

УДК 656.13

О.М.ЄРМАК, канд. техн. наук, А.І.СУМЕЦЬ

Харківська національна академія міського господарства

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НЕБЕЗПЕКУ РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТЯХ

Розглядаються методи оцінки рівня забезпечення безпеки руху на перехрестях. Пропонується за допомогою побудови математичних моделей залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності транспортного потоку, визначення ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод та закону розподілення ймовірності виникнення ДТП скорегувати раніше отриману залежність розрахунку коефіцієнту аварійності перехрестя.

Рассматриваются методы оценки уровня обеспечения безопасности движения на перекрестках. Предлагается при помощи построения математических моделей зависимости количества нарушений правил дорожного движения от интенсивности транспортного потока, определения вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий и закона распределения вероятности возникновения ДТП скорректировать полученную ранее зависимость расчета коэффициента аварийности.

Covers the methods of assessment of level of safety of traffic at intersections. Proposed by means of construction of mathematical models of dependence of quantity of infringements of rules of traffic from road traffic, determine the probability of occurrence of accidents and the law of distribution of the probability of an accident correct the obtained earlier dependence of calculating the number of accidents.

Ключові слова: порушення правил дорожнього руху, дорожньо-транспортна пригода, конфліктні точки, перехрестя, інтенсивність.

Безпека руху на перетинаннях залежить від способу організації руху. На перехрестях із світлофорним регулюванням мають перевагу два види дорожньо-транспортних пригод: наїзд на автомобіль, що різко зупинився та зіткнення з автомобілем, що рухався на заборонений сигнал світлофору.

На нерегульованих перехрестях, де дороги, що перетинаються діляться на головну та другорядну безпека руху залежить від дотримання правил почергового проїзду та час знаходження автомобілів другорядного напрямку в конфліктній зоні. На міських нерегульованих перехрестях безпека руху визначається планувальним рішенням перетинання та інтенсивністю руху автомобілів та пішоходів. Чим вище інтенсивність по другорядній дорозі і чим ближче вона до інтенсивності по головній дорозі, тим частіше на перетинанні порушується правило черговості проїзду та створюється конфліктна ситуація [1].

На безпеку руху має вплив також кут перетину. Одна з причин цього – зміна видимості з місця водія залежно від положення автомобілів на перетині. Найбільш важка ситуація на частині поверхні перехрестя, що розміщена справа від водія. На безпеку руху має вплив і планування

перетину. При радіусах закруглення менше 10 м автомобілі виходять за межі відведеної їм смуги на проїжджій частині та створюють завади на інших смугах руху. На перетинаннях, де конфліктні точки розміщуються на відстані 10-15 м одна від одної, число ДТП в 2-2,5 разів менше, ніж на перетинаннях з тісним розміщенням. Найбільшу небезпеку для руху складають повороти ліворуч, особливо з другорядної дороги. На їх долю приходится більш ніж 40% від усіх ДТП на перетинаннях.

Існує декілька методів визначення ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод та визначення рівня безпеки руху на перетинах доріг із світлофорним регулюванням та без нього.

Метод Є.М.Лобанова заснований на тому, що кожна з конфліктних точок на перетині представляє небезпеку для руху тим більшу, чим більше інтенсивність потоків, що перетинаються в цій точці [2].

Небезпека кожної конфліктної точки на нерегульованих перетинаннях визначається за формулою [3]

$$q_i = K_i M_i N_i \cdot 25 \cdot 10^{-7} / K_p, \quad (1)$$

де K_i – відносна аварійність (небезпека) конфліктної точки; M_i, N_i – інтенсивність потоків, що перетинаються в конфліктній точці, авт./год.; K_p – коефіцієнт річної нерівномірності.

Небезпека конфліктних точок на перетинаннях зі світлофорним регулюванням визначається за формулою

$$q_i = K_i M_i N_i \cdot 25 \cdot 10^{-2}, \quad (2)$$

де M_i, N_i – інтенсивність потоків, що перетинаються в конфліктній точці, авт./год.

Число наїздів визначається за формулою

$$q_n = K_n \left(\sum_{i=1}^n N_i + \sum_{j=1}^k M_j \right) \cdot 10^{-2}, \quad (3)$$

де K_n – небезпечність наїзду; $\sum_{i=1}^n N_i, \sum_{j=1}^k M_j$ – сумарна інтенсивність руху на перетинанні, авт./год.

Ймовірну аварійність на перехресті можна визначити за формулою

$$G_p = -0,468 + q_n + \sum_{i=1}^n q_i, \quad (4)$$

де G_p – аварійність на регульованому перехресті, ДТП/год.; n – кіль-

кість конфліктних точок.

Для оцінки безпеки руху пішоходів на регульованому перехресті використовується емпірична формула, яку отримали в результаті регресійного аналізу:

$$G_n = 0,0025 + 0,92 \cdot 10^{-3} \sum_{i=1}^n (I_n^{1/4} \cdot I_T), \quad (5)$$

де G_n – число ДТП з пішоходами за рік; I_n – інтенсивність руху пішоходів по переходу, число пішоходів за годину, пас./год.; I_T – сумарна інтенсивність транспортних потоків через перехід, авт./год.; n – число пішохідних переходів на перетинанні.

Загальна кількість ДТП за 1 рік на регульованому перехресті треба визначати з урахуванням руху пішоходів:

$$G = G_p + G_n. \quad (6)$$

Рівень забезпечення безпечності руху на перехрестях оцінюється показником аварійності

$$K_a = \frac{G \cdot K_r \cdot 10^7}{25 \left(\sum_{i=1}^n N_i + \sum_{j=1}^k M_j \right)}, \quad (7)$$

де $\sum_{i=1}^n N_i, \sum_{j=1}^k M_j$ – інтенсивність руху на дорогах, що перетинаються, авт./добу.

За показником K_a можна визначити небезпечність перехрестя [4]. Значення коефіцієнтів аварійності наведено в таблиці.

Небезпечність перехрестя [3]

K_a	3	3-8	8-12	12
Небезпечність перетину	безпечно	мало небезпечні	небезпечно	дуже небезпечно

Але метод конфліктних точок має декілька недоліків: по-перше він дає змогу визначити ймовірність дорожньо-транспортної пригоди тільки після аналізу статистики ДТП, тобто після того, як пригода сталася, а по-друге даний метод не враховує ще одну конфліктну точку на регульованих перехрестях, яка виникає через недотримання водіями правил дорожнього руху, а саме рух на забороняючий сигнал світлофорної сигналізації і має великий відсоток серед інших видів дорожньо-транспорт-

них пригод (рис.1).

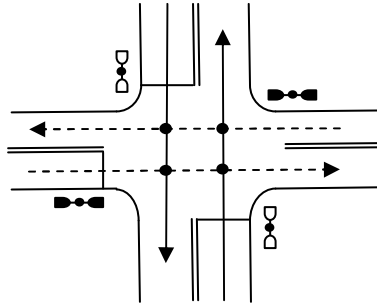


Рис.1 – Конфліктні точки через недотримання правил дорожнього руху

Іншим поширеним методом визначення небезпечності є метод визначення коефіцієнту аварійності, який запропонував В.Ф. Бабков [4]. У даному методі пропонується визначати коефіцієнт аварійності для автомобільних доріг наступним чином:

$$K_{ав} = \sum_{i=0}^n k_i, \quad (8)$$

де $K_{ав}$ – підсумковий коефіцієнт аварійності; k_i – коефіцієнти, що відображають відношення числа пригод при тому або іншому розмірі елементу плану або профілю в порівнянні з еталонною горизонтальною прямою ділянкою дороги з проїжджою частиною шириною 7,5 м та з покриттям та укріпленими узбіччями, для якого $k = 1$; n – кількість коефіцієнтів [2, 3].

Однак метод коефіцієнтів аварійності має і ряд недоліків [4]:

1) треба отримати добуток великої кількості можливих показників (як відомо, при такому підході можливість помилки, допущених у визначенні частини показників, зростає у багато разів);

2) не враховується значимість окремих факторів, які впливають в конкретних умовах;

3) розрахунок підсумкового коефіцієнту ніби то «знеособлює» причини небезпеки і тим самим ускладнює обґрунтування заходів, що можуть найбільш ефективно підвищити безпечність руху;

4) підсумковий коефіцієнт аварійності втрачає фактичну суть: наприклад, для несприятливих умов гірської дороги він може вирости до 400 та більше, в той час як відомо, що при найбільш несприятливих умов, аварійність окремої ділянки дороги перевищує «еталонну» не

більше ніж в 10-15 разів;

5) метод дуже наближено враховує складні умови безпеки в містах, селищах (3 показники з 19).

Для визначення ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на вулично-дорожній мережі треба дослідити кількість порушень правил дорожнього руху на об'єктах дослідження, бо саме це в першу чергу впливає на можливе виникнення дорожньо-транспортних пригод. При цьому досліджені враховуються не тільки ті конфліктні точки, що виникають при пофазному роз'їзді транспортних потоків, але й ті, що виникають внаслідок недотримання водіями правил дорожнього руху (ПДР).

Визначення ймовірності виникнення ДТП можливе шляхом врахування можливої кількості ДТП з розрахунку, що кожне порушення правил дорожнього руху може призвести до ДТП. Для визначення факторів, що впливають на аварійність перехресть були проведені обстеження на перехрестях транспортних та транспортних і пішохідних потоків, а саме:

- 1) перехрестя проспекту Гагаріна та вулиці Кірова;
- 2) перехрестя вулиць Гамарника та Червоношкільної набережної;
- 3) перехрестя проспекту Гагаріна та вулиці Ганни;
- 4) перехрестя проспектів Героїв Сталінграда та 50-річчя СРСР;
- 5) регульований пішохідний перехід в районі будинку 82 по проспекту Гагаріна;

6) нерегульований пішохідний перехід в районі будинку 39 по проспекту Гагаріна.

На основі спостережень за порушеннями правил дорожнього руху було побудовано графіки залежності порушення ПДР від інтенсивності для кожного з перехресть, що досліджуються (рис.2-7).

Також на основі спостережень за порушеннями правил дорожнього руху було побудовано графіки залежності порушення ПДР від часу доби для кожного з перехресть, що досліджуються (рис.8-13).

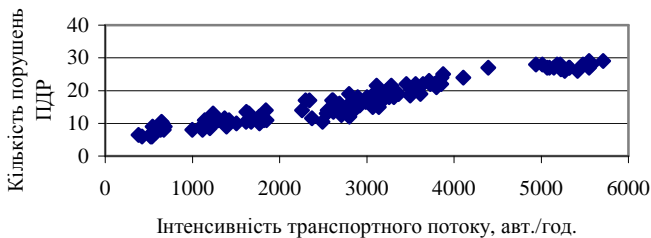


Рис.2 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності транспортного потоку на перехресті проспекту Гагаріна та вулиці Кірова

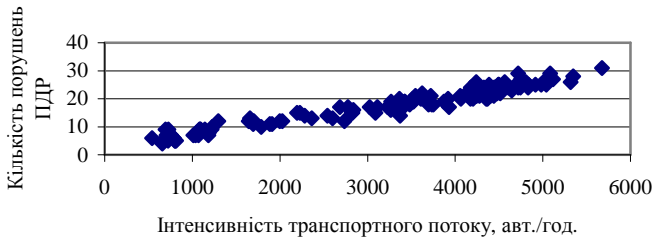


Рис.3 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності транспортного потоку на перехресті проспектів 50-річчя СРСР та Героїв Сталінграда

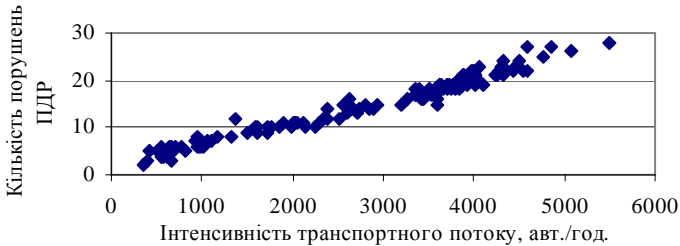


Рис.4 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності транспортного потоку на перехресті вулиць Гамарника та Червоношкілної набережної

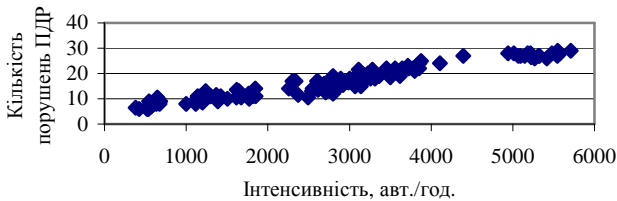


Рис.5 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності транспортного потоку на перехресті проспекту Гагаріна та вулиці Ганни

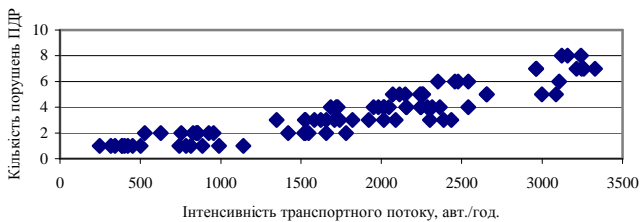


Рис.6 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності транспортного потоку на нерегульованому пішохідному переході по проспекту Гагаріна

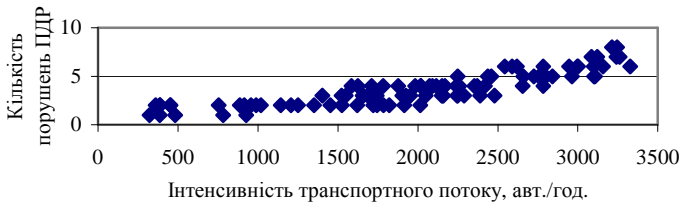


Рис.7 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності транспортного потоку на регульованому пішохідному переході по проспекту Гагаріна

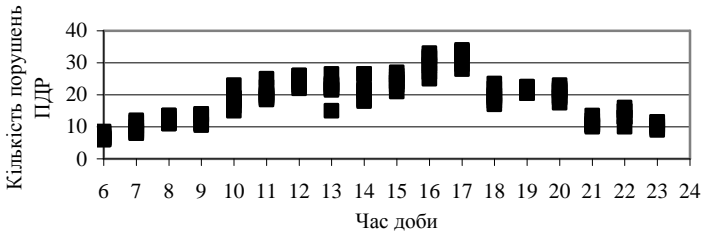


Рис.8 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від часу доби на перехресті проспекту Гагаріна та вулиці Кірова

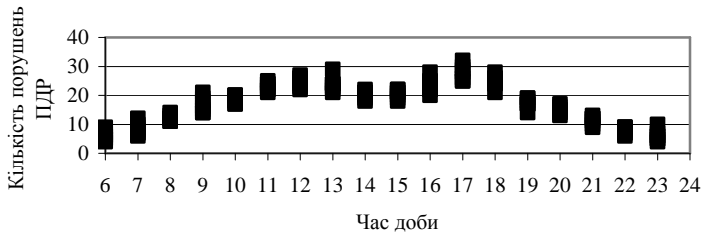


Рис.9 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від часу доби на перехресті проспектів 50-річчя СРСР та Героїв Сталінграда

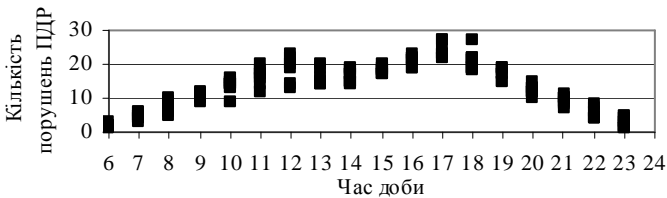


Рис.10 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від часу доби на перехресті вулиць Гамарника та Червоношкільної набережної

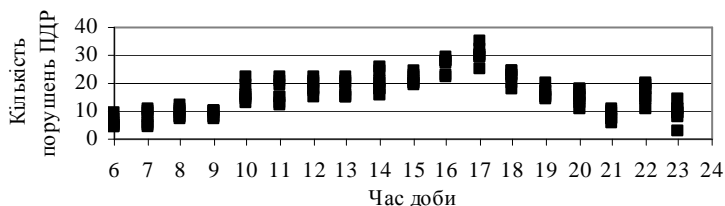


Рис.11 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від часу доби на перехресті проспекту Гагаріна та вулиці Ганни

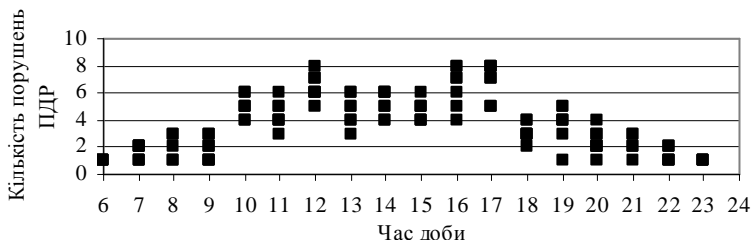


Рис.12 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від часу доби на нерегульованому пішохідному переході по проспекту Гагаріна

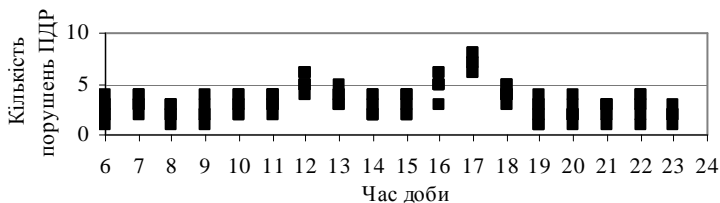


Рис.13 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від часу доби на регульованому пішохідному переході по проспекту Гагаріна

Аналізуючи графіки залежності порушень правил дорожнього руху залежно від інтенсивності руху на перехрестях транспортних та транспортних і пішохідних потоків (рис.2-7), бачимо, що найбільше число порушень правил дорожнього руху відбувається при максимальній інтенсивності транспортного потоку, а з побудованих залежностей порушень ПДР від часу доби (рис.8-13) видно, що найбільша кількість порушень ПДР відбувається в години «пік» з 11 до 13 години та з 16 до 18 години. Так, можна зробити висновок, що максимальна ймовірність виникнення ДТП відбувається при максимальній інтенсивності транспортного потоку у години «пік».

Для визначення ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на перехрестях необхідно побудувати графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності руху транспортних потоків. Використовуючи метод найменших квадратів потрібно побудувати математичні моделі, а саме: лінійну, експоненціальну, логарифмічну, поліноміальну другого ступеня, поліноміальну третього ступеня та ступеневу та за допомогою розрахунку середньої помилки апроксимації визначити, яка модель найточніше відображає залежність порушень правил дорожнього руху від інтенсивності транспортного потоку.

Після цього необхідно визначити фактичну ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод, побудувати графіки залежності ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод від інтенсивності транспортного потоку та обрати закон розподілення ймовірності виникнення ДТП. Це дасть змогу скорегувати раніше отриману Є.М.Лобановим залежність щодо оцінки рівня забезпечення безпеки руху на перехрестях [3] та наблизити значення коефіцієнта аварійності до реального значення, отриманого за статистичними даними рівня аварійності перехресть.

- 1.Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 1982. – 240 с.
- 2.Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. – М.: Транспорт, 1990. – 255 с.
- 3.Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
- 4.Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

Отримано 30.05.2011

УДК 656.13

О.О.СВІДЕРСЬКИЙ

*Харківський науково-дослідний інститут судових експертиз
ім. Засл. проф. М.С. Бокаріуса*

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІМОВІРНІСТІ ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Наводяться результати прогнозувань параметрів дорожньо-транспортних пригод. Запропонована модель зміни ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод на «Х-подібному» регульованому перехресті.

Приводятся результаты прогнозирования вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий. Предложена модель изменения вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий на «Х-образном» регулируемом перекрестке.

Results are led of research on prognostication of probability of origin of road traffic accidents. A model of change of probability of origin of road traffic accidents on «X is offered – vivid» regulated crossing.