

УДК 625.72

Пальчик А. М.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц., <https://orcid.org/0000-0002-7658-6066>Соколенко Т. В.<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1485-2717><sup>1</sup> Національний транспортний університет, м. Київ, Україна<sup>2</sup> Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна

---

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЕРЕХРЕЩЕНЬ І ПРИМИКАНЬ  
В ОДНОМУ РІВНІ БЕЗ ЗМІНИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ****Анотація**

**Вступ.** Для забезпечення ефективної роботи всіх транспортних вузлів дорожньої мережі необхідною умовою є безперервний та безперешкодний рух всіх транспортних потоків. Правильне визначення втрат часу транспортних засобів на перехрещеннях і примиканнях автомобільних доріг дасть можливість підвищити ефективність їх функціонування без виконання реконструкції та дозволить точно обґрунтувати необхідність зміни їх геометричних параметрів.

**Проблематика.** Дослідження основних видів маневрів на пересіченнях і примиканнях автомобільних доріг в одному рівні є важливим із точки зору підвищення ефективності їх функціонування. Перехрещення та примикання — є основними елементами дороги, які напряму впливають на пропускну здатність всієї дороги, так як перерозподіл транспортних потоків відбувається саме в цих вузлах дорожньої мережі.

Питанню дослідження руху транспортних потоків, маневрування під час руху та, зокрема, втрат часу транспортними засобами на перехрещеннях і примиканнях автомобільних доріг присвячено чимало наукових праць діячів науки, таких як: Лобанов В. М., Гохман В.А., Хейт Ф., Дрю Д. Проте всі відомі дослідження дають узагальнене середнє значення затримки транспортних засобів при виконанні маневру з другорядної дороги на головну і навпаки, або при перетині і зовсім не враховують такого важливого моменту як зупинка й очікування можливості проїзду.

**Мета.** Удосконалення методики проектування перехрещень автомобільних доріг в одному рівні з урахуванням особливостей руху транспорту на цих перехрещеннях залежно від інтенсивності, швидкості, радіусу з'їзду та складу транспортного потоку.

**Матеріали та методи.** В основу існуючих методів із визначення затримок автомобілів на перехрещеннях і примиканнях закладено зменшення швидкості на під'їзді до перехрещення або примикання, перетин автомобільної дороги або виконання різних маневрів з розгоном або гальмуванням, враховуючи часткове зменшення швидкості руху на головній дорозі. Затримка автомобільного транспорту, що рухається по другорядній дорозі, враховується тільки на тій ділянці довжина якої дорівнює необхідній відстані для розгону автомобіля із швидкості на перехрещенні до швидкості на основній дорозі. Аналіз методів підвищення ефективності функціонування перехрещень і примикань в одному рівні дозволить знайти вирішення такого питання як доцільність зміни геометричних параметрів транспортних розв'язок в одному рівні шляхом реконструкції.

**Результати.** У статті проаналізовано імовірність безперешкодного вливання автомобіля з другорядної дороги на головну і навпаки, з урахуванням середньої тривалості вільного інтервалу між автомобілями основного потоку та між групами автомобілів. Знайдено залежність тривалості вільних інтервалів, та їх кількості, від інтенсивності руху, складу транспортного потоку, швидкості

руху транспортних засобів. Отримано ряд рівнянь для визначення загальної затримки транспорту при виконанні різних видів маневрів залежно від типу пересічення чи примикання.

Використання отриманих формул для розрахунку затримки буде цілком доцільно при вирішенні проблем зі зменшення перевантаження перехрещень і примикань автомобільних доріг в одному і більше рівнях.

**Висновки.** За результатами дослідження запропоновано метод із визначення ефективності функціонування перехрещення або примикання у даних умовах, що в подальшому дає можливість обґрунтувати необхідність реконструкції на основі затримок автомобілів. Робота може бути використана в проектних інститутах при розробленні проектів автомобільних доріг.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, вільний інтервал, затримка транспорту, маневр, перехрещення, примикання, транспортний засіб.

### Вступ

Загальна кількість автомобільних доріг на кінець ХХ століття в Україні складала 172 тис км, у тому числі з твердим покриттям 163 тис км. Дорожня мережа з твердим покриттям має густину 0,27 км/км<sup>2</sup>. Унаслідок взаємодії всіх видів транспорту та всіх ланок транспортного процесу створено єдину транспортну систему. Сукупність усіх шляхів сполучення, побудованих з урахуванням вимог єдиної транспортної системи, є єдиною комплексною мережею шляхів сполучення.

Автомобільні дороги проектували та будували з 1936 року відповідно до різних нормативних документів в яких зазначено, що радіуси з'їздів до 1974 року були рівними 5 м. Збільшення радіусу з'їзду  $R$  до 15 м, 20 м, 25 м відбувається після 1974 року. Потрібно розробити заходи з реконструкції існуючих перехрещень залежно від сучасної існуючої інтенсивності руху транспортного потоку.

Рекомендації щодо геометричних параметрів перехрещень і примикань залежать від:

1. Сумарної інтенсивності на двох дорогах (головній та другорядній);
2. Від кількості автомобілів, що виходять або входять у транспортний потік головної дороги.

На перехрещенні або примиканні автомобілі виконують такі маневри:

- поворот ліворуч;
- поворот праворуч;
- переїзд дороги (для перехрещення).

Автомобільні дороги будували в різні часи з різними параметрами з'їздів, що безпосередньо впливало на безпеку руху. Наразі виникла необхідність розроблення рекомендацій із реконструкції з'їздів і проектування нових із урахуванням сучасних показників інтенсивності, швидкості, радіуса повороту та виду маневру автомобіля.

У дійсності всі існуючі методики не враховують кількість автомобілів, які проходять без затримки, та кількість автомобілів, які затримуються на перехрещенні або примиканні. Можливість в'їзду автомобілів на головну дорогу або виконання маневру на головній дорозі залежить від наявності вільних інтервалів. Час затримки транспортних засобів залежить не тільки від наявності вільного інтервалу, але і від інтервалу проходження групи автомобілів на головній дорозі.

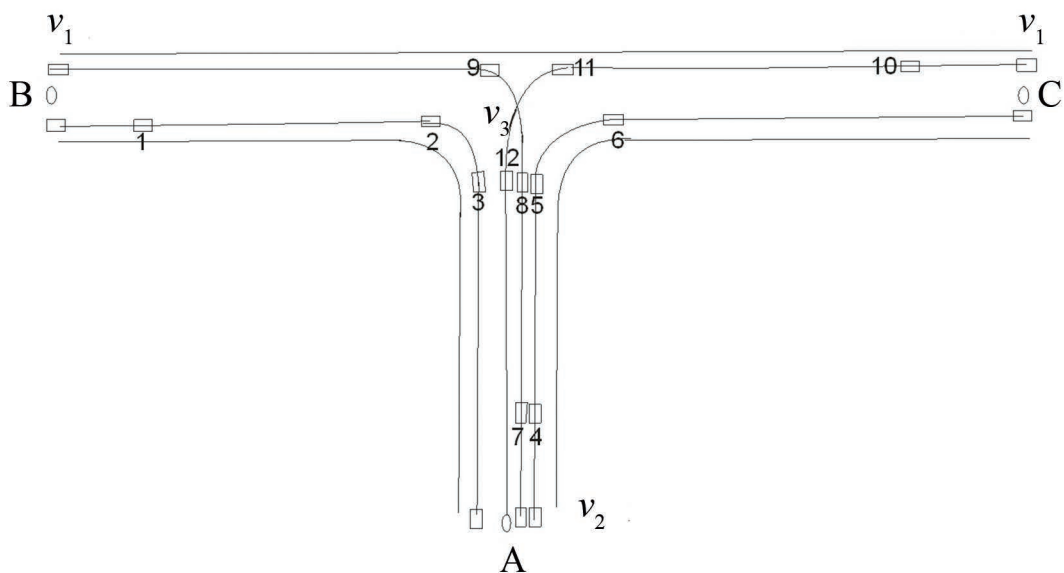
На закономірність руху транспортних засобів впливає поведінка водіїв. Окремий водій, намагаючись досягти власного оптимального рішення, вступає в конфлікт з іншими, які взаємодіють з ним за допомогою обгонів, перестроювання, зміни смуги руху на прямій ділянці дороги. Виконуючи маневр на перехрещенні чи примиканні автомобільних доріг основною проблемою взаємодії водіїв є очікування транспортним засобом можливості виконання маневру.

Таким чином виникає необхідність дослідження взаємодії транспортних потоків, що рухаються головною та другорядною дорогами для вирішення проблем, пов'язаних із втратою часу та тривалим очікуванням.

### Основна частина

Проектування перехрещень та примикань автомобільних доріг виконують на основі інтенсивності руху по головній та другорядній дорогах без урахування розподілу інтенсивності руху за напрямками.

Для обґрунтування параметрів перехрещень і примикань двосмугових автомобільних доріг є один критерій, це сумарні затримки автомобілів. Затримки автомобільного транспорту повинні бути враховані на конкретних ділянках дороги. Такі ділянки дають можливість врахувати зниження швидкості руху при виконанні маневру, що характеризується часом проїзду. Відстань від перехрещення або примикання потрібно розраховувати з урахуванням шляху гальмування та шляху розгону. На рис. 1 наведено основні показники при виборі зон зміни швидкостей руху.



$v_1$  — швидкість на головній дорозі;  $v_2$  — швидкість на другорядній дорозі;  $v_3$  — швидкість на з'їзді

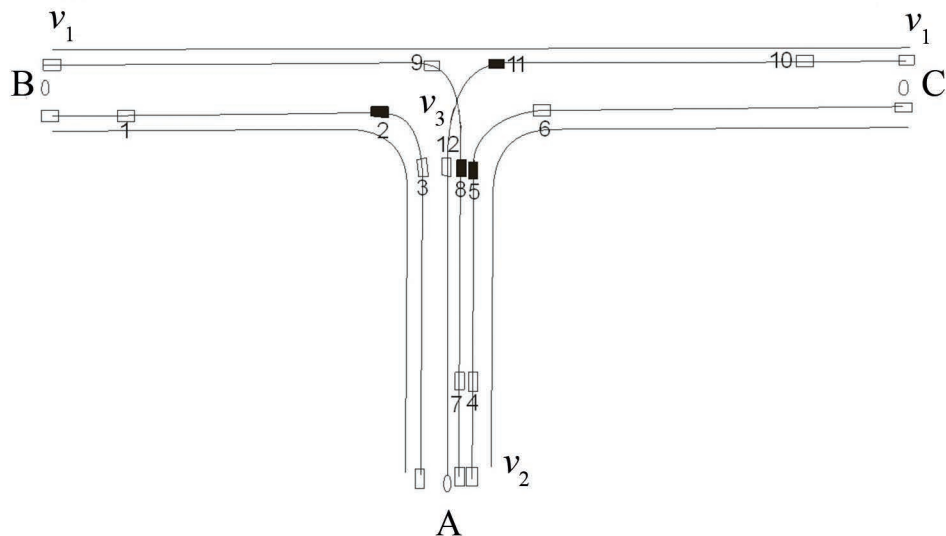
**Рисунок 1** — Маневри автомобілів на примиканні

Точки А, В, С розташовані на відстані розгону як на головній дорозі, так і на другорядній.

Маневр ВА складається із декількох ділянок: ділянка В-1 — проїзд із швидкістю  $v_1$ ; ділянка 1-2 — гальмування автомобіля від  $v_1$  до  $v_3$ ; ділянка 2-3 — проїзд заокруглення зі швидкістю  $v_3$ ; ділянка 3-А — розгін від  $v_3$  до  $v_2$ . Маневр АС: ділянка А-4 — проїзд зі швидкістю  $v_2$ ; ділянка 4-5 — гальмування автомобіля від  $v_2$  до  $v_3$ ; ділянка 5-6 — проїзд заокруглення зі швидкістю  $v_3$ ; ділянка 6-С — розгін від  $v_3$  до  $v_1$ . Маневр СА ділянка С-10 — проїзд із швидкістю  $v_1$ ; ділянка 10-11 — гальмування автомобіля від  $v_1$  до  $v_3$ ; ділянка 11-12 — проїзд заокруглення із швидкістю  $v_3$ ; ділянка 12-А розгін від  $v_3$  до  $v_2$ .

Маневр АВ: ділянка А-7 — проїзд із швидкістю  $v_2$ ; ділянка 7-8 — гальмування автомобіля від  $v_2$  до  $v_3$ ; ділянка 8-9 — проїзд заокруглення із швидкістю  $v_3$ ; ділянка 9-В — розгін від  $v_3$  до  $v_1$ .

У зв'язку з тим, що у випадку непопадання автомобіля з другорядної дороги на вільний інтервал, виникає затримка автомобіля (рис. 2).



- – автомобілі, що рухаються безперешкодно;
- – автомобілі, які змушені очікувати.

**Рисунок 2** — Маневри автомобілів із затримкою

У цьому випадку гальмування виконують до зупинки автомобіля. На ділянках проїзду кривої швидкість автомобіля збільшується до швидкості на з'їзді.

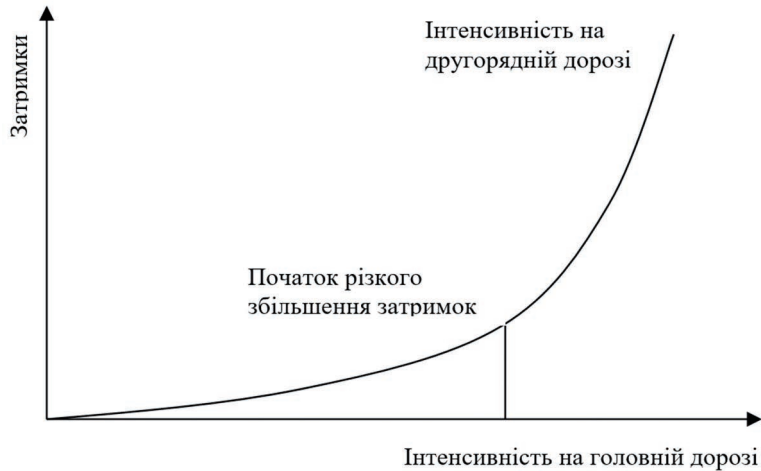
Визначення напрямків недостатньо для розрахунку затримок автомобільного транспорту. Затримки виникають при виконанні маневрів автомобілями на примиканнях і перехрещеннях у результаті недостатньої тривалості вільного інтервалу між автомобілями що рухаються по головній дорозі. Основною умовою вільного проїзду автомобілів без затримки є наявність вільних інтервалів між групами автомобілів, що рухаються по основній дорозі. Рух автомобілів по головній дорозі характеризують інтенсивністю, швидкістю та складом транспортного потоку. Цьому руху відповідає розподіл вільних інтервалів на головній дорозі.

Зі збільшенням значення інтенсивності руху на дорогах, що перетинаються, збільшується затримка під час виконання маневру (рис. 3).

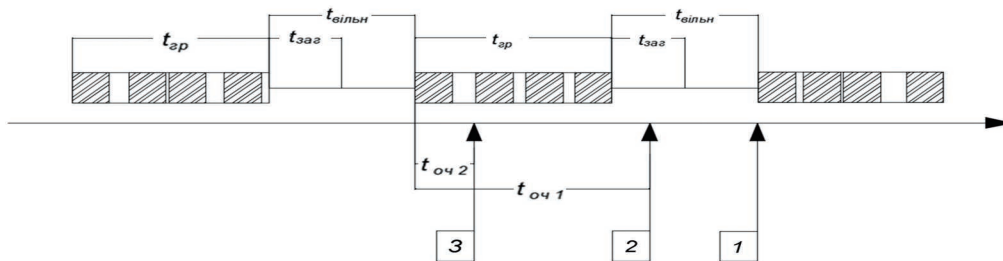
Під час обчислення затримок для кожного маневру вільні інтервали між групами автомобілів, тривалість яких менше ніж тривалість виконання маневру, входять у час проїзду групи автомобілів. На рис. 3 зображено інтервали між автомобілями в групі автомобілів.

Проектування перехрещень і примикань автомобільних доріг виконується на основі інтенсивності руху по головній і другорядній дорогах без урахування розподілення інтенсивності руху за напрямками.

Затримки виникають при виконанні маневрів, автомобілями, на примиканнях і перехрещеннях у результаті недостатньої тривалості вільного інтервалу. Основною умовою вільного проїзду без затримки є наявність вільних інтервалів між групами автомобілів, що рухаються по головній дорозі. Вільні інтервали повинні бути достатніми для виконання маневру.



**Рисунок 3** — Зміна значення затримки на другорядній дорозі при зростанні інтенсивності на головній дорозі



$t_{гр}$  — час проїзду групи автомобілів, с;  $t_{заг}$  — час необхідний для виконання маневру, с;  $t_{вільн}$  — тривалість вільного інтервалу, с;  $t_{оч\ 1}$  — час очікування виконання маневру автомобіля № 2, с;  $t_{оч\ 2}$  — час очікування виконання маневру автомобіля № 3; 1 — автомобіль № 1; 2 — автомобіль № 2; 3 — автомобіль № 3

**Рисунок 4** — Схема вливання автомобілів з другорядної дороги в основний потік головної дороги

На рис. 4 зображено три випадки вливання автомобілів з другорядної дороги в основний потік головної дороги. У першому випадку автомобіль № 1 має достатньо часу для виконання маневру і проїжджає без затримки. У другому випадку, часу для виконання маневру автомобілем № 2, недостатньо, тому час очікування автомобіля буде складати  $t_{оч\ 1}$ . У третьому випадку для автомобіля № 3 час очікування автомобіля на виконання маневру складає  $t_{оч\ 2}$ .

Час очікування для автомобіля складається частково із  $t_{заг}$  та часу проїзду групи автомобілів  $t_{гр}$ . У 3 варіанті час очікування  $t_{оч}$  буде складати частинку часу від  $t_{гр}$ .

Автомобіль, який під'їжджає до примикання, чекає, щоб інтервал часу на головній дорозі був достатній для виконання маневру ( $t_{вільн} > (t_{заг} + t_{гр})$ ). У випадку, коли умова ( $t_{вільн} > (t_{заг} + t_{гр})$ ) не виконується, виникає затримка транспортних засобів та утворюється черга. Відношення  $(t_{заг} + t_{гр}) / t_{осн}$  показує частку долі від кількості автомобілів на другорядній дорозі ( $N_2$ ), які можуть чекати моменту виконання маневру.

У сумарну затримку входить як час на виконання маневру, так і час, витрачений на

гальмування перед маневром. Тоді як час виконання маневру, у свою чергу, складається безпосередньо із самого маневру і подальшого розгону автомобіля до необхідної швидкості руху.

Ефективність функціонування характеризується забезпеченням проїзду автомобілів на перехрещенні або примиканні при мінімальній затримці без накопичення автомобілів для виконання маневру. Рух автомобілів по головній дорозі характеризують наявністю вільних інтервалів, які забезпечують виконання маневрів автомобілів на перехрещенні або примиканні. Тривалість вільних інтервалів повинна бути достатньою та безпечною. Виходячи із цього, інтенсивність руху з можливими маневрами не повинна бути більша від наявності вільних інтервалів на головній дорозі. На рис. 5 показано маневри руху на примиканні.

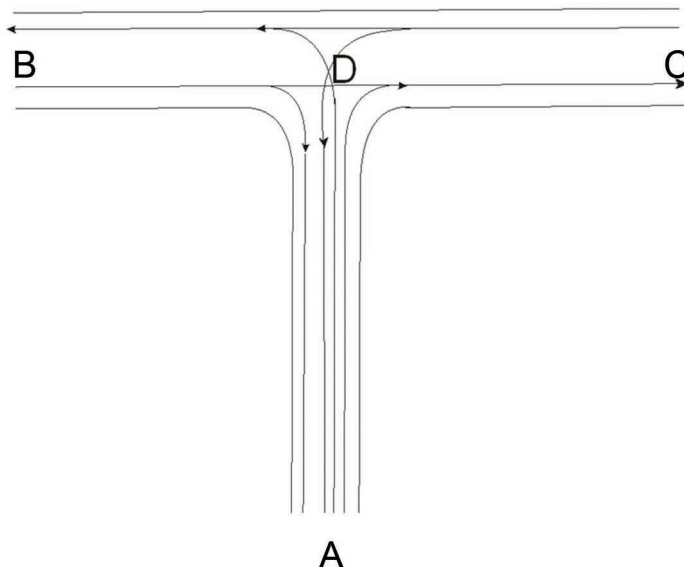


Рисунок 5 — Поява додаткових вільних інтервалів на головній дорозі

Напрямок ВС має  $\Pi$  вільних інтервалів.

Напрямок ВА — інтенсивність  $N_{ва}$ . При виконанні цього маневру звільняється  $\Pi_{ва}$ , що дорівнює інтенсивності  $N_{ва}$ . На відрізку DC буде  $\Pi_{dc} = \Pi + \Pi_{ва}$ , у випадку, коли величина інтервалів на головній дорозі буде більша інтервалу для виконання маневру. Якщо ця умова не виконується то на ділянці DC кількість вільних інтервалів не збільшується. У такому разі, сума інтенсивностей  $N_{ав} + N_{ас} = \Pi + \Pi_{ва}$ .

Те ж саме можна сказати і про напрямок ДВ.

$$N_{са} = \Pi + \Pi_{са}$$

У разі збільшення інтенсивності руху за рахунок маневрів автомобілів, затримки будуть різко зростати та не буде забезпечена ефективність функціонування примикання. Реальне значення затримок автомобілів необхідно для обґрунтування доцільності проведення реконструкції.

Нижче описано рекомендований метод із визначення затримок автомобілів на перехрещенні або примиканні з урахуванням автомобілів, які виконують маневр без затримок, а тільки зі зниженням швидкості руху.

Кількість автомобілів, що проїжджають без зупинки обчислюють за формулою:

$$n_{б.з.} = N_2 - n_{затр}, \quad (1)$$

де  $N_2$  — інтенсивність руху на другорядній дорозі, авт/год;  
 $n_{затр}$  — кількість автомобілів, які очікують виконання маневру, шт.

Загальна затримка транспорту, під час виконання будь-якого маневру, буде дорівнювати:

$$t_{\text{затр}} = n_{\text{затр}} \frac{t_{\text{заг}} + t_{\text{гр}}}{2} = \frac{n_{\text{гр}} N_2 (t_{\text{заг}} + \bar{t}_{\text{групи}}) t_{\text{заг}} + \bar{t}_{\text{гр}}}{3600 - \bar{t}_{\text{групи}} \cdot n_{\text{гр}}} = \frac{n_{\text{гр}} N_2 (t_{\text{заг}} + \bar{t}_{\text{групи}})^2}{7200 - 2\bar{t}_{\text{групи}} \cdot n_{\text{гр}}}, \quad (2)$$

де  $\frac{t_{\text{заг}} + t_{\text{гр}}}{2}$  — середня тривалість затримки, с;

$n_{\text{затр}}$  — кількість автомобілів, які чекають моменту виконання маневру, шт;

$N_2$  — інтенсивність руху на другорядній дорозі, авт/год;

$t_{\text{заг}}$  — час, необхідний для виконання маневру, с;

$\bar{t}_{\text{гр}}$  — середня тривалість проїзду 1 групи автомобілів, с.

### Висновки

Рух автомобільного транспорту є складним процесом, через багато факторів, які впливають на нього. До таких факторів належать: дорожні умови; інтенсивність і склад руху; психофізіологічний стан водія; стан автомобіля; засоби регулювання руху. Сумісний вплив усіх факторів, що діють на транспортний потік і які весь час змінюються в просторі та часі, значно ускладнює розуміння закономірностей руху транспортних потоків і зв'язок характеристик транспортного потоку між собою. Вирішення цієї проблеми лежить у використанні методів математичного моделювання.

У статті проаналізовано імовірність безперешкодного впливання автомобіля з другорядної дороги на головну та навпаки, з урахуванням середньої тривалості вільного інтервалу між автомобілями основного потоку та між групами автомобілів. Знайдено залежність тривалості вільних інтервалів, і їх кількості, від інтенсивності руху, складу транспортного потоку, швидкості руху транспортних засобів. Отримано ряд рівнянь для визначення загальної затримки транспорту при виконанні різних видів маневрів залежно від типу пересічення чи примикання. Знаючи склад транспортного потоку, його інтенсивність і закономірність розподілу вільних інтервалів між автомобілями та групами автомобілів, за допомогою запропонованого методу можливо буде розрахувати як час затримки автомобілів, що очікують можливості виконання маневру, так і їх кількість.

У результаті проведеного дослідження запропоновано метод із визначення ефективності функціонування перехрещення або примикання у реальних умовах із врахуванням усіх факторів, які впливають на безперервний рух транспортного потоку в межах перехрещень і примикань.

### Список літератури

1. ВБН В.2.3-218-192:2005 Перехрещення та примикання доріг в одному рівні. Методи проектування та організації дорожнього руху. Київ, 2005. 31 с. (Інформація та документація).
2. Гофман В. А., Визгалов В. М., Поляков М. П. Пересечения и примыкания автомобильных дорог. Москва, 1989. 319 с.
3. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков. Москва, 1966. 288 с.
4. Поліщук В.П., Дзюба О.П. Теорія транспортного потоку : методи та моделі організації дорожнього руху : навч. посіб. Київ, 2008. 175 с.
5. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. Москва, 1972. 424 с.
6. Лобанов Е.М., Шемяков В.М., Гохман В.А. Проектирование и изыскание пересечений автомобильных дорог. Москва, 1972. С. 40-84.
7. Пальчик А.М. Транспортні потоки. Київ, 2010. 172 с.
8. Савчук С.О., Соколенко Т.В. Застосування супутникових геодезичних карт при

вишукуванні та паспортизації автомобільних доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Вип. 93. Київ, 2015. С. 26–38.

9. Соколенко Т.В. Визначення наявності вільних інтервалів для виконання маневрів на пересіченнях та примиканнях автомобільних доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Вип. 106. Київ, 2018. С. 100-107.

10. Соколенко Т.В. Затримки транспортних засобів на перехрещеннях та примиканнях автомобільних доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Вип. 108. Київ, 2019. С. 110-116.

11. Соколенко Т.В., Пальчик А.М. Розподіл вільних інтервалів у транспортному потоці залежно від інтенсивності та швидкості руху. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Науковотехнічний збірник*. Вип. 109. Київ, 2019. С. 114-120.

### References

1. VBN V.2.3-218-192:2005 Perekhreshchennia ta prymykannia dorih v odnomu rivni. Metody proektuvannia ta orhanizatsii dorozhnoho rukhu (Federal building regulations (VBN V.2.3-218-192:2005) Intersection and adjacency of highways in one level. Methods of designing and organizing traffic). Kyiv, 2005. 31 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

2. Hofman A., Vyzghalov V. M., Poliakov M. P. Peresechenyia y prymykanyia avtomobylnykh doroh (Highway crossings and junctions). Moscow, 1989. 319 p. [in Russian].

3. Khejt F. Matematycheskaia teoriia transportnykh potokov (Mathematical theory of transport flows). Moscow, 1966. 288 p. [in Russian].

4. Polischuk V.P., Dziuba O.P. Teoriia transportnoho potoku: metody ta modeli orhanizatsii dorozhn'oho rukhu (Traffic flow theory: methods and models of traffic organization). Kyiv, 2008. 175 p. [in Russian].

5. Driu D. Teoriia transportnykh potokov y upravlenye ymy (Theory and management of transport flows). Moscow, 1972. 424 p. [in Russian].

6. Lobanov E.M., Sheviakov V.M., Hokhman V.A. & oth. Proektyrovanye y yzyskanye peresechenyj avtomobil'nykh doroh (Designing and surveying of motorway intersections). Moscow, 1972. P. 40-84 [in Russian].

7. Palchyk A.M. Transportni potoky (Traffic flows). Kyiv, 2010. 172 p. [in Ukrainian].

8. Savchuk S.O., Sokolenko T.V. Zastosuvannia suputnykovykh heodezychnykh kart pry vyshukuvanni ta pasportyzatsii avtomobil'nykh dorih (Application of satellite geodetic maps in the search and certification of roads). *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo*. Vol. 93. Kyiv, 2015. P. 26-38 [in Ukrainian].

9. Sokolenko T.V. Vyznachennia naiavnosti vilnykh intervaliv dlia vykonannia manevriv na peresichenniakh ta prymykanniakh avtomobil'nykh dorih (Determining the availability of free intervals for maneuvers at intersections and junctions of roads). *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo*. Vol. 106. Kyiv, 2018. P. 100-107 [in Ukrainian].

10. Sokolenko T.V. Zatrymky transportnykh zasobiv na perekhreshchenniakh ta prymykanniakh avtomobil'nykh dorih (Delays of vehicles at intersections and adjacent roads). *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo*. Kyiv, 2019. Vol. 108. P. 110-116 [in Ukrainian].

11. Sokolenko T.V., Palchyk A.M. Rozpodil vilnykh intervaliv u transportnomu pototsi zalezno vid intensyvnosti ta shvydkosti rukhu (Distribution of free intervals in the traffic flow depending on the intensity and speed of movement). *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo*. Kyiv, 2019. Vol. 109. P. 114-120 [in Ukrainian].



Anatoliy Palchyk<sup>1</sup>, Ph.D., Associate Prof., <https://orcid.org/0000-0002-7658-6066>

Tetiana Sokolenko<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1485-2717>

<sup>1</sup> National Transport University, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine

## **INCREASE THE EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF INTERSECTIONS AND ROAD JUNCTIONS WITHOUT CHANGING THE GEOMETRIC PARAMETERS**

### **Abstract**

**Introduction.** A prerequisite for ensuring efficient operation of all transport nodes of the road network is a continuous, barrier-free traffic flow. Correct determination of vehicle time losses at intersections and junctions of roads will make it possible to increase the efficiency of their operation without reconstruction and will allow to accurately justify the need for changing their geometric parameters.

**Problem Statement.** Research on the main types of maneuvers at intersections and junctions of roads at the same level is important in order to increase the efficiency of their functioning. Intersections and road junctions are the main elements of the road that have a direct impact on the capacity of the entire road, as the distribution of traffic flows takes place at these points on the road network.

A lot of scientific works are devoted to the study of traffic flows, manoeuvres and especially time losses of vehicles at intersections and junctions of roads, such as those of Lobanov, V.M, Hoxhman V.A., Khejt F., Driu D. But all known studies provide a general average of the delay of vehicles when maneuvering from a secondary road to the main one and vice versa or do not even include such an important moment as stopping and waiting time during the road crossing.

**Objective.** Improve the design of intersections and road junctions at the same level, taking into account the peculiarities of traffic at intersections and road junctions at the same level, depending on the intensity of traffic, speed, radius of descent and composition of traffic flow.

**Materials and methods.** Existing methods for determining vehicle delays at intersections and junctions of roads are based on slowing down before approaching an intersection or junction, crossing a road or performing various maneuvers by accelerating or slowing down while only partially reducing speed on the main road. Delay on a secondary road is only considered on a section whose length equals the necessary distance of car acceleration from intersection speed to the speed on the main road. The analysis of methods to increase the efficiency of intersections and junctions functioning at one level will allow finding a solution to such a question as expediency of changing geometrical parameters of transport interchanges at one level by means of reconstruction.

**Results.** The article analyzes the possibility of free inflow of the car from the secondary road to the main road and vice versa, taking into account the average duration of the free interval between the cars of the main traffic flow and between groups of cars. Dependence of the duration of free intervals as well as their number on the speed, traffic intensity and composition of the transport flow was found. Several equations are obtained to determine the total delay of transport at the moment of performing different types of maneuvers depending on the type of intersection or junction.

The use of the received formulas when calculating the delay will be useful in solving problems to reduce congestion at intersections and road junctions at one or more levels.

**Conclusions.** As a result, the study proposes a method for determining the performance of intersections or road junctions under the present conditions, which makes it possible to justify the need for reconstruction based on vehicle delays in the future. This work can be used in project institutes during road project development.

**Keywords:** motor road, free interval, transport delay, intersection, junction, vehicle.