

Попович П.В.,
Шевчук О.С.,
Цьонь О.П.,
Марценко Н.С.

Тернопільський національний
технічний університет
імені Івана Пулюя,
м. Тернопіль, Україна,
E-mail: oksana_shevchuk84@ukr.net

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДІЛЯНКИ
ВУЛИЧНО-ДОРОЖНОЇ МЕРЕЖІ М. ТЕРНОПОЛЯ
ТЕХНІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИМИ ШЛЯХАМИ**

УДК 658.7

Експериментальним шляхом досліджено проблематику з позиції безпеки ділянки вулично-дорожньої мережі м Тернополя на перетині пр. Злуки з вул. 15 квітня, встановлено недоліки та обґрунтовано пропозиції щодо забезпечення підвищення рівня безпеки та ефективності організації дорожнього руху технічно-організаційними шляхами.

***Ключові слова:** безпека дорожнього руху, автомобільні дороги, технічні засоби організації руху, конфліктні точки, ДТП.*

Актуальність проблеми. Сучасні вимоги з підвищення безпеки дорожнього руху на автомобільних дорогах України, включаючи міста, згідно цільових програм України з підвищення рівня безпеки дорожнього руху, не в повній мірі враховують зміни, що сталися за 2016-2018 рр. у транспортно-дорожньому комплексі: нова класифікація доріг, перерозподіл транспортних потоків мережею автомобільних доріг загального користування, суттєве зростання обсягу транзитних перевезень вантажів і пасажирів, розвиток міжнародних транспортних коридорів і, відповідно, сервісної інфраструктури вздовж них, новий за якісними і кількісними показниками склад транспортних потоків, ін.

Відповідно Транспортної стратегії України на період до 2020 року [6], проекту Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року [5], вимог чинного законодавства, організацію автомобільних перевезень з позиції безпеки дорожнього руху необхідно забезпечувати як системну технологію з врахуванням учасників, у тому числі з особливими потребами, дорожнього руху при записі функції її реалізації організаційно – технічною роботою адитивно з оснащенням ВДМ . Система організації дорожнього руху як винятково організаційно – технічна діяльність з організації дорожнього руху (оснащення доріг засобами регулювання руху, ін.) не є раціональною з позиції забезпечення адекватності параметрів всіх компонентів багатофакторної автомобільної транспортної системи.

На даний час автомобільна транспортна система України налічує більше 9,2 млн. транспортних засобів (1-4), автомобільний транспорт є структурною складовою міст і забезпечує зростаючі обсяги перевезень пасажирів та вантажів. Щороку рівень автомобілізації динамічно зростає, що призводить до погіршення показників безпеки, підвищується складність вирішення завдань з підвищення безпечності вулично-дорожніх мереж. Класично, проблематикою є: ДТП, затори, мала кількість паркомісць, підвищені вібрації і шумність, ін. що впливає на соціально-культурне життя населення міст, величину транспортних витрат, економічний ріст та розвиток транспортних мереж [7, 8]. Вирішення вказаних проблем ускладнюється, у «старих містах», де інфраструктура тривалий час сформована та не може відповідати сучасним вимогам. Очевидно, організація дорожнього руху у таких випадках вимагає ефективних рішень.

Постановка проблеми. З множини існуючих методів вдосконалення транспортних мереж середніх міст при обґрунтуванні раціонального методу, в досліджуваному місті послуговуються показниками економічної доцільності - бюджетом, який на сьогодні обмежений. У даному дослідженні експериментальним шляхом встановлено показники

безпеки дорожнього руху [1-4] на перехресті проспект Злуки – вул. 15 квітня м. Тернополя. Проспект Злуки є магістральною вулицею загальноміського значення, яка поєднує мікрорайони з магістральними дорогами районного значення, причому вулиця 15 квітня є дорогою регіонального значення.

Результати досліджень. Фотографії досліджуваного об'єкту приведено на рис. 1.

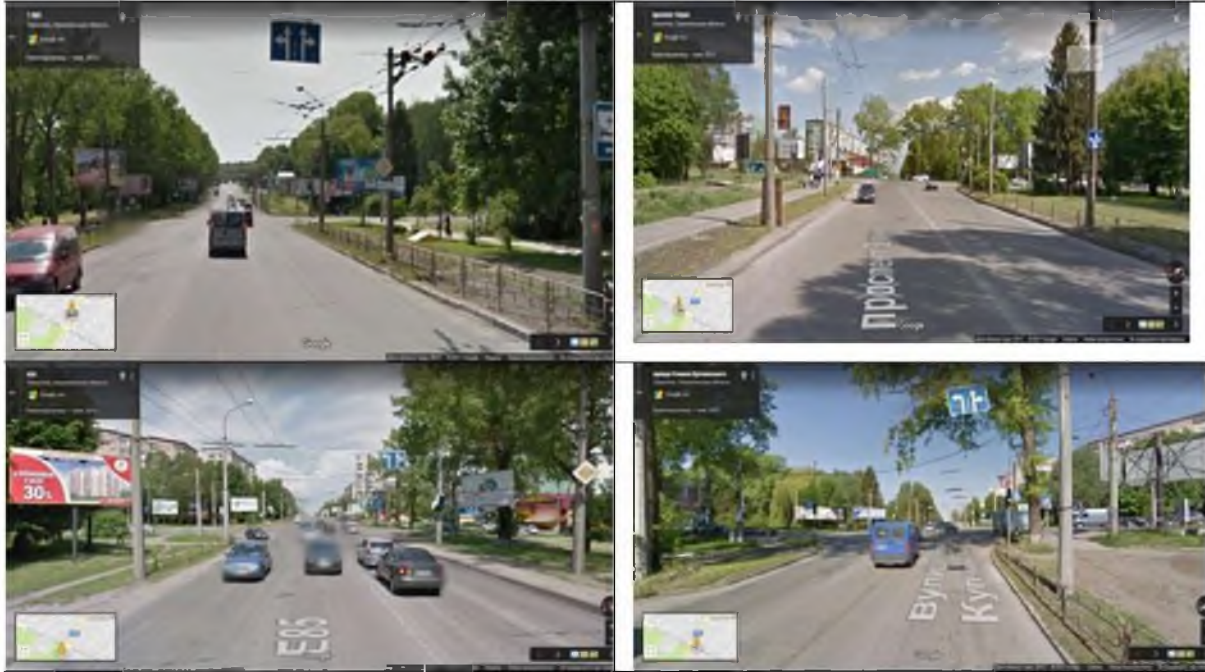


Рис.1 – Досліджуване перехрестя:

а) досліджуване перехрестя вул. 15 квітня (напрямок 1); б) перехрестя вул. 15 квітня (напрямок 2);
в) перехрестя проспект Злуки (напрямок 3); г) перехрестя вул. Романа Купчинського (Напрямок 4)

На вказаному перетині доріг рух дозволений у всіх напрямках, відповідно до знаків (див. рис. 1). У напрямку Злуки заборонений рух вантажних автомобілів. Головний напрям на перехресті є по вул. 15 квітня (Р43). На вході напрямку по вул. Романа Купчинського є три смуги руху (дві до перехрестя, і одна від), у решти напрямів по 4 смуги руху (по дві у кожному напрямі).

На перехресті використано наступні засоби організації дорожнього руху: світлофори, дорожні знаки, дорожня розмітка, захисні огороження для пішоходів. Розташування засобів ОДР відповідає стандартам. Світлофори розташовані на опорах, є дублери з протилежного боку перехрестя, лінзи чисті, не розбиті. Крони дерев не заступають знаків і світлофорів. Пішохідний перехід розташований на траєкторії руху пішоходів. Об'єкти притягання пішоходів: лікарня, супермаркети, магазини, навчальні заклади (дошкільні, шкільні, музичні та інші), споруди культурного значення (парки, церкви), житлові масиви. Сміття на перехресті відсутнє, після проливних дощів можуть залишатись калюжі, зниження бордюрів присутнє; пішохідні переходи мають освітлення. Пішоходи йдуть по переходу та дотримуються правил переходу. Автомобілі зупиняються перед стоп-лінією, відстань до пішоходів безпечна. Пішоходи йдуть лише на зелений сигнал світлофора, часу для переходу достатньо. В ході дослідження зафіксовано випадки проїзду автомобілів на червоний сигнал світлофора. Громадський транспорт сповільнює рух потоку, зафіксовано випадки відмови тролейбусів. В середньому, в залежності від часу доби, автомобілі роз'їжджаються від 1 до 3 циклів світлофорного регулювання. Смуги руху завантажені нерівномірно.

Кругові діаграми складу транспортних потоків за напрямками приведено в рис 2 – 3.



Рис. 2 –Кругова діаграма складу транспортного потоку



Рис. 3 – Кругова діаграма складу транспортного потоку

З отриманих результатів – транспортний потік переважно легковий. Метою обстеження параметрів пішохідних потоків, що перетинають проїзну частину вулиць і доріг є забезпечення безпеки руху пішоходів шляхом вибору раціональних методів і засобів ОДР на основі отриманих даних. За значеннями годинних інтенсивностей руху пішоходів на пішохідних переходах створено картограму інтенсивності руху пішоходів. Картограма годинної інтенсивності руху пішоходів на перехресті приведена на рис. 4.

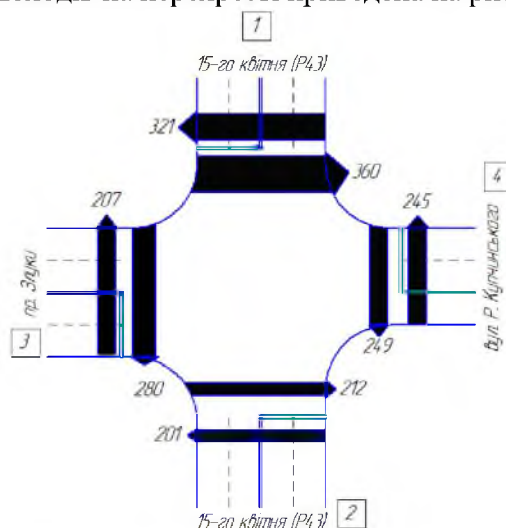


Рис. 4 – Картограма годинної інтенсивності руху пішоходів на перехресті

На вулично-дорожній мережі можна виділити окремі ділянки і зони, де рух досягає максимальних розмірів, в той час як на інших ділянках він у декілька разів менший.

Така просторова нерівномірність відображає передусім нерівномірність розміщення вантажо- і пасажиро- утворюючих пунктів та їх функціонування.

Інтенсивність змішаного потоку розраховується за типовою формулою:

$$U_{пр ij} = U_{ij} \cdot \frac{\sum(K_{пр \cdot z})}{100}, \quad (1)$$

де U_{ij} – інтенсивність транспортного потоку по j напрямку отримана в результаті спостережень; Z – відсоток z -того виду транспорту за транспортним потоком; $K_{пр}$ – коефіцієнт приведення до z -ого виду транспорту (див. табл. 1)

Результати розрахунків інтенсивності по напрямках зводимо в табл. 1.

Таблиця 1

Інтенсивність руху за напрямками

1			2			3			4		
$U_{пр 1-2}$	$U_{пр 1-3}$	$U_{пр 1-4}$	$U_{пр 2-1}$	$U_{пр 2-3}$	$U_{пр 2-4}$	$U_{пр 3-1}$	$U_{пр 3-2}$	$U_{пр 3-4}$	$U_{пр 4-1}$	$U_{пр 4-2}$	$U_{пр 4-3}$
169	148	83	164	108	93	144	105	113	79	89	111
$\sum U_1 = 400$			$\sum U_2 = 365$			$\sum U_3 = 362$			$\sum U_4 = 279$		

Істотним недоліком виявлення небезпечних місць на ВДМ є можливість робити висновки тільки по цих ДТП, що вже трапилися, тоді як головним завданням ОДР є їх попередження. Багато досліджень показали, що події частіше за все відбуваються в так званих «конфліктних точках», тобто в місцях пересічення потоків. Таким чином, виявлення потенційних конфліктних точок і подальша їх ліквідація або зниження ступеня небезпеки дозволяють підвищити безпеку руху.

Схему конфліктних точок приведено на рис. 5.

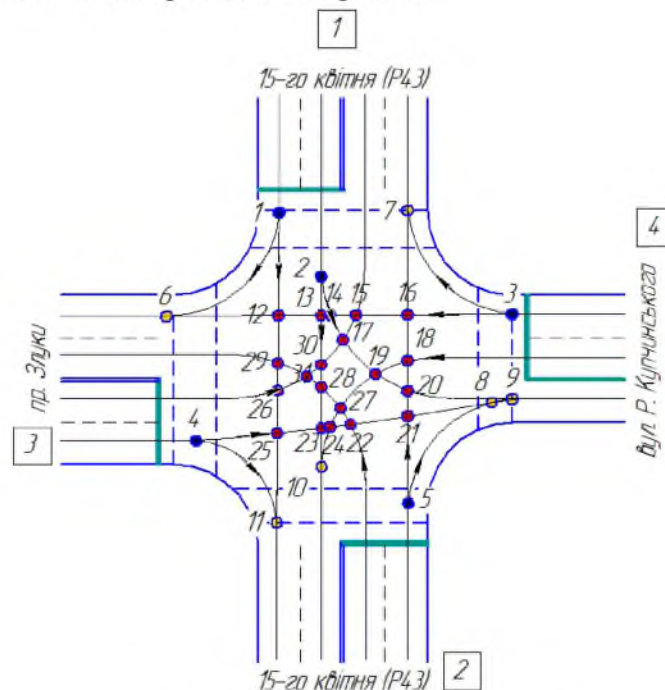


Рис. 5 – Схема конфліктних точок на перехресті

Розрахунок небезпеки пересічення за п'ятибальною системою оцінки конфліктних точок. Даний метод пропонує оцінку за показником складності транспортного вузла виходячи з того, що відхилення оцінюють 1, злиття – 3 і перетин – 5 балами, за загальновідомою залежністю:

$$m = n_B + 3 \cdot n_3 + 5 \cdot n_{\Pi}, \quad (2)$$

де n_B – кількість точок відхилення; n_3 – кількість точок злиття; n_{Π} – кількість точок перетину.

$$m = 5 + 3 \cdot 6 + 5 \cdot 24 = 143.$$

Виходячи з розрахованого значення m транспортний вузол вважається складним.

Таблиця 2

Аналіз конфліктних точок на нерегульованому перехресті

№	Вид перетину	Потоки	Кут	Коеф. аварійності	Інтенсивності	Σ
1	2	3	4	5	6	7
1	Відхилення П	(1-3), (1-2)	$R \geq 3$	0,006	111+127	238
2	Відхилення Л	(1-2), (1-4)	$R \geq 3$	0,004	127+62	189
3	Відхилення П	(4-1), (4-3)	$R \geq 3$	0,006	62+87	149
4	Відхилення П	(3-4), (3-2)	$R \geq 3$	0,006	89+82	171
5	Відхилення П	(2-1), (2-4)	$R \geq 3$	0,006	123+70	183
6	Злиття П	(1-3), (4-3)	$R \geq 3$	0,025	111+87	198
7	Злиття П	(2-1), (4-1)	$R \geq 3$	0,025	123+62	185
8	Злиття П	(3-4), (2-4)	$R \geq 3$	0,025	89+70	159
9	Злиття П	(1-4), (8)	$R \geq 3$	0,025	62+159	221
10	Злиття Л	(1-2), (4-2)	$R \geq 3$	0,0045	127+70	197
11	Злиття П	(3-2), (10)	$R \geq 3$	0,025	82+197	279
12	Перетин	(1-2), (4-3)	90°	0,0056	127+87	214
13	Перетин	(1-2), (4-3)	90°	0,0056	127+87	214
14	Перетин	(1-4), (4-3)	72°	0,2	62+87	149
15	Перетин	(3-1), (4-3)	68°	0,17	113+87	200
16	Перетин	(2-1), (4-3)	90°	0,0056	123+87	210
17	Перетин	(1-4), (3-1)	67°	0,16	62+113	175
18	Перетин	(2-1), (4-2)	84°	0,0052	123+70	193
19	Перетин	(1-4), (4-2)	68°	0,17	62+127	189
20	Перетин	(1-4), (2-1)	69°	0,19	62+123	185
21	Перетин	(3-4), (2-1)	87°	0,0054	89+123	212
22	Перетин	(2-3), (3-4)	69°	0,18	81+89	170
23	Перетин	(1-2), (3-4)	88°	0,0055	127+89	216
24	Перетин	(4-2), (3-4)	67°	0,16	70+89	159
25	Перетин	(1-2), (3-4)	87°	0,0054	127+89	216
26	Перетин	(1-2), (3-1)	68°	0,17	127+113	240
27	Перетин	(2-3), (4-2)	67°	0,16	81+70	151
28	Перетин	(1-2), (2-3)	48°	0,3	127+81	208
29	Перетин	(1-2), (2-3)	71°	0,11	127+81	208
30	Перетин	(1-2), (3-1)	52°	0,28	127+113	240
31	Перетин	(2-3), (3-1)	67°	0,16	81+113	194

Визначаємо небезпеку кожної конфліктної точки, згідно типових формул:

$$q_1 = \frac{0,006 \cdot 111 \cdot 127 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,99} = 0,000211;$$
$$q_2 = \frac{0,004 \cdot 127 \cdot 62 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,99} = 0,000078;$$
$$q_3 = \frac{0,006 \cdot 62 \cdot 87 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,99} = 0,00008;$$
$$q_4 = \frac{0,006 \cdot 89 \cdot 82 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,99} = 0,0001;$$
$$q_5 = \frac{0,006 \cdot 123 \cdot 70 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,99} = 0,00012.$$

Аналогічно розраховуємо для всіх значень.

Загальна небезпека пересічення складе, за загальновідомою залежністю:

$$G = \sum_{i=1}^{31} q_i, \quad (3)$$

$$G = 0,064.$$

При значенні $k_a = 1,71$, згідно чинного законодавства України, пересічення вважається безпечним, отже змін в організації дорожнього руху не вимагається. Проте, за даними управління національної поліції в Тернопільській області, також Управління безпеки дорожнього руху України [9], число ДТП на даній ділянці дороги з досліджуваним перехрестям є більше трьох протягом 2017р.

Висновки. Отже, необхідно виконати узгодження режимів зміни світлофорних циклів присутніх на перехресті світлофорних об'єктів, а також покращення стану дорожньої розмітки, що забезпечить збільшення пропускної здатності досліджуваного об'єкту та зменшить аварійність на вказаному перехресті.

Література:

1. Попович П.В. Підвищення ефективності технологій перевезень організаційними шляхами надання транспортних послуг / Попович П., Шевчук О., Мурований І. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2017. – Вип. № 184. – С. 124 - 130.
2. ДБН В.2.3-4:2007. Автомобільні дороги.
3. ДБН В.2.3-5:2017. Вулиці та дороги населених пунктів
4. <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html>
5. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/en/481-2017-%D1%80>
6. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/en/481-2017-%D1%80>
7. Попович П. В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень у сучасних умовах / П. В. Попович, О. С. Шевчук, А. Й. Матвійшин, В. М. Лотоцька // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. - 2016. - № 2. - С. 224-229.
8. Попович П.В. Аналіз ринку автортранспортних перевезень України//Попович П., Шевчук О., Дзюра В., Бабій М./ Вісник машинобудування та транспорту, 2017 №2 Науковий журнал ВНТУ, Вінниця: ВНТУ, 2017, С. 124-130.
9. <http://www.sai.gov.ua/ua/ua/static/21.htm>

Summary

Popovych P.V., Shevchuk O.S., Tson O.P., Martsenko N.S. Increasing the safety level of Ternopil road network using technological organizational ways

Experimental way is investigated the problematics from the safety position of the section of the road and road network of Ternopil at the intersection of Prospect Zluky from the street.

On 15 Kvitnys, shortcomings were identified and proposals were proposed to provide for enhancing the level of safety and efficiency of road traffic organization in technical and organizational ways.

Keywords: *road safety, highways, technical means of traffic organization, conflict points, road traffic accidents.*

References

1. Popovych P.V. Pidvyshchennia efektyvnosti tekhnolohii perevezen orhanizatsiinymy shliakhamy nadannia transportnykh posluh / Popovych P., Shevchuk O., Murovani I. // Visnyk KhNTUSH. – Kharkiv, 2017. – Vyp. № 184. – S. 124 - 130.
2. DBN V.2.3-4:2007. Avtomobilni dorohy.
3. DBN V.2.3-5:2017. Vulytsi ta dorohy naselenykh punktiv.
4. <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html>.
5. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/en/481-2017-%D1%80>.
6. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/en/481-2017-%D1%80>.
7. Popovych P. V. Doslidzhennia tendentsii rozvytku rynku vantazhnykh avtomobilnykh perevezen u suchasnykh umovakh / P. V. Popovych, O. S. Shevchuk, A. Y. Matviishyn, V. M. Lototska // Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnogo tekhnolohichnoho universytetu. Seria: Tekhnichni nauky. - 2016. - № 2. - S. 224-229.
8. Popovych P.V. Analiz rynku avtortransportnykh perevezen Ukrainy//Popovych P., Shevchuk O., Dziura V., Babii M./ Visnyk mashynobuduvannia ta transportu, 2017 №2 Naukovyi zhurnal VNTU, Vinnytsia: VNTU, 2017, S. 124-130.
9. <http://www.sai.gov.ua/ua/ua/static/21.htm>.