зміни властивостей матеріалів, що транспортуються. Тому, з точки зору ефективності виробничого-споживчого процесу час, протягом якого відбувається транспортування можна вважати втраченим. В зв'язку з цим, глобальною проблемою транспортної галузі є зниження часу, який витрачається на доставку вантажів і пасажирів.

Втрати часу в дорожньому русі можуть бути пов'язані в тому числі з завданнями його регулювання [1]. Одним з місць де відбувається втрата часу є перехрестя, де для забезпечення безпечних і комфортних умов руху доводиться періодично зупиняти транспортні потоки з комплектуючих напрямків, внаслідок чого неухильно виникають затримки у русі транспортних засобів. Над проблемою зниження цих затримок та подальших втрат транспортного працювали та працюють вчені та інженери зі всього світу. Особлива роль належить впровадженню інтелектуальних транспортних систем і відповідних технічних засобів [2].

Затримки руху транспортного потоку - це втрати транспортного часу при проходженні транспортним засобом ділянки дороги зі швидкістю повідомлення нижче оптимальної. Сумарна тривалість простою використовувалася як критерій якості управління дорожнім рухом руху [3]. Цей показник тісно корелює з довжиною черги, середній затримкою і інтенсивністю руху. Тривалість простою більш підходить для економічної оцінки ефективності ОДР в масштабах цілої ВДМ або міського району, ніж середня затримка, яка в основному характеризує якість обслуговування окремо взятого транспортного вузла.

Максимальною затримкою вважається найбільша затримка одного з транспортних засобів за аналізований період. Вона тісно корелює з величиною вхідного на перехрестя потоку і довжиною черги на підході до перехрестя. Тривалість максимальної затримки може використовуватися як показник ступеня перенасичення перехрестя, але сама методика її визначення значно складніше, ніж інших видів затримок. У зв'язку з цим її розглядають головним чином як дескриптор.

Подібні розрахункові методи засновані на моделях, які містять відомі припущення. Тому використання розрахункових методів призводить до погрішностей, особливо при режимі роботи перехрестя, близькому до насичення. Більш точні результати дають експериментальні методи визначення затримки, яку і тут оцінюють середнім значенням, що припадає на один автомобіль [2].

Сучасні методи обчислення затримок, що зустрічаються в наукових публікаціях, включають такі інструменти як аналіз відеоматеріалу, імітаційні моделі та нейронні мережі. У дослідженнях [4,5] було запропоновано новий метод оцінки затримки автомобіля на основі машинного навчання. Автори використовували побудовану нейронну мережу щоб автоматично виявляти транспортні засоби на відеозаписах і оцінювати їх затримку. Метод показав високу точність і виявився більш ефективним, ніж традиційні ручні методи підрахунку. Дослідження [6] було зосереджено на розробці імітаційної моделі для оцінки затримки транспортних засобів на перехрестях. Автори використовували програмне забезпечення VISSIM для моделювання транспортного потоку та розрахунку затримки. Модель порівняли з польовими вимірюваннями та показали хорошу точність оцінки затримки. В роботі [7] автори досліджували різні методи оцінки затримки транспортних засобів на перехрестях, включаючи аналіз відео, імітаційні та аналітичні моделі. Автори дійшли висновку, що імітаційні моделі є найбільш точним і гнучким методом для оцінки затримки, тоді як аналітичні моделі більше підходять для простих перехресть.

Широке розповсюдження набули спрощені методи, що не потребують спеціального апаратурного забезпечення. Один з них заснований на порівнянні часу проїзду автомобіля через перехрестя з певною інтенсивністю руху та працюючою світлофорною сигналізацією (для регульованого перехрестя) з часом, необхідним для проїзду того ж перехрестя у вільних умовах (інтенсивність руху близька нулю, проїзд здійснюється на зелений сигнал або при вимкнених світлофорах).

В даний час з розвитком інформаційних технологій і впровадженням автоматизованого збору і обробки різних характеристик руху автомобілів можливе отримання даних про режим руху транспортного засобу в режимі реального часу. Одним із найбільш перспективних методів отримана характеристик руху є метод аналізу GPS треків транспортних засобів. До переваг даної методики відносить те, що вона враховує всі фактори, що впливають на стан транспортного потоку. Таким чином, використання даних GPS треків навігаційного обладнання транспортних засобів дозволяє здійснювати оцінку і контроль якості організації дорожнього руху в режимі реального часу і при цьому значно знижувати їх трудомісткість

На рисунку 1 наведено фрагмент GPS треку легкового автомобіля при русі його через перехрестя пр. Героїв Харкова – вул. Роганська з боку центру міста. Для розкодування отриманих GPS треків використовувалося програмне забезпечення GPS Track Editor. В результаті обробки даних GPS треку були з інтервалом 1 секунду отримані значення миттєвої швидкості руху автомобіля при проїзді перехресті в умовах виникнення черги перед стоп-лінією. Графіки зміни відстані та швидкості руху від часу наведені на рис. 2.

Були отримані значення загальної затримки автомобіля при проїзді перехрестя, яка склала 47,5 с. Тривалість простою на забороняючий сигнал світлофора склала 25 с.

Рисунок 1 – Фрагмент GPS треку руху автомобіля через перехрестя

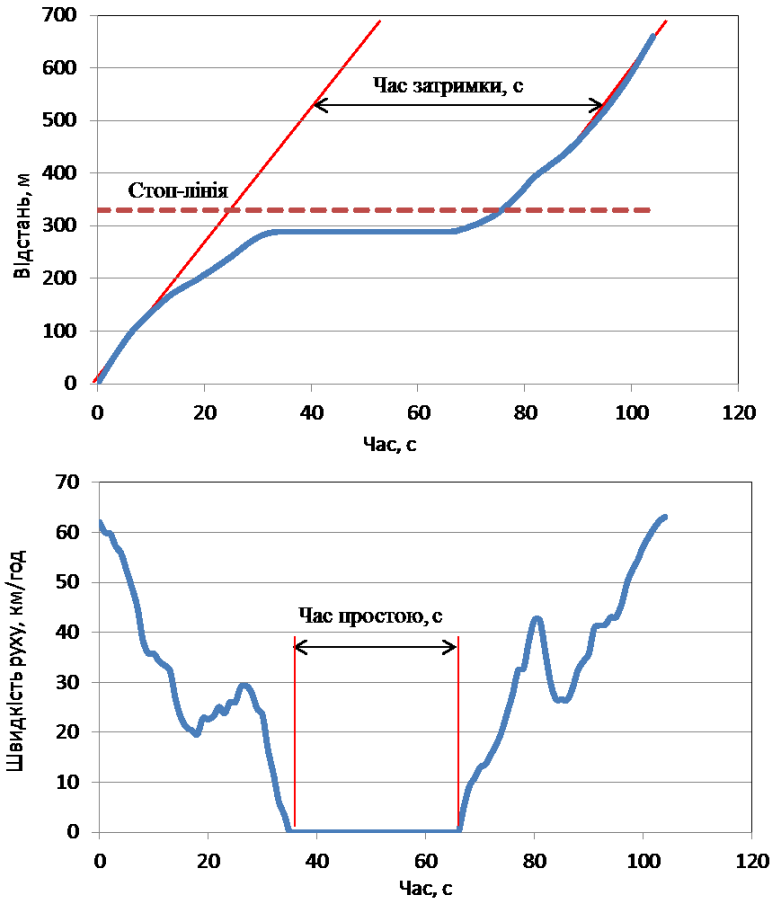

Рисунок 2 – Графіки руху автомобіля ерез перехрестя

Таким чином, отримані з GPS треку графіки руху автомобіля в зоні перехрестя можуть бути використані для оцінки затримок та простоїв транспортних засобів. Для оцінки величини середньої затримки руху на перехресті потрібно проведення достатньої кількості експериментів, або використовувати дані щодо руху певної кількості транспортних засобів.

Література

1. Системологія на транспорті. Кн. IV. Організація дорожнього руху. *К.: Знання України.,* 2012, 451 с.

2. Григоров М.А., Дащенко О.Ф., Усов А.В. Проблеми моделювання і управління рухом транспортних потоків у великих містах: *Монографія. – Одеса: Астропринт,* 2004, 272 с.

3. Alberto Bull. Traffic congestion the problem and how to deal with it. *Santiago, Chile,* 2003, 198 p. ISSN: 0252-2195.

4. Wei H., Xu L., Xiang M., Zhang X., & Liu L. Estimation of vehicle delay at signalized intersections using machine learning techniques. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies,* 99, 2019, p. 144-157.

5. Muhammed Emin Cihangir Bagdatli, Ahmet Şakir Dokuz. Vehicle Delay Estimation at Signalized Intersections Using Machine Learning Algorithms. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research*. Board 2675(7), 2021. DOI:10.1177/03611981211036874

6. Nguyen, T., Tran, H., Vu, H., & Nguyen, T. Estimation of queue length and delay at signalized intersections using VISSIM simulation. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 6(2), 2019, p. 162-173.

7. Yu, X., Wu, M., Yang, L., Huang, F., & Wang, K. Estimating vehicle delays at signalized intersections: A review of methods. *IET Intelligent Transport Systems*, 12(10), 2018, p. 989-996.