

І.А. Шльончак, доц., канд. техн. наук, **О.Ю. Лук'янченко**, доц., канд. техн. наук,
І.П. Тарандушка, ст. викл.

Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна
e-mail: igor_shlionchak@ukr.net; 111188@ukr.net; tarandushka@ukr.net

Аналіз транспортних потоків та прогнозування інтенсивності руху різних видів транспорту на прикладі вулично-дорожньої мережі м. Черкаси

В роботі проводяться дослідження транспортних потоків різних видів транспорту вулично-дорожньої мережі м. Черкаси на прикладі вул. Гагаріна мікрорайону «Митниця». Авторами роботи підкреслюється той факт, що сучасна вулично-дорожня мережа міст, зокрема і в м. Черкаси, яка розраховувалась і будувалась раніше, виходячи із значно меншої інтенсивності руху, виявляється перевантаженою транспортними засобами різних видів. В умовах євроінтеграції, зокрема впровадження нового швидкісного режиму в населених пунктах, спостерігається також зростання затримки транспортних засобів у зонах розміщення, наприклад, нерегульованих пішохідних переходів або світлофорів. Результати дослідження пропонується застосовувати в процесі реорганізації вулично-дорожньої мережі міст України.

інтенсивність руху, транспортні потоки, вулично-дорожня мережа, різні види транспорту, затримка транспортних засобів, транспортні магістралі

Постановка проблеми. Останнім часом (протягом 25 років) в нашій країні кількість різних видів транспорту, у перерахунку на 1000 жителів, збільшилася в рази. Як наслідок, зросла щільність та інтенсивність транспортних потоків. Вулично-дорожня мережа (ВДМ) міст, яка розраховувалась і будувалась раніше, виходячи із значно меншої інтенсивності руху, виявилася перевантаженою. Питома інтенсивність руху на неї сягає в теперішній час 800 авт./год. і вище. Можна зазначити, що модернізація або перебудова існуючих транспортних магістралей в містах істотно відстають від темпів зростання кількості транспорту різних видів [1]. Як відомо, одним із способів покращення функціонування транспортної потоків на сьогодні є постійне застосування спеціальних засобів регулювання інтенсивності руху різних видів транспорту. Однак, це у свою чергу призводить до зміни характеру розподілу і параметрів руху транспортних засобів на ділянках ВДМ населених пунктів.

Останнім часом спостерігається постійне дисциплінування водіїв з метою виконання правил дорожнього руху. Окрім того з урахуванням постійного впровадження нових правил дорожнього руху, зокрема швидкісного режиму, зростають затримки транспортних засобів у зонах розміщення, наприклад, нерегульованих пішохідних переходів. Як наслідок, пропускна здатність ВДМ також знижується. При цьому перше місце виділяється безпеці транспортного процесу. Ось чому забезпечення зростання пропускної здатності ВДМ та зниження затримок різних видів транспорту в умовах безпечного руху є важливим завданням організації транспортного процесу. Актуальність цього питання зростає разом з рівнем автомобілізації міст України зокрема і в м. Черкаси.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Необхідно зазначити, що на сьогодні максимальна інтенсивність в містах спостерігається на магістральних вулицях і дорогах безперервного та регульованого руху, що досліджувалось автором роботи [2]. При цьому автор джерела [3] зазначає, що зі зростанням інтенсивності транспортного процесу ймовірність появи великих часових інтервалів між транспортними засобами різного виду зменшується.

Аналіз транспортних потоків різних видів транспорту показав, що проблема аварійності ВДМ набула особливої актуальності протягом останніх десяти років у зв'язку з наступними критеріями: низька дисципліна учасників дорожнього руху, невідповідність існуючої дорожньо-транспортної інфраструктури потребам суспільства і держави в безпечному дорожньому русі, недостатня ефективність функціонування системи забезпечення безпеки дорожнього руху [4].

Стосовно безпеки руху слід зазначити, що у державах, де обмеження швидкості в містах залишилося на колишньому рівні 60 км/год, кількість загиблих в міських дорожньо-транспортних пригодах (ДТП) від загальної кількості загиблих в них склала: Білорусія – 45%, Польща – 49%, Казахстан – 74% [4]. В країнах, що перейшли на обмеження швидкості 50 км/год, а від порівняно недавнього часу й Україна, питома вага загиблих в містах пішоходів від загальної кількості загиблих в ДТП склала 9-19%, в країнах з обмеженням швидкості 60 км/год – 26-51%. Однак, слід зазначити, що найчастішою причиною ДТП стає неправильне облаштування пішохідних переходів, зокрема, відсутність попереджувальних дорожніх знаків, штучного освітлення, штучних дорожніх нерівностей, які потрібні при інтенсивному русі різних видів транспорту [5].

Враховуючи всі вище наведені дослідження необхідно зазначити, що транспортні потоки та прогнозування інтенсивності руху різних видів транспорту на прикладі вулично-дорожньої мережі м. Черкаси потребує більш детального аналізу на предмет затримок транспортних засобів на найбільш завантажених ділянках.

Постановка завдання. Метою даного дослідження є аналіз транспортних потоків та визначення інтенсивності руху різних видів транспорту шляхом підвищення якості організації дорожнього руху на вулично-дорожньої мережі міста Черкаси.

Виклад основного матеріалу. Вибір досліджуваної ділянки було здійснено з урахуванням найбільшого завантаження транспортними засобами різних видів. Таким чином вибір випав на один із щільно заселених мікрорайонів міста Черкаси – район «Митниця». Однією із найбільш завантажених вулиць даного району є вулиця Гагаріна (рис. 1). Спостереження за інтенсивністю руху транспортних засобів різних видів (легкові, мікроавтобуси, автобуси, вантажні різного класу) проводилися протягом трьох часових періодів. Перший період лежав в межах ранкових годин, а саме: з 9.00 до 10.00 годин. Другий – в обідній час з 13.00 до 14.00 годин. Третій період спостереження належав вечірнім «годинам-пік» з 17.00 до 18.00 години. Вимірювання інтенсивності руху та встановлення складу транспортного потоку проводиться з використанням відеозйомки. В процесі роботи над відеоматеріалами спостереження виконувались за кожною смугою руху окремо. Таким чином при спостереженні досліджуваної ділянки вулично-дорожньої мережі м. Черкаси (вул. Гагаріна, мікрорайон «Митниця») в місцях затримки транспорту (як правило біля пішохідних переходів та світлофорів) були враховані наступні параметри: інтенсивність транспортних потоків та їх склад. Підрахунок здійснювався безупинно протягом 60 хв, з інтервалом вимірювання, що складав 5 хв (9.00-9.05, 9.05-9.10, 9.10-9.15 і т.д.).

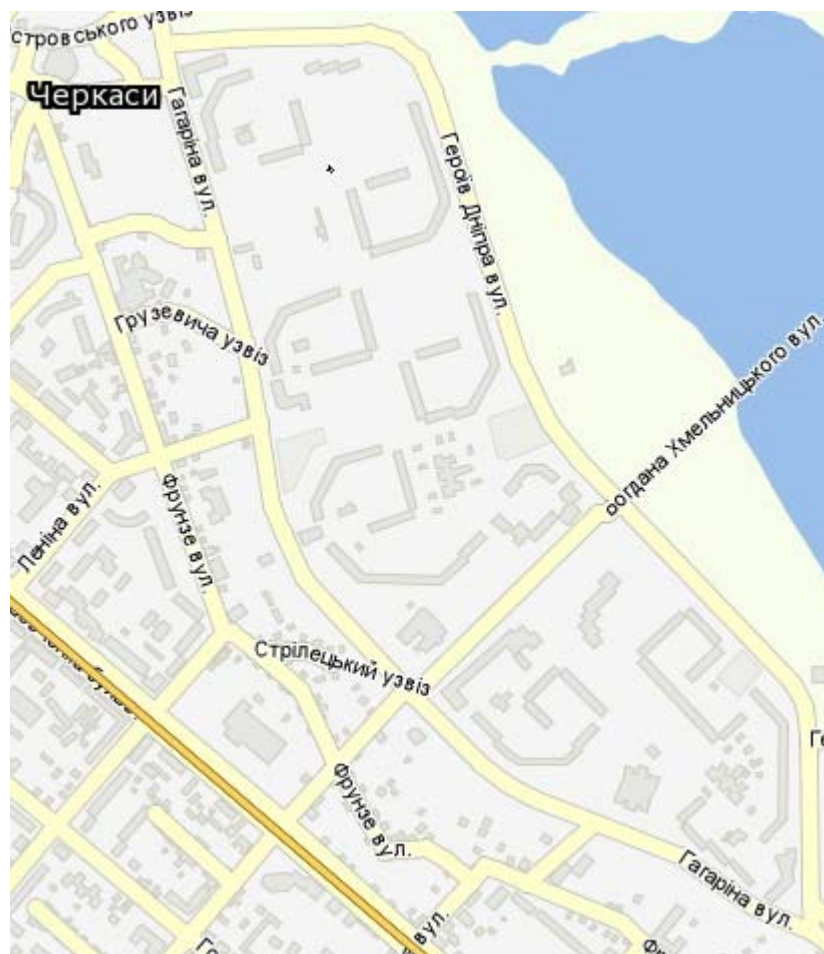


Рисунок 1 – Фрагмент мапи м. Черкаси
(досліджувана ділянка – вул. Гагаріна, мікрорайон «Митниця»)

Джерело: розроблено авторами

За допомогою навігаційного обладнання в дослідженні були отримані наступні показники: швидкість транспортного засобу при проїзді пішохідного переходу; відстань, де транспортний засіб знижує швидкість на підході до нерегульованого пішохідного переходу або світлофору; відстань, де транспортний засіб збільшує швидкість після проїзду пішохідного переходу до середньої швидкості вільного руху на даній ділянці дороги; час, що витрачається транспортним засобом при проїзді пішохідного переходу. Таким чином, в результаті проведених вимірювань та розрахунків було отримано трек із зазначеним часових та швидкісних параметрів (рис. 2), що відповідав небезпечній ділянці автодороги розташованого поблизу загальноосвітньої школи № 34 м. Черкаси. Перегляд історії роботи навігаційного обладнання, що фіксує рух транспортних засобів різного виду, дозволяє отримати необхідну інформацію про переміщення кожного конкретного об'єкта в конкретний проміжок часу. На мапі зображується лінія руху об'єкта (показана коричневим кольором). Таку лінію прийнято називати треком. Кожна точка такого треку містить інформацію про дату і час отримання повідомлення, а також про швидкість руху об'єкта.



Рисунок 2 – Трек зі встановленими часовими та швидкісними параметрами

Джерело: розроблено авторами

В результаті проведених досліджень було встановлено, що інтенсивність руху транспорту різних видів по вулиці Гагаріна становив 2428 автом/год. Цей показник ставить на друге місце дану вулицю в місті Черкаси за інтенсивністю транспортних потоків у вечірній час доби (17:00 - 18:00 год). При цьому в даний період спостереження на досліджуваній ділянці інтенсивність пішоходів становив 325 осіб за годину. При аналізі організації дорожнього руху на вулично-дорожній мережі м.Черкаси було виявлено, що найбільш завантаженим рухом пішоходів є нерегульовані пішохідні переходи зі штучними нерівностями, що розташовані на зазначеній вище ділянці. Здійснене спостереження із застосуванням навігаційного обладнання дозволило виконати необхідні об'єми вибірки для оцінки швидкості руху транспортних засобів, час та відстань між точками, сумарна відстань між точками, сумарний час, який був витрачений транспортом між точками.

З використанням регресійного аналізу та з урахуванням вимірних інтенсивностей транспортного й пішохідного потоків в роботі була проведена оцінка величини затримок транспортних засобів різних видів у зоні нерегульованого пішохідного переходу. На рисунку 3 представлені результати проведеного регресійного аналізу й отримані залежності затримок транспортних засобів у зоні нерегульованих пішохідних переходів від інтенсивностей пересічних потоків.

За результатами дослідження затримки транспортних засобів у зоні нерегульованих пішохідних переходів варіюються в діапазоні від 0 до 60 с. (при відсутності пішоходів зниження швидкості руху транспортного засобу було незначним, тому затримка транспорту в такому випадку приймається рівною 0).

Також було досліджено, що навіть при відсутності пішоходів на нерегульованих пішохідних переходах зі штучними нерівностями, мінімальна затримка транспорту складає 2,14 с. Це пояснюється тим, що водію для більш комфортного проїзду переходу цього типу, треба завжди знижувати швидкість.

На нерегульованих пішохідних переходах без штучних нерівностей мінімальна затримка склала 1.3 с. Це можна пояснити наступними факторами: появи людини біля пішохідного переходу, яка ще не почала рух через нього; велика кількість транспортних засобів, які зупинились перед пішохідним переходом.

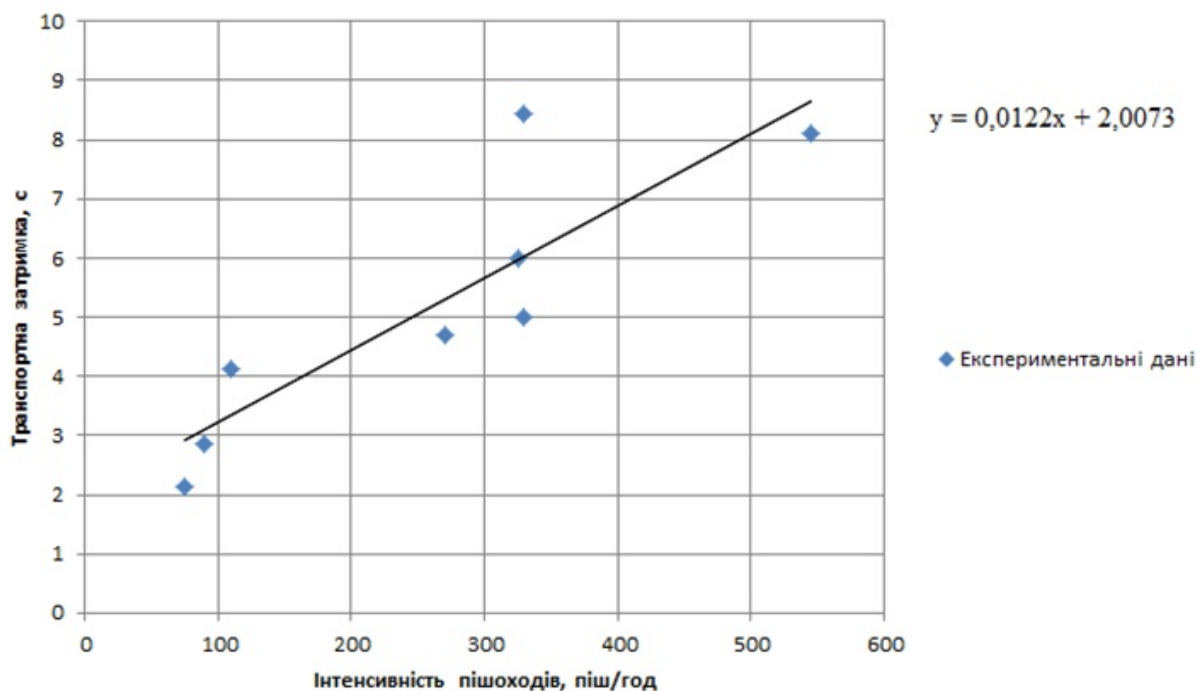


Рисунок 3 – Вплив інтенсивності транспортних і пішохідних потоків на величину затримки транспортних засобів у зоні нерегульованих пішохідних переходів зі штучною нерівністю
Джерело: розроблено авторами

Розроблені регресійні моделі, які слугували для прогнозування інтенсивності руху різних видів транспорту на прикладі вулично-дорожньої мережі м. Черкаси. За критерій оптимізації приймалась транспортна затримка, а в якості фактору – інтенсивність пішоходів.

Висновки. Результати обробки GPS-треків дозволили виявити ряд закономірностей: при невеликій інтенсивності транспортних і пішохідних потоків зниження швидкості транспортного засобу, що проїжджає пішохідний перехід, незначне, що підтверджує їхній проїзд без будь яких перешкод; збільшення інтенсивності транспортних засобів і пішоходів призводить до зниження швидкості транспортних засобів; при більших інтенсивностях транспортних і пішохідних потоків перед переходом утворюються черги транспортних засобів, тому відстань, на якій транспортний засіб починає знижувати швидкість значно збільшується. Як наслідок всі ці закономірності призводять до відповідного збільшення часу затримки транспортного засобу при проїзді зони переходу. Обстеження переходів за допомогою відеозйомки підтверджують отриманий результат. Розроблені регресійні моделі дозволили провести аналіз затримки транспортних засобів в залежності від інтенсивності пішоходів на пішохідних переходах зі штучною нерівністю або без неї та з відповідною ймовірністю прогнозувати інтенсивність руху на вулиці Гагаріна м. Черкаси (мікрорайон «Митниця»).

Список літератури

1. Семченко Н.О., Решетніков Є.Б. Дослідження параметрів руху груп транспортних засобів на вулично-дорожній мережі міст. *Комунальне господарство міст*. 2018. Вип. 7 (146). С. 12-19.
2. Петров Е. А. Моделирование движения транспортного потока высокой интенсивности. *Омский научный вестник*. 2002. № 21. С. 137 – 138.
3. Петров В. В. Управление движением транспортных потоков в городах : монография . Омск:

- СибАДИ, 2007. 92 с.
4. Амбарцумян В.В., Бабанин В.Н., Гуджоян О.П., Петридис А.В. Безопасность дорожного движения. Учебное пособие для подготовки и повышения квалификации кадров автомобильного транспорта ; под ред. В.Н. Луканина. М: Машиностроение, 1998. 304 с.
 5. Клиновштейн, Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 2001. 247 с.

References

1. Semchenko N.O. & Reshetnikov E.B. (2018). Doslidzhennia parametriv rukhu hrup transportnykh zasobiv na vulychno-dorozhniy mrezhii mist [Research of parameters of movement of groups of vehicles on a street and road network of cities]. *Komunal'ne hospodarstvo mist – Municipal enterprises of cities, 7 (146)*, 12-19 [in Ukrainian].
2. Petrov, E.A. (2002). Modelirovanie dvizheniya transportno go potoka vysokoy intensivnosti [High Intensity Traffic Simulation]. *Omskij nauchnyj vestnik – Omsk Scientific Bulletin, 21*, 137–138 [in Russian].
3. Petrov, V.V. (2007). *Upravlenie dvizheniem transportnykh potokov v gorodah [Traffic management in cities]*. Omsk: SibADI [in Russian].
4. Ambarcumjan, V.V., Babanin, V.N., Gudzhojan, O.P. & Petridis, A.V. (1998). Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya. [Road safety]. *Moskva^ Mashinostroenie* [in Russian].
5. Klinkovshitejn, G.I. & Afanas'ev M.B. (2001). *Organizacija dorozhnogo dvizheniya [Traffic organization]*. Moscow: Transport [in Russian].

Ihor Shlionchak, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Oleksandr Lukianchenko**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Ivan Tarandushka**, Senior Lecturer
Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

Analysis of Traffic Flows and Forecasting the intensity of Traffic of Different Types of Transport on the Example of the Road Network of Cherkasy

The study of traffic flows of different types of transport of the road network of Cherkasy on the example of st. Gagarin (microdistrict "Mytnytsia").

The authors emphasize the fact that the modern street and road network of cities, including Cherkasy, which was calculated and built earlier, based on much lower traffic, is overloaded with vehicles of various kinds. In the context of European integration, in particular the introduction of a new speed regime in populated areas, there is also an increase in vehicle delays in accommodation areas, such as unregulated pedestrian crossings or traffic lights. The results of the study are proposed to be used in the process of reorganization of the street and road network of Ukrainian cities.

The developed regression models allowed to analyze the delay of vehicles depending on the intensity of pedestrians at pedestrian crossings with or without artificial inequality and with the corresponding probability to predict the intensity of traffic on Gagarin Street in Cherkasy (microdistrict "Mytnytsia").

traffic intensity, traffic flows, street and road network, different types of transport, vehicle delay, highways

Одержано (Received) 10.05.2022

Прорецензовано (Reviewed) 18.05.2022

Прийнято до друку (Approved) 30.05.2022