

УДК 656.13.05

Литвин А.О., бакалавр, Дудніков О.М., к.т.н.

АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ПЕРЕСІЧЕННЯХ МІСЬКОГО ТИПУ НА ОДНОМУ РІВНІ ЗА РЕЖИМАМИ РОБОТИ СВІТЛОФОРНОГО ОБ'ЄКТУ

Розглянуто проблему підвищення безпеки руху на пересіченнях доріг на одному рівні зі світлофорним регулюванням. Проведено експериментальне дослідження методики розрахунку імовірної кількості дорожньо-транспортних подій впродовж року відповідно до режимів роботи світлофорного об'єкту на пересіченні.

Постановка наукової проблеми та задачі, що вирішується

Сучасний стан безпеки руху на перехрестях доріг є досить складним, на що вказує загальнодержавна статистика аварійності. Найбільш впливовим заходом з організації руху та підвищення його безпеки на пересіченнях доріг в одному рівні прийнято вважати введення світлофорного регулювання [1].

У роботі [2] запропоновано, з відповідним оглядом існуючих методик, нову методику розрахунку імовірної аварійності на пересіченнях міського типу на одному рівні за режимами роботи світлофорного об'єкту, яка передбачає проведення наступних розрахунків:

$$K_a = \frac{G_p K_r \cdot 10^7}{(M_\Sigma + N_\Sigma) \cdot 25}, \quad (1)$$

$$G_p = q_0 + K_n (M_\Sigma + N_\Sigma) \cdot 10^{-2} + G_{np} + G_{жс},$$

$$G_{np} = \left[\frac{t_r}{T_u \cdot 24} \sum_{j=1}^{\phi} \left[(t_{zj} + t_{nj}) \sum_{i=1}^{n_j} K_{ji} \frac{M_{ji} N_{ji}}{0,076^2} \right] \right] \frac{25}{K_r} \cdot 10^{-7},$$

$$G_{жс} = \left[\frac{t_m}{24} \sum_{i=1}^{n_m} K_i \frac{M_i N_i}{0,076^2} \right] \frac{25}{K_r} \cdot 10^{-7},$$

де K_a — показник аварійності перехрестя доріг, ДТП/10 млн. авт.;

G_p — імовірна кількість ДТП на пересіченні доріг зі світлофорним регулюванням за рік, ДТП/рік;

K_r — коефіцієнт річної нерівномірності руху, це відношення середньодобової інтенсивності руху до річної середньодобової інтенсивності руху [1];

M_Σ , N_Σ — сумарні середні інтенсивності руху на підходах до перехрестя доріг за головним та другорядним напрямками, авт./год;

q_0 — емпіричний коефіцієнт, що дозволяє корегувати розрахунки відповідно до відсутності врахування супутніх впливових факторів на виникнення ДТП у запропонованій моделі, ДТП/рік;

K_n — небезпека наїзду, ДТП·10 млн.авт. [1];

G_{np} — імовірна кількість ДТП на території перехрестя зі світлофорним регулюванням у режимі жорсткого програмного регулювання, ДТП/рік;

$G_{жс}$ — імовірна кількість ДТП на території перехрестя зі світлофорним регулюванням у режимі жовтого миготіння, ДТП/рік;

t_r — час роботи світлофорного об'єкту в режимі жорсткого програмного регулювання продовж доби, год;

t_m — час роботи світлофорного об'єкту в режимі жовтого миготіння продовж доби, год;

T_{φ} — тривалість циклу світлофорного регулювання, с;

ϕ — кількість фаз світлофорного регулювання, од.;

t_{zj} — тривалість основного такту у j -й фазі світлофорного регулювання, с;

t_{nj} — тривалість проміжного такту у j -й фазі світлофорного регулювання, с;

n_j — сумарна кількість конфліктних точок у j -й фазі світлофорного регулювання, од.;

K_{ji} — небезпека i -ої конфліктної точки у j -й фазі світлофорного регулювання, ДТП·10 млн. авт. [2];

M_{ji}, N_{ji} — інтенсивності транспортних потоків у j -й фазі світлофорного регулювання, що пересікаються у i -й конфліктній точці за всіма схемами дозволеного руху, авт./год;

n_m — кількість конфліктних точок за схемою дозволених напрямків руху у режимі жовтого миготіння, од.;

K_i — небезпека i -ої конфліктної точки (відносна кількість ДТП у конфліктній точці) у режимі жовтого миготіння, ДТП·10 млн. авт. [1];

M_i, N_i — інтенсивності транспортних потоків у режимі жовтого миготіння світлофорного об'єкту, що пересікаються у i -й конфліктній точці за схемою дозволеного руху, авт./год.

Наведена математична модель (1) потребує експериментальної перевірки щодо адекватності розрахунку імовірної аварійності на пересіченні зі світлофорним регулюванням за режимами роботи світлофорного об'єкту.

Вищезазначене розкриває наукову задачу щодо експериментальної перевірки методики оцінки безпеки руху на пересіченнях міського типу на одному рівні за режимами роботи світлофорного об'єкту.

Мета роботи

Метою роботи є експериментальна перевірка методики оцінки безпеки руху на пересіченнях міського типу на одному рівні за режимами роботи світлофорного об'єкту.

Основна частина

В якості об'єкту експериментального дослідження методики оцінки безпеки руху на пересіченнях міського типу на одному рівні за режимами роботи світлофорного об'єкту пропонується застосувати перехрестя зі світлофорним регулюванням на вулично-дорожньої мережі міста Горлівка.

Данні статистики дорожньо-транспортних подій (ДТП), що були отримані у органах Державної автомобільної інспекції міста Горлівка, вказують на наявність на вулично-дорожній мережі місць концентрації ДТП, які співпадають з перехрестями, де застосоване світлофорне регулювання руху. Після опрацювання отриманих даних пропонується наступний перелік пересічень для проведення експериментальних досліджень:

- | | |
|-------------------------------------------|------|
| 1) проспект Леніна — вулиця Першотравнева | № 0; |
| 2) проспект Леніна — вулиця Комсомольська | № 1; |
| 3) проспект Леніна — вулиця Гагаріна | № 2; |
| 4) проспект Леніна — вулиця Безпощадного | № 3; |
| 5) проспект Леніна — вулиця Остапенко | № 4; |

- | | |
|----------------------------------------------------------|------|
| 6) вулиця Пушкінська — вулиця Комсомольська | № 5; |
| 7) вулиця Пушкінська — вулиця Гагаріна | № 6; |
| 8) вулиця Мініна і Пожарського — вулиця Інтернаціональна | № 7; |
| 9) вулиця Мініна і Пожарського — вулиця Комсомольська | № 8; |
| 10) вулиця Кузнецова-Зубарева — вулиця Молодіжна | № 9. |

Вказані перехрестя були проаналізовані щодо наявної кількості ДТП за видами, що враховують перші чотири види ДТП:

- 1 — зіткнення;
- 2 — перекидання;
- 3 — наїзд на транспортний засіб;
- 4 — наїзд на перешкоду.

Відповідно до результатів обробки статистичних даних ДТП побудовані графіки, що наведені далі (рис 1-4).

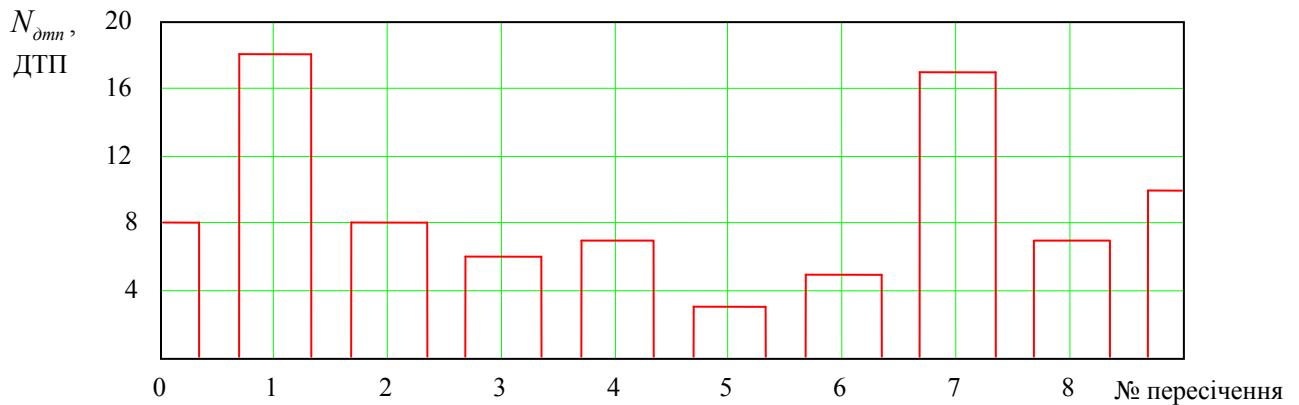


Рис. 1. Кількість ДТП N_{omn} за п'ять років на перехрестях зі світлофорним регулюванням на вулично-дорожній мережі міста Горлівка

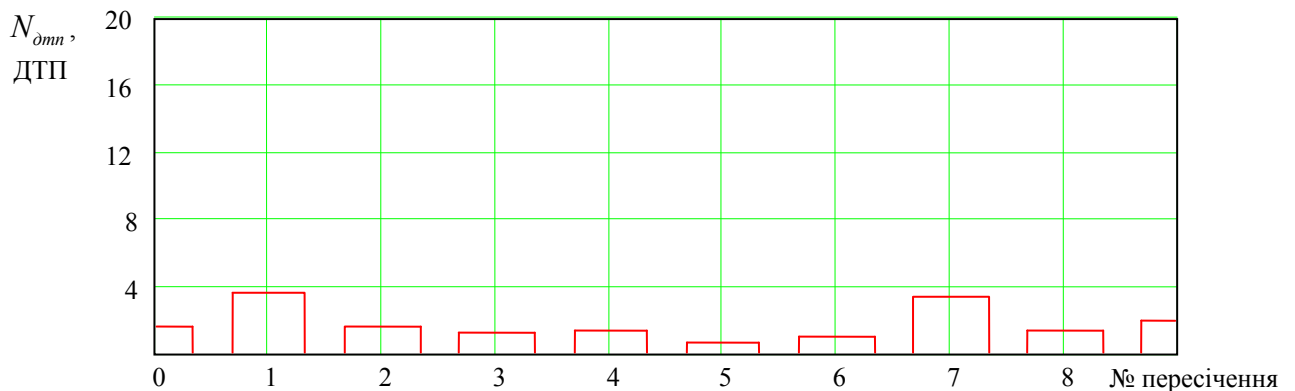


Рис. 2. Середньорічна кількість ДТП N_{omn} на перехрестях зі світлофорним регулюванням на вулично-дорожній мережі міста Горлівка

В період з 01.09.08 р. по 21.09.08 р. було проведено дослідження інтенсивності руху на перехрестях, результати досліджень наведені у таблицях 1 та 2.

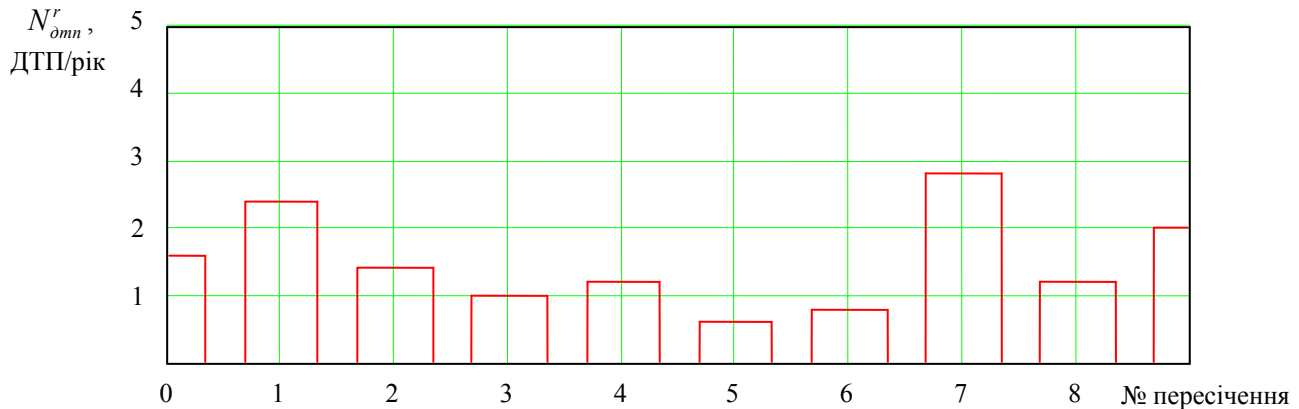


Рис. 3. Середньорічна кількість ДТП N_{omn}^r на перехрестях зі світлофорним регулюванням на вулично-дорожній мережі міста Горлівка, що відбулися у час роботи світлофорного об'єкту в режимі жорсткого програмного регулювання

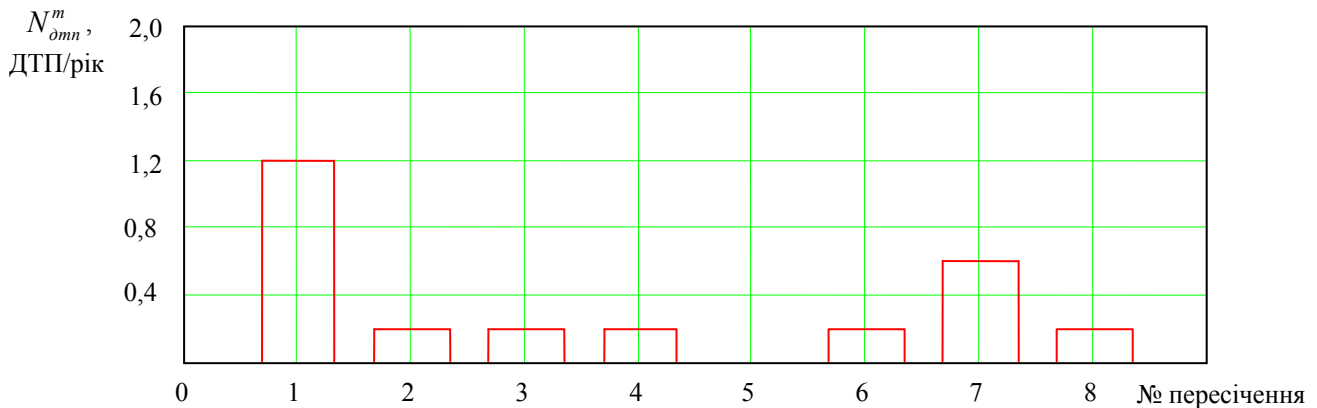


Рис. 4. Середньорічна кількість ДТП N_{omn}^m на перехрестях зі світлофорним регулюванням на вулично-дорожній мережі міста Горлівка, що відбулися у час роботи світлофорного об'єкту в режимі жовтого миготіння

Таблиця 1

Інтенсивність руху на перехрестях зі світлофорним регулюванням, що відносяться до місць концентрації ДТП на вулично-дорожній мережі міста Горлівка в піковий період за час роботи світлофорного об'єкту в режимі програмного регулювання

№ п/п	Найменування перехрестя	N_e , авт./год	N_d , авт./год
1	Леніна — Першотравнева	1060	386
2	Леніна — Комсомольська	1508	969
3	Леніна — Гагаріна	937	369
4	Леніна — Безпощадного	1149	302
5	Леніна — Остапенко	1256	388
6	Пушкінська — Комсомольська	753	405
7	Пушкінська — Гагаріна	671	376
8	Мініна і Пожарського — Інтернаціональна	2030	1669
9	Мініна і Пожарського — Комсомольська	1371	341
10	Кузнецова-Зубарева — Молодіжна	3690	234

Таблиця 2

Інтенсивність руху на перехрестях зі світлофорним регулюванням, що відносяться до місць концентрації ДТП на вулично-дорожній мережі міста Горлівка в піковий період за час роботи світлофорного об'єкту в режимі жовтого миготіння

№ п/п	Найменування перехрестя	N_z , авт./год	N_d , авт./год
1	Леніна — Першотравнева	127	9
2	Леніна — Комсомольська	177	115
3	Леніна — Гагаріна	107	68
4	Леніна — Безпощадного	165	50
5	Леніна — Остапенко	179	88
6	Пушкінська — Комсомольська	99	49
7	Пушкінська — Гагаріна	74	54
8	Мініна і Пожарського — Інтернаціональна	134	56
9	Мініна і Пожарського — Комсомольська	167	54
10	Кузнєцова-Зубарева — Молодіжна	435	56

Розрахунок за математичною моделлю (1) проводився окремо для кожного з пересічень у режимі роз'їзду під час жовтого миготіння та у режимі роз'їзду під час програмного регулювання, за кожною фазою регулювання відповідного світлофорного об'єкту. У результаті були отримані значення імовірної кількості ДТП за запропонованою методикою у відповідних режимах роботи світлофорних об'єктів: $G_{ж}$, $G_{пр}$.

Результати розрахунку імовірної кількості ДТП на перехрестях за відповідними режимами роботи світлофорних об'єктів були порівняні з наявною середньорічною статистикою ДТП на перехрестях, що розглядаються.

Графічні залежності по кількості ДТП наведені на рис. 5, 6.

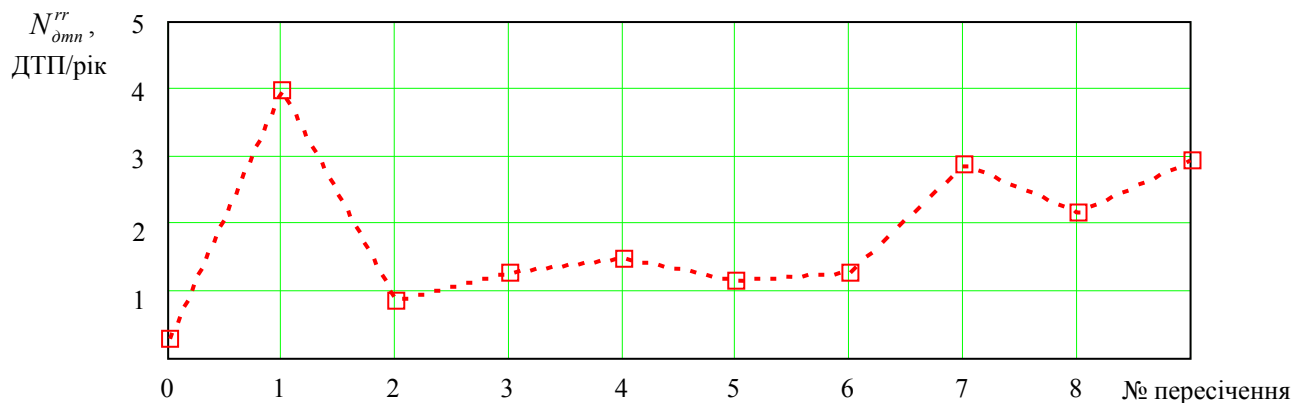


Рис. 5. Розрахункова середньорічна кількість ДТП $N_{дтп}^{rr}$ на перехрестях зі світлофорним регулюванням на вулично-дорожній мережі міста Горлівка, що можуть відбутися під час роботи світлофорного об'єкту в режимі жорсткого програмного регулювання

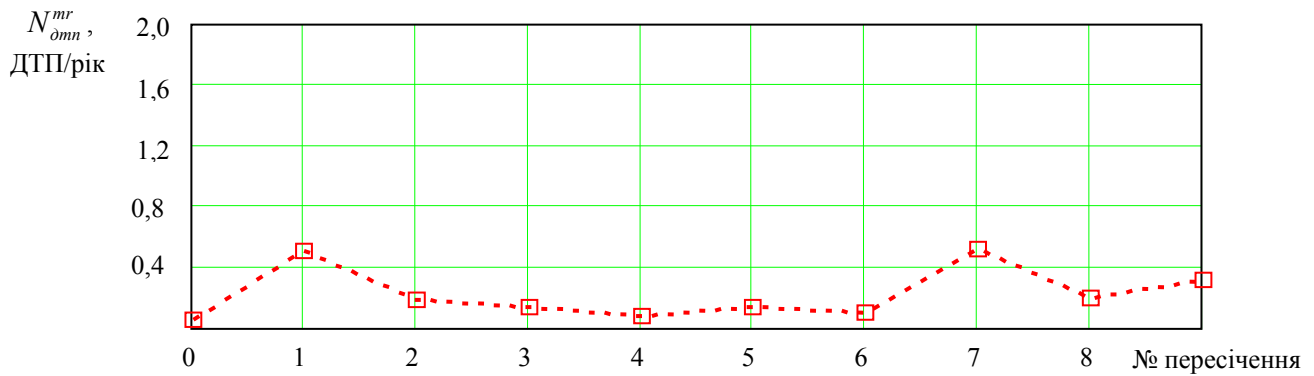


Рис. 6. Розрахункова середньорічна кількість ДТП $N_{\text{дмп}}^{mr}$ на перехрестях зі світлофорним регулюванням на вулично-дорожній мережі міста Горлівка, що можуть відбутися під час роботи світлофорного об'єкту в режимі жовтого миготіння

Таблиця 3

Результати розрахунку імовірної аварійності на перехрестях зі світлофорним регулюванням за режимами роботи світлофорного об'єкту, що були виконані у програмі Excel

№ п/п	Найменування перехрестя	$t_r, год$	$t_m, год$	$T_u, с$	$\phi, од.$	$t_{zj}, с$	$t_{nj}, с$	$G_{np}, од.$	$G_{жс}, од.$
1	Леніна — Першотравнева	13	11	56	2	25	3	0,27	0,05
						25	3		
2	Леніна — Комсомольська	13	11	73	2	22	3	3,97	0,51
						28	3		
3	Леніна — Гагаріна	13	11	81	3	24	4	0,85	0,18
						24	4		
						21	4		
4	Леніна — Безпощадного	13	11	65	2	17	3	1,26	0,14
						24	3		
5	Леніна — Остапенко	13	11	52	2	29	3	1,47	0,07
						17	3		
6	Пушкінська — Комсомольська	13	11	65	2	22	3	1,14	0,13
						17	3		
7	Пушкінська — Гагаріна	13	11	50	2	22	3	1,27	0,10
						22	3		
8	Мініна і Пожарського — Інтернаціональна	13	11	63	3	18	3	2,89	0,52
						18	3		
						18	3		
9	Мініна і Пожарського — Комсомольська	13	11	42	2	22	3	2,15	0,19
						16	3		
10	Кузнєцова-Зубарева — Молодіжна	13	11	82	2	37	3	2,93	0,32
						20	3		

Застосування лінійного кореляційного аналізу до отриманих результатів (рис. 7, 8) виявило адекватність розрахункових даних імовірної середньорічної кількості ДТП статистичним даним середньорічної кількості ДТП на перехрестях зі світлофорним регулюванням на

вулично-дорожній мережі міста Горлівка. Вказані результати підтверджують математичну модель (1) та дозволяють застосовувати розроблену методику [2] на практиці.

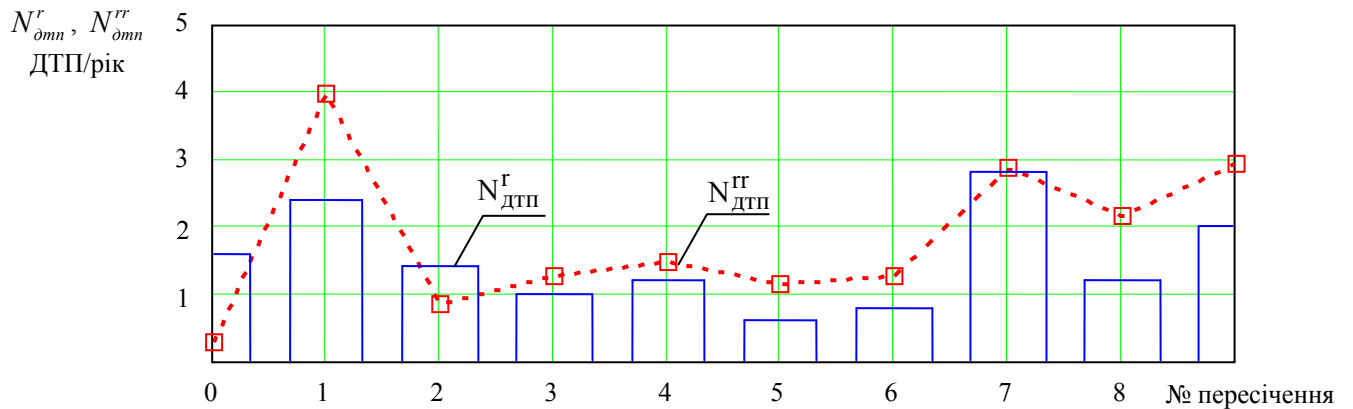


Рис. 7. Розрахункова та статистична середньорічна кількість ДТП на перехрестях зі світлофорним регулюванням на вулично-дорожній мережі міста Горлівка, що можуть відбутися під час роботи світлофорного об'єкту в режимі жорсткого програмного регулювання

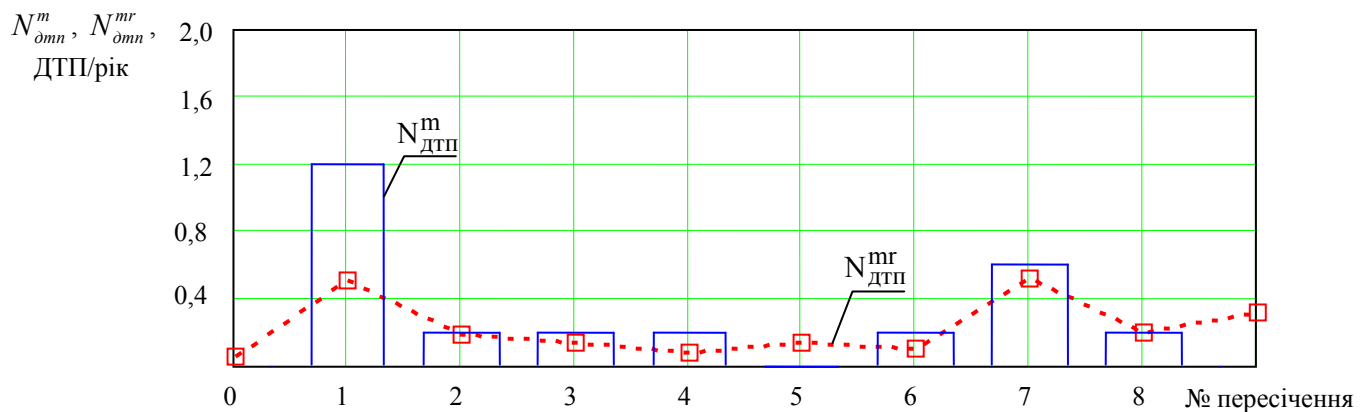


Рис. 8. Розрахункова та статистична середньорічна кількість ДТП на перехрестях зі світлофорним регулюванням на вулично-дорожній мережі міста Горлівка, що можуть відбутися під час роботи світлофорного об'єкту в режимі жовтого миготіння

Висновок

Таким чином, у роботі досягнута мета щодо експериментальної перевірки методики оцінки безпеки руху на перехрестях міського типу на одному рівні за режимами роботи світлофорного об'єкту. Результати експериментальної перевірки дозволяють застосовувати методику на практиці щодо прогнозу середньорічної кількості ДТП, які відповідають видам 1, 2, 3, 4 без урахування ДТП, що пов'язані з наїздом на пішохода, та інших до 9-го типу, на території перехрестя зі світлофорним регулюванням.

Список літератури

1. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов / Е.М. Лобанов. — М.: Транспорт, 1990. — 240 с.
2. Литвин А.О., Дудніков О.М. Оцінка безпеки руху на перехрестях міського типу на одному рівні за режимами роботи світлофорного об'єкту // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: Науково-виробничий збірник. — Горлівка: АДІ ДонНТУ, 2008. — №1(6).

Стаття надійшла до редакції 08.11.08
© Литвин А.О., Дудніков О.М., 2008