

УДК 656.13

# ОЦІНКА БЕПЕКИ РУХУ НА ЕЛЕМЕНТАХ ВУЛИЧНО- ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

**О. О. Свідерський**

Завідуючий сектором досліджень обставин  
дорожньо-транспортних подій  
Харківський науково-дослідний інститут  
судових експертиз  
ім. заслуженого професора М.С. Бокаріуса  
вул. Золочівська, 8-а, м. Харків,  
Україна, 61177  
E-mail: [jkuzenko@bigcom.in.ua](mailto:jkuzenko@bigcom.in.ua)

*Наводяться результати досліджень щодо оцінки рівня безпеки руху на елементах вулично-дорожньої мережі. Запропоновані моделі зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на перехрестях та ділянках вулично-дорожньої мережі, проведено дослідження ступеня впливу дорожніх та транспортних факторів на імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод*

*Ключові слова: дорожньо-транспортна пригода, параметри дорожнього руху, інтенсивність транспортного потоку*

*Приводятся результаты исследований по оценке уровня безопасности движения на элементах улично-дорожной сети. Предложены модели изменения вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий на перекрестках и участках улично-дорожной сети, проведено исследование степени воздействия дорожных и транспортных факторов на вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий*

*Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, параметры дорожного движения, интенсивность транспортного потока*

## 1. Вступ

Безпека дорожнього руху є одним з основних критеріїв оцінки транспортних систем. Внаслідок цього, однією з першочергових задач оптимізації транспортних систем є підвищення безпеки дорожнього руху. На автомобільних дорогах існує складна динамічна система, що включає в себе сукупність елементів «людина – автомобіль – дорога», що функціонують у певному середовищі. Ці елементи транспортної системи перебувають у певних відносинах і зв'язках один з одним і утворюють цілісність. В той же час вони формують фактори ризику, які можуть призвести до виникнення дорожньо-транспортних пригод. З погляду безпеки дорожнього руху інтерес для системного вивчення представляють як самі фактори ризику, так і їх різні сполучення. Місцями, де відбуваються дорожньо-транспортні пригоди є елементи дорожньо-транспортної мережі, її перехрестя та ділянки. Саме на цих елементах виникає взаємодія конфліктуючих транспортних та пішохідних потоків, результатом якої можуть виступати дорожньо-транспортні пригоди. Проектування розвитку і реконструкції вулично-дорожньої мережі міст неможливе без надійного прогнозу імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод.

## 2. Аналіз літературних даних

За думкою дослідників, дорожньо-транспортною вважається пригода, що виникла за участю хоча б одного транспортного засобу, що перебуває в русі, яка призвела до загибелі або поранення людей, пошкод-

ження транспортних засобів, споруд, вантажу чи іншого матеріального збитку [1, 2]. Основними причинами, що знижують безпеку руху, за даними дослідників [1, 3, 4], є недостатня ширина проїзної частини; недостатня видимість; різка несподівана зміна напрямку дороги; перетинання з нерегульованим рухом транспортних потоків; відсутність смуг розгону і гальмування; зупинні площадки для автобусів без плавних призмикань до проїзної частини; круті підйоми і спуски та інше. Матеріали статистики дорожньо-транспортних пригод дають принципову можливість порівняльної оцінки ступеню безпеки руху при різних параметрах елементів траси та інтенсивності руху на дорозі [5, 6]. Дослідники визначають, що показники аварійності доцільніше визначати за допомогою багатфакторних моделей, що враховують взаємозв'язок усього комплексу причин, які впливають на імовірність виникнення дорожньо-транспортної пригоди [7, 8].

## 3. Мета дослідження

Метою роботи є визначення моделей зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на перехрестях та ділянках вулично-дорожньої мережі міст.

## 4. Результати дослідження ступеня впливу дорожніх та транспортних факторів на імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод

Для досягнення встановленої мети було проведено дослідження ступеня впливу дорожніх та

транспортних факторів на імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод. Отримання вихідних даних, необхідних для розробки моделей зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод залежно від параметрів дорожнього руху, проводилося шляхом проведення натурних досліджень на місцях концентрації дорожньо-транспортних пригод.

Згідно з інформацією, отриманою при проведенні обстеження, представляється можливим математичний опис залежності між параметрами дорожнього руху на елементах вулично-дорожньої мережі та імовірністю виникнення дорожньо-транспортних пригод.

В якості розв'язання задачі математичного опису зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод були вибрані методи кореляційного і регресійного аналізу [9]. В якості рішення задачі розробки багатфакторних регресійних моделей впливу параметрів дорожнього руху на імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод на елементах вулично-дорожньої мережі була обрана модель лінійного типу.

Модель зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на «Т-подібних» регульованих перехрестях має наступний вид:

$$\text{VerDTP} = 0,026 \frac{\text{SHIR}}{\text{INT}} + 0,000079 \frac{\text{SKOR}}{\text{PESHEX}} + 0,0000066 \frac{1}{\text{OBZOR}} - 0,0000012 \cdot \text{VremZIKL} \quad (1)$$

де  $\frac{\text{SHIR}}{\text{INT}}$  - відношення ширини проїжджої частини до інтенсивності транспортного потоку, м/(авт/міс);

$\frac{\text{SKOR}}{\text{PESHEX}}$  - відношення швидкості транспортного потоку до інтенсивності пішохідного потоку, (км/год)/(піш/міс);

OBZOR - відстань видимості, м;

VremZIKL - тривалість циклу світлофорного регулювання, с.

Аналіз отриманої моделі дозволяє зробити наступні висновки.

Збільшення ширини проїжджої частини призводить до аналогічної зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод.

При наявності надмірної ширини з'являється можливість для маневрування, обгонів та збільшення швидкості руху.

Із збільшенням інтенсивності транспортного потоку імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод зменшується.

Очевидно, що із збільшенням інтенсивності транспортного потоку відбувається перевантаження смуги руху, тому водій не має можливості збільшувати швидкість руху, маневрувати чи здійснювати обгін. Сумісний вплив цих факторів з протилежним впливом визначає врахування у якості фактора відношення ширини проїжджої частини до інтенсивності транспортного потоку.

Зі збільшенням швидкості руху транспортного потоку імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод збільшується. При великих швидкостях водій не має достатньо часу для прийняття рішення і виконання дій. В той же час, із збільшенням інтенсивності пішохідного потоку імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод зменшується.

При інтенсивному русі пішохідного потоку водій постійно зберігає увагу при русі. Сумісний вплив цих факторів з протилежним впливом визначає врахування у якості фактора в моделі відношення швидкості транспортного потоку до інтенсивності пішохідного потоку.

Відстань видимості негативно впливає на імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод. Зі збільшенням відстані видимості водій може заздалегідь побачити перешкоди та зреагувати на них [10].

Збільшення тривалості світлофорного циклу зменшує імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод, так як зі збільшенням тривалості циклу світлофора у водія з'являється більше часу для переїзду перехрестя, що дає змогу вибирати відповідний режим руху.

Після розробки регресійної моделі проводилася її статистична оцінка. Тіснота зв'язку між залежною змінною і факторами, які впливають на її рівень, визначалася коефіцієнтом множинної кореляції. Значення коефіцієнта множинної кореляції склало 0,98. Це свідчить про високу ступінь тісноти зв'язку між значеннями імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод і відібраними факторами. Оцінка адекватності розробленої моделі проводилася за показником середньої помилки апроксимації. Значення середньої помилки апроксимації склало 12,57.

Це досить велике значення.

Однак, процес виникнення дорожньо-транспортних пригод є дуже складним процесом і дане значення середньої помилки апроксимації можливо вважати допустимим.

Модель зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на «X-подібних» нерегульованих перехрестях має наступний вид:

$$\text{VerDTP} = 0,0061 \frac{\text{SHIR}}{\text{INT}} + 0,0001 \frac{\text{SKOR}}{\text{PESHEX}} - 0,000006 \text{OBZOR} \quad (2)$$

Аналіз отриманої моделі дозволяє зробити висновки, що тенденція впливу факторів моделі аналогічна їх впливу у моделі (1).

Значення коефіцієнта множинної кореляції склало 0,97, що вказує на високу ступінь тісноти зв'язку між значеннями імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод і відібраними факторами. Значення середньої помилки апроксимації склало 16,01.

Модель зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на «Т-подібних» нерегульованих перехрестях має наступний вид:

$$\text{VerDTP} = 0,025 \frac{\text{SHIR}}{\text{INT}} + 0,000055 \frac{\text{SKOR}}{\text{PESHEX}} - 0,00000018 \text{OBZOR.} \quad (3)$$

Аналіз отриманої моделі дозволяє зробити висновок, що тенденція впливу факторів моделі аналогічна їх впливу у моделі 1. Значення коефіцієнта множинної кореляції склало 0,97, що вказує на про високу ступінь тісноти зв'язку між значеннями імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод і відібраними факторами. Значення середньої помилки апроксимації склало 15,54. Модель зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на ділянках вулично-дорожньої мережі має наступний вид:

$$\text{VerDTP} = 0,13 \frac{\text{KOL\_POL}}{\text{INT}} - 0,000000012 \text{PESHEX} + 0,00000023 \text{SKOR,} \quad (4)$$

де  $\frac{\text{KOL\_POL}}{\text{INT}}$  - відношення кількості смуг руху до інтенсивності транспортного потоку, од/(авт/міс);

SKOR - середня швидкість руху транспортного потоку, км/год.

PESHEX - інтенсивність пішохідного потоку, піш/міс.

Аналіз отриманої моделі дозволяє зробити наступні висновки.

Збільшення кількості смуг призводить до збільшення імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод, так як з'являється більша можливість обгонів в різних напрямках, підвищення швидкості руху та кількості порушень водіями вказівок розмітки дороги. Збільшення інтенсивності транспортного потоку призводить до зменшення імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод. При малих значеннях інтенсивності транспортного потоку та завантаження дороги увага водія знижується. Сумісний вплив факторів з протилежним напрямком визначає врахування в якості факторів моделі відповідне їх відношення.

Із збільшенням швидкості руху транспортного потоку імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод збільшується, так як при великій швид-

кості у водія завжди залишається менше часу на маневрування та майже завжди не виявляється часу на те, щоб виконати якісь дії по керуванню автомобілем. Інтенсивність пішохідного потоку негативно впливає на імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод. Це зумовлено тим, що водій спрямовує увагу на процес руху та керування автомобілем при постійному потоку пішоходів. Значення коефіцієнта множинної кореляції склало 0,97, що вказує на про високу ступінь тісноти зв'язку між значеннями імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод і відібраними факторами. Значення середньої помилки апроксимації склало 16,69. Таким чином, в результаті проведення розрахунків можна зробити висновок про допустимість використання отриманих моделей зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод при оцінці безпеки руху на елементах вулично-дорожньої мережі.

## 5. Апробація результатів досліджень

На основі аналізу параметрів дорожнього руху можуть бути проведені необхідні перспективні транспортні розрахунки і конкретизовані вимоги до розвитку вулично-дорожньої мережі в цілому і окремих її елементів. Не дивлячись на те, що кожна конкретна дорожньо-транспортна пригода є випадковим явищем, статистичний аналіз великого обсягу інформації дозволяє знаходити загальні закономірності виникнення пригод.

## 6. Висновки

Зміна імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на перехрестях та ділянках вулично-дорожньої мережі з достатньою точністю описується лінійними регресійними рівняннями, в яких як змінні виступають параметри транспортних, пішохідних потоків та параметри вулично-дорожньої мережі. Отримані моделі зміни імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на перехрестях та ділянках вулично-дорожньої мережі можна використовувати для прогнозування параметрів дорожньо-транспортних пригод.

## Література

1. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность дорожного движения [Текст] / В. И. Коноплянко. – Москва, 1991 – 63 с.
2. Самойлов, Д. С. Организация и безопасность городского движения [Текст] / Д. С. Самойлов. – М.: Высшая школа, 1972. – 265 с.
3. Романов, А. Г. Дорожные условия в городах: закономерности и тенденции [Текст] / А. Г. Романов. – М.: Транспорт, 1984. – 80 с.
4. Пухов, В. А. Военная эргономика [Текст] / В. А. Пухов, В. Н. Степанов, Ю. Г. Фокин. – М.: Министерство обороны СССР, 1978. – 305 с.
5. Хомяк, Я. В. Организация дорожного движения [Текст] / Я. В. Хомяк. – Киев: Высп.шк., 1986. – 53 с.
6. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и организация движения [Текст] / В. Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1970. – 256 с.
7. Гаврилов, Е. В. Системология на транспорті. Організація дорожнього руху [Текст] / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін.; під ред. М. Ф. Дмитриченка. – К.: Знання України, 2007. – 452 с.
8. Давідч, Ю. О. Проективання автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водія [Текст] / Ю. О. Давідч. – Харків: ХНАДУ, 2006. – 292 с.
9. Галушко, В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте [Текст] / В. Г. Галушко. – К.: Вища школа, 1976. – 232 с.
10. Левитин, К. М. Безопасность движения автомобилей в условиях ограниченной видимости [Текст] / К. М. Левитин. – 1986. – 166 с.