

необхідно направляти рішення цієї проблеми, проводити оцінювання ефективності різних заходів та цільових програм, направлених на підвищення рівня безпеки руху.

#### Перелік використаної літератури

1. Davidich Y. Improving the safety of urban freight deliveries by organization of the transportation process considering driver's state. / A. Galkin, N. Davidich, L. Filina-Dawidowicz, Y. Davidich // *Transportation Research Procedia*. – 2019. – №. 39. – P. 54–63.

2. Davidich Y. Monitoring of urban freight flows distribution considering the human factor / N. Davidich, A. Galkin, S. Iwan, K. Kijewska, Y. Davidich // *Sustainable Cities and Society*, Volume 75, 2021.

УДК 656.13

### ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ НЕБЕЗПЕКИ СКЛАДНОГО ПЕРЕХРЕСТЯ МІСТА

**Балюк Є.О.**, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
e-mail: [yevhenii.baliuk@gmail.com](mailto:yevhenii.baliuk@gmail.com),

**Олійник Д.В.**, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
**Абрамова Л.С.**, д.т.н, професор, професор кафедри організації та безпеки дорожнього руху, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
e-mail: [abramova\\_ls@ukr.net](mailto:abramova_ls@ukr.net)

У дійсний час існує кілька підходів до дослідження перехресть, серед яких найпоширенішими є камеральний та польовий методи. Кожен з них має свої переваги й недоліки, залежно від поставлених завдань і доступних ресурсів.

Камеральний метод дослідження перехрестя передбачає аналіз даних, статистики та моделювання руху в кабінетних умовах, тоді як польовий метод полягає в безпосередньому спостереженні за дорожньою ситуацією на місці. Камеральний підхід ефективний для попередньої оцінки, але польовий метод є більш дієвим, оскільки дозволяє враховувати реальні умови, такі як поведінка водіїв, пішоходів і непередбачувані фактори, які важко передбачити за допомогою моделювання. Тож в дослідженні був використаний саме польовий метод «конфліктних ситуацій», який є важливим інструментом для оцінки безпеки дорожнього руху, особливо при розробці проектів реконструкції складних ділянок доріг. Цей метод дозволяє виявляти потенційні небезпечні зони на дорозі та допомагає у прийнятті заходів для їх усунення або мінімізації ризиків.[1]

Одним із основних напрямків дослідження є аналіз транспортних потоків. Це дозволяє виявити ділянки, де можуть виникати проблеми, такі як затори або небезпечні перетини транспортних шляхів [2]. Ці самі перетини являють собою точки на перехресті м. Кременчук вул. Героїв Крут та Лесі Українки, що використовуються у методі конфліктних точок які зображені на картограмі (рис. 1).

За допомогою метода конфліктних точок ми можемо проаналізувати отриманні дані, визначити місця з підвищеною аварійністю, оцінити безпеку даного перехрестя та оптимізувати безпеку руху на ньому [3].

Рівень забезпечення безпеки руху, коефіцієнт аварійності, на перехресті складає:

$$K_0 = \frac{9,4053 \cdot 0,12 \cdot 10^7}{25 \cdot (5745)} = 7,8582$$

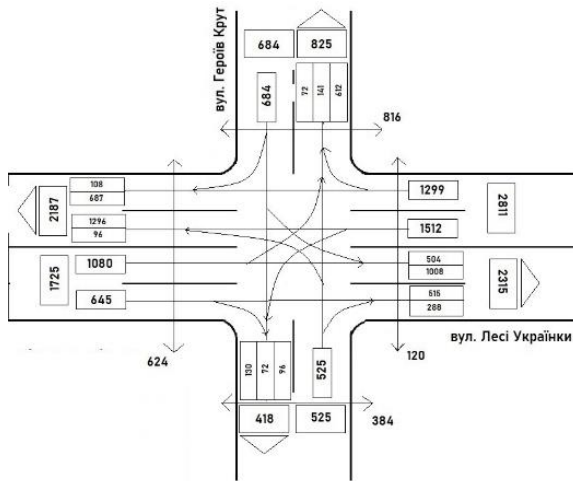


Рисунок 1 - Картограма транспортних та пішохідних потоків

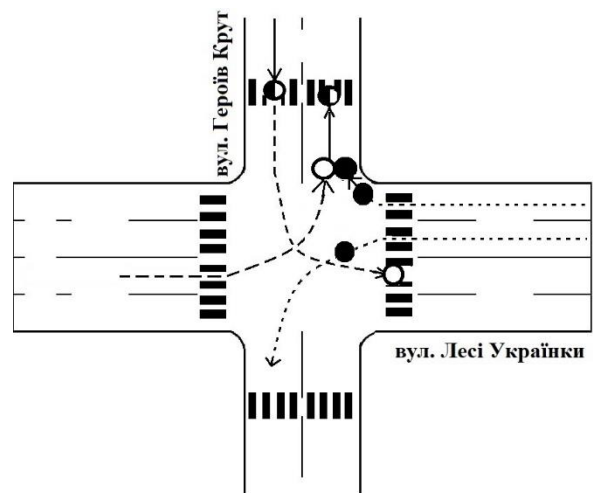


Рисунок 2 - Картограма конфліктних потоків та точок на перехресті

де ● - точки частих конфліктних ситуацій; ○ - точки помірної кількості конфліктних ситуацій; • - точки малої кількості конфліктних ситуацій.

Отримавши значення  $K_0$ , робимо висновки про небезпеку нерегульованого перехрестя: якщо  $3 < K_0 < 8$  — перехрестя майже безпечне.

Але цей метод надає нам лише теоретичну інформацію про перехрестя, в той час як польовий метод «конфліктних ситуацій» (МКС) є більш дієвим, та вирішуює вже наявні аварійні ситуації на перехресті. До того ж дані цих методів не завжди є схожими, тому ми використовуємо саме польовий підхід до дослідження.

Даним методом були досліджені конфліктні точки на перехресті, де перетинаються або небезпечно зближуються траєкторії руху різних учасників, що призводить до конфліктних ситуацій. Спостереження проводилися під час пікових навантажень, що дало змогу зібрати дані про ситуації різної складності — від легких до критичних. МКС оцінює небезпечні моменти на основі змін у поведінці водіїв, таких як швидкість і траєкторія, що дозволило створити детальну «карту небезпеки» перехрестя для прогнозування ймовірності ДТП. У роботі запропоновано проведення аналізу конфліктних ситуацій на зазначеному вище перехресті, яке є важливим транспортним вузлом.

Протягом спостережень було зафіксовано 24 конфліктні ситуації: 13 з них класифікуються як легкі, 8 - як середні, і 3 - як критичні. У результаті було виявлено 7 конфліктних точок, де виникли ці ситуації. Ці точки представлені на Рис. 2.

Кількість конфліктних ситуацій, приведених до критичної, можна визначити залежністю [1]:

$$K_{en} = 0,44 \cdot K_1 + 0,83 \cdot K_2 + K_3$$

де  $K_1$  - кількість легких конфліктних ситуацій на перехресті в 1 год;

$K_2$  - кількість середніх ситуацій;

$K_3$  - кількість критичних ситуацій за період спостережень, рівний 1 год.

Маючи наші дані спостережень, отримуємо таке значення:

$$K_{en} = 0,44 \cdot 13 + 0,83 \cdot 8 + 3 = 15,36 \sim 16$$

Дана кількість конфліктних ситуацій є небезпечною на перехресті. В той час, як значення аварійності методу конфліктних точок  $K_0 = 8$ , що відповідало майже безпечному перехрестю.

Отже методом польового дослідження було доведено зворотнє. Дані показують, що перехрестя потребує розробку додаткових заходів для безпеки. Метод аналізу конфліктних ситуацій забезпечує точнішу картину, оскільки враховує реальні події — аварії, різкі маневри, порушення, — що дає йому перевагу над камеральними методами, які базуються на вторинних даних. Цей метод не лише враховує аварії, а й оцінює події з потенційно високим ризиком, що дозволяє прогнозувати небезпечні ділянки ще до виникнення інцидентів.

Переваги методу конфліктних ситуацій включають прогнозування ризиків і оперативність, адже він дозволяє швидко збирати дані про небезпечні моменти, не чекаючи на статистику аварій, яка вимагає часу. Актуальність та адаптивність також є сильними сторонами методу: він чутливий до змін у дорожніх умовах і швидко виявляє проблеми, викликані новими інфраструктурними або погодними факторами.

Окрім того, цей метод забезпечує розуміння контексту небезпечних подій, дозволяючи фіксувати причини конфліктів, як-от порушення правил, дорожні перешкоди, поведінку водіїв. Недоліком методу є те, що для повної картини потрібен тривалий період спостережень, і він чутливий до сезонних змін. Хоча камеральний метод точний завдяки наявності проектної документації та він може бути корисним для початкового аналізу, заощаджуючи ресурси на польові дослідження, особливо в складних місцях.

Проведений аналіз конфліктних ситуацій на перехресті дозволив ідентифікувати основні проблемні зони та причини небезпечних ситуацій. Метод конфліктних ситуацій дозволив не тільки виявити актуальні загрози, а й спрогнозувати потенційні ризики. Основні проблеми включають некоректну поведінку водіїв, порушення правил проїзду на світлофорах, ігнорування пріоритетів руху та недостатню увагу до пішоходів на нерегульованих переходах.

У результаті роботи можна запропонувати заходи для підвищення безпеки: поліпшення світлофорного регулювання, перерахунок світлофорного циклу, або збільшення фаз в часі, встановлення додаткових дорожніх знаків, або заборони небезпечних маневрів. Ці рішення спрямовані на зниження кількості конфліктних ситуацій і підвищення загального рівня безпеки руху на перехресті. Рекомендовані заходи впливатимуть на безпеку інших об'єктів транспортної інфраструктури міста, які своєю чергою, сприятимуть зменшенню кількості ДТП. Після впровадження даних заходів, перехрестя обов'язково потребує повторного дослідження польовим методом.

Польовий метод дослідження конфліктних ситуацій довів свою ефективність, дозволяючи спостерігати реальні умови та поведінку учасників руху, що важко передбачити за допомогою моделювання. Він допомагає отримати актуальні дані про небезпечні моменти та швидко визначити критичні точки для змін. Камеральний метод, базуючись на статистичних даних і моделюванні, є корисним для початкової оцінки, але не враховує всіх непередбачуваних факторів, таких як зміни поведінки водіїв чи погодні умови. Виявлення реальних конфліктних ситуацій, які впливають на безпеку, є ключовою перевагою польового методу в такому аналізі.

Також в подальшому аналізі можна використати такий метод, як аудіовізуальний моніторинг з використанням відеокамер для запису ситуацій на перехресті, які дозволяють аналізувати рух транспортних засобів упродовж певного періоду, а також метод опитування водіїв, який дозволяє зібрати якісну інформацію про їхню поведінку, ставлення до правил дорожнього руху, а також враження про безпеку конкретного перехрестя. Це забезпечить можливість ідентифікувати патерни небезпечних маневрів і зони з високим ризиком на перехресті, що суттєво підвищить ефективність заходів щодо покращення безпеки дорожнього руху.

### Перелік використаної літератури

1. Аудит безпеки дорожнього руху : підручник / Абрамова Л.С. та ін. Харків: ХНАДУ, 2015. 22с.
2. Chang, L. Traffic conflict technique for safety evaluation. - Elsevier, 2019.
3. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах: монографія / Форнальчик Є. Ю. та ін. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018.

УДК 656.051

### ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ ЦИКЛІВ СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ В РАЙОНІ ЛОНГБ'ЄН МІСТА ХАНОЙ

**Ву Дик Мінь**, доктор філософії, керівник департаменту прогнозування дорожнього руху відділу інжинірингу автомобільних доріг та аеропортів, Transport Engineering Design Inc. (TEDI), e-mail: [vdminh1969@yahoo.com.vn](mailto:vdminh1969@yahoo.com.vn),

**Свічинський С.В.**, к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Першим кроком на шляху раціоналізації циклів світлофорного регулювання в районі Лонгб'єн м. Ханой, В'єтнам, став збір інформації про тривалість основних тактів – фаз світлофорного циклу – і циклів в цілому. Далі, для кожного основного такту були визначені інтенсивності транспортних потоків (ТП) на під'їздах до перехрестя. Потoki для перехресть приймалися зі сформованої транспортної моделі району Лонгб'єн, в якій вони були розраховані для ранкового періоду пік тривалістю дві години. З усіх ТП на під'їзді до кожного перехрестя для подальших розрахунків приймався той, який має найбільшу питому інтенсивність на одну смугу руху, – критичний потік для кожного основного такту світлофорного циклу. Цих даних достатньо для визначення раціональних параметрів світлофорних циклів, оскільки вони відбивають критичну інтенсивність ТП для усіх основних тактів циклу на кожному перехресті.

Характеристики пішохідних потоків у виконаних розрахунках були використані тільки як обмеження, оскільки у разі потреби пропускну спроможність пішохідних переходів на перехрестях відносно легко можна збільшити за рахунок ширини самого переходу. Таке збільшення можливе за рахунок ділянки проїзної частини перед перехрестям і практично не відбивається на пропускій спроможності перехрестя в цілому. Тому пішохідні потоки лише обмежують тривалість основних тактів знизу тим часом, який потрібен для переходу ними проїзної частини вулиці, що перетинається, або частини вулиці у разі наявності розділової смуги на ній, і повинні враховуватися тільки в самих крайніх випадках.

Для розрахунку раціональної тривалості світлофорних циклів була прийнята класична методика їх визначення, розроблена Ф. Вебстером [1]. Ця методика пройшла багатократну перевірку і підтвердила свою працездатність в самих різних умовах, незважаючи на її базування на емпіричному матеріалі. Згідно з нею, раціональна тривалість циклу світлофорного регулювання  $C$  визначається по формулі

$$C = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y}, \quad (1)$$

де  $L$  – час, втрачений за світлофорний цикл на переходи між фазами, с;

$Y$  – загальне навантаження на світлофорний об'єкт.