

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра автомобілів  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження організації дорожнього руху на перехресті  
з круговим рухом "Збаразьке кільце" (м. Тернопіль)

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МНс-41  
спеціальності 275 Транспортні технології

(на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

Чабан В.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2023

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

Цьонь О.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
«    » 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Чабану Владиславу Андрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження організації дорожнього руху на перехресті  
з круговим рухом "Збаразьке кільце" (м. Тернопіль)

Керівник роботи Цьонь О.П., к.т.н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «23» січня 2023 року № 4/7-45

2. Термін подання студентом завершеної роботи 05.06.2023

3. Вихідні дані до роботи Інформаційні матеріали, джерела з мережі Інтернет

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

*Вступ. 1. Аналіз об'єкту дослідження*

*2. Заходи із удосконалення транспортного процесу*

*3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці*

*Загальні висновки. Перелік посилань*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Ілюстративний матеріал

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Барановський В.М., д.т.н., проф.</i>		

7. Дата видачі завдання 25.01.2023

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз об'єкту дослідження</i>	<i>15.03.2023</i>	
2	<i>Заходи із удосконалення транспортного процесу</i>	<i>05.05.2023</i>	
3	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>19.05.2023</i>	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Чабан В.А.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Цьонь О.П.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....	6
ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1	
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ З КРУГОВИМ РУХОМ	
1.1 Методи дослідження параметрів руху транспортних потоків.....	9
1.2 Аналіз транспортно-експлуатаційних умов перехрестя «Збаразьке кільце» (м. Тернопіль) .....	13
1.3 Визначення складу та інтенсивності транспортних потоків на перехресті «Збаразьке кільце» .....	20
1.4 Дослідження конфліктології на перехресті «Збаразьке кільце».....	27
РОЗДІЛ 2	
УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ З КРУГОВИМ РУХОМ «ЗБАРАЗЬКЕ КІЛЬЦЕ»	
2.1 Особливості існуючої організації дорожнього руху на перехресті з круговим рухом «Збаразьке кільце» та заходи з її покращення .....	34
2.2 Імітаційне моделювання функціонування перехрестя з круговим рухом «Збаразьке кільце» (м. Тернопіль).....	37
2.3 Аналіз ефективності запропонованих заходів з організації дорожнього руху на перехресті «Збаразьке кільце» .....	44

## РОЗДІЛ 3

### БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Правові аспекти безпеки дорожнього руху .....49

3.2 Правила безпеки на громадському транспорті.....52

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....56

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....57

ДОДАТКИ .....59

## РЕФЕРАТ

Метою даної кваліфікаційної роботи бакалавра є дослідження організації дорожнього руху на перехресті з круговим рухом «Збаразьке кільце» (м. Тернопіль).

У вступі висвітлено роль організації дорожнього руху у вирішенні проблеми підвищення економічності, безпеки та зручності перевезень на автомобільному транспорті.

У першому розділі розглянуто методи дослідження параметрів руху транспортних потоків, проведено аналіз транспортно-експлуатаційних умов перехрестя «Збаразьке кільце», визначено склад та інтенсивність транспортних потоків на перехресті та досліджено його конфліктологію.

У другому розділі описано особливості існуючої організації дорожнього руху на перехресті з круговим рухом «Збаразьке кільце» та запропоновано заходи з її покращення, проведено імітаційне моделювання функціонування перехрестя з круговим рухом «Збаразьке кільце» та проаналізовано ефективність запропонованих заходів з організації дорожнього руху на перехресті «Збаразьке кільце».

У третьому розділі розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці на автомобільному транспорті.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, 3 розділів, загальних висновків та переліку посилань і містить 59 сторінок тексту, 22 рисунки та 11 таблиць.

## ВСТУП

Транспорт є одним із найважливіших факторів розвитку міста. Це не лише засіб пересування, а й важлива частина міського планування. Розвинута транспортна система міста забезпечує робочі місця та можливості для економічного зростання, а також соціальної мобільності.

З розвитком та зростанням населення міст у містах стає більше людей і робочих місць. Це також означає, що на дорогах стає більше автомобілів, що збільшує затори, затори та забруднення. З розвитком міст транспортні системи також повинні розвиватися, щоб забезпечувати ефективні способи пересування людей та вантажів у місті.

Громадський транспорт (автобуси, тролейбуси, трамваї та маршрутні таксі) є найпопулярнішим видом транспорту для густонаселених районів, оскільки він може ефективно переміщати велику кількість людей одночасно. Система громадського транспорту є ефективним способом пересування людей містом, хоча вона і має деякі недоліки.

Приватними автомобілями користуються ті, хто або живе за містом, або використовує їх для роботи чи інших цілей. Ними також можуть скористатися ті, хто не хоче користуватися громадським транспортом через витрати або комфорт. Автомобілі, як правило, швидші, ніж громадський транспорт, а фактор зручності є великим плюсом для людей.

Проте автомобілі мають більшу степінь забруднення довкілля у порівнянні з громадським транспортом і, оскільки вони використовуються у великій кількості, вони є основною причиною заторів на міських вулицях.

Інновації в транспорті призвели до появи нових технологій, які, як очікується, революціонізують способи переміщення та формують майбутнє транспортних систем. З цими новими технологіями можливо, що люди переїжджатимуть із сільської місцевості в місто більше, ніж будь-коли раніше. Очікується, що інновації в транспорті суттєво вплинуть на те, як ми живемо, працюємо чи навчаємося.

Деякі з цих змін включають автономні транспортні засоби, високошвидкісну залізницю та автономні дрони для транспортування. Ці інновації змінять спосіб поїздок людей і транспортування товарів до місця призначення.

Одним із видів транспорту, який став популярним в останні роки, є програми спільного використання електричних скутерів. Програми спільного використання електричних скутерів дозволяють будь-кому, хто має кредитну картку чи смартфон, взяти скутер на будь-якій док-станції та повернути його на будь-якій іншій док-станції в зоні обслуговування. Цей вид транспорту є вигідним, оскільки дозволяє людям, у яких немає доступу до власного автотранспорту, все одно мати змогу швидко пересуватися містом.

Ще один вид транспорту, який став популярним в останні роки, - це програми спільного використання автомобілів. Програми спільного використання поїздок дозволяють водіям із власними автомобілями чи мікроавтобусами, які мають підключення до Інтернету та компанію з оренди автомобілів, мікроавтобусів чи вантажівок, забезпечувати поїздками інших, хто намагається подорожувати кудись у зоні обслуговування компанії.

Між розвитком міст і транспортом існує незаперечний зв'язок. Транспортні системи є одним із найважливіших факторів розвитку міста. З впровадженням нових технологій способи та організаційні форми транспортування постійно удосконалюються. Є багато інновацій у транспортних системах, які вплинуть на урбанізацію в майбутньому – і, безсумнівно, розробники планів розвитку міст продовжуватимуть впроваджувати інновації в транспортних системах, щоб створити міста з меншою кількістю заторів, меншою ступінню забруднення довкілля та більш ефективними варіантами переміщень людей та вантажів.



# 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ З КРУГОВИМ РУХОМ

## 1.1 Методи дослідження параметрів руху транспортних потоків

Фактичні параметри учасників дорожнього руху (транспортних засобів та пішоходів) отримують шляхом проведення спеціальних досліджень, серед яких виділяється декілька підходів, що можуть бути об'єднані у різні групи.

Перша група підходів, що дозволяють отримати статистичні дані стосовно характеристик дорожнього руху складається з аналітичних досліджень планових, звітних, статистичних і проектно-технічних документів та проведення анкетування. Дослідження документальних матеріалів в першу чергу направлені на вивчення чисельності населення, обсягів відправлення і прибуття, характеристик житлового фонду та рівня автомобілізації населення. За допомогою агрегування й деталізації території міста можливо перейти до елементів планувальної структури різних рівнів.

Об'єднання території в ТР за ознакою адміністративної приналежності дозволяє одержати території населених пунктів, адміністративних районів, а також дає можливість перейти до квартальної забудови. Об'єднання території на основі взаємодоповнюючих функціональних зв'язків дає можливість виділити селітебні, промислові та центральні райони [4, 5]. Суттєво ці дослідження можуть доповнити дані перепису населення в певному адміністративному районі [4, 6].

Також одними з джерел необхідної інформації можуть виступати дані стосовно кількості зареєстрованих автомобілів в досліджуваному районі на підставі якого можливо визначити рівень автомобілізації. Перевагою цих методів є відносна простота обробки одержаних даних, мінімальні трудові ресурси та відносно невелика вартість. До недоліків можливо віднести присутність великої похибки результатів обробки даних. При аналізі забудови

ТР невідома точна кількість людей, які проживають в тому чи іншому будинку. Аналіз перепису населення також не гарантує точність результатів так, як велика кількість людей мешкає не за пропискою, якщо такі дані взагалі доступні для перегляду і не застарілі. При цьому, сьогодні багато людей використовує автомобіль за довіреністю власника, що погіршує точність при визначенні рівня автомобілізації в певному адміністративному районі.

З іншого боку анкетування дозволяє одержати необхідну інформацію безпосередньо у користувачів ТЗ. Всі статистичні дані стосовно населення, а саме розподіл їх на працівників, студентів, які здійснюють поїздки до робочих або навчальних місць прив'язані до певної будівлі. Відповідно всі кореспонденції розбиваються на групи джерело-ціль: домівка-робота, робота-домівка, домівка-навчання, навчання-домівка, робота-навчання, навчання-робота. Визначення співвідношення між цими групами кореспонденцій відбувається шляхом проведення анкетування населення [6]. У ході опитувань також визначаються значення кількості кореспонденцій на одну людину, співвідношення поїздок між різними видами транспорту, середня тривалість поїздки. До переваг даного методу можна зарахувати: простоту проведення досліджень та можливість одночасного охоплення великих груп користувачів. До недоліків цієї групи можливо віднести: незнання відношення опитуваного до питань анкети, велику вартість проведення, невпевненість у тому, чи правильно були сприйняті питання в анкеті, досить тривалий термін проведення обробки. Окрім анкетування, опитування можуть проводитися по телефону. Перевагою цього методу є мінімальні трудові ресурси та охоплення великої території для обстеження. До недоліків можливо віднести неможливість опитати людей, які не мають стаціонарних телефонів вдома.

Як правило, документальні дослідження є початковим етапом, продовженням якого стають натурні дослідження, що полягають в одержанні фактичних характеристик дорожнього руху в заданому просторі та протягом певного періоду. Традиційно визначення характеристик дорожнього руху на

ВДМ виконується за допомогою обліковців або за допомогою приладів відеофіксації, з подальшою обробкою відеоряду на комп'ютері [7].

Відеоспостереження також може проводитися стаціонарно, за допомогою автономної відеокамери, без участі людини. Сьогодні найбільші Інтернет-компанії, наприклад, “Yahoo”, “Google” реалізують сервіс “пробки online” при цьому надаючи он-лайн доступ до своїх “web-камер” які постійно ведуть відеоспостереження за рухом транспорту на основних автомагістралях міст [8].

Також сьогодні все частіше використовують апаратуру, основним робочим елементом якої є різного виду датчики (детектори), яку встановлюють на проїзній частині дороги. Вище наведені стаціонарні методи збору даних дозволяють одержати інформацію стосовно інтенсивності, складу ТП по типах, миттєвій швидкості та затримках ТЗ [7].

Перевагою цих методів є простота проведення та мінімальні фінансові ресурси. Відеоспостереження дозволяє аналізувати кількісні та якісні показники руху автомобілів. При цьому відеоматеріали можуть довгий час зберігатися, що дає можливість багаторазового їх використання.

Використання датчиків та детекторів при автоматизованому зборі даних дозволяє уникнути обробки інформації, що значно зменшує час проведення обстеження. До недоліків можливо віднести: при ручному заповненні бланків на ВДМ неможливо перевірити правильність проведених спостережень; на найбільш завантажених ділянках ВДМ треба залучати додаткових спостерігачів; при проведенні відеоспостережень обліковцем, час проведення таких досліджень збільшується у два рази, так як одержаний відеоматеріал треба обробити на комп'ютері; не завжди є можливість встановити автономну відеокамеру у потрібному місці та забезпечити її збереженість; для використання “web-камер” потрібен стабільний високошвидкісний доступ до Інтернету, при автоматизованому зборі даних значно підвищується вартість проведення досліджень у зв'язку з необхідністю покупки обладнання.

Перераховані вище методи не дозволяють визначити пункти відправлення та прибуття автомобілів (транспортні кореспонденції), для збору такої інформації використовують методи: талонний, ярлик на машині та метод номерного знаку [7]. Дані методи вимагають організації постів спостереження, але відрізняються в технології проведення.

Талонний метод передбачає, що водії транспортних засобів отримують у встановлених пунктах пропуску талони або картки, які потім збираються в певних пунктах. Метод перевірки квитків вимагає двічі зупиняти транспортні засоби в зоні перевірки, що може призвести до заторів під час інтенсивного руху. Однак, якщо метою опитування трафіку не є збір даних про швидкість зв'язку, замість цього використовується метод вставлення міток. У цьому випадку машини зупиняються лише один раз, на в'їзді, а на лобове скло чи кузов прикріплюється табличка. Мітка відповідає певній точці входу за кольором, формою або символами. На інших постах у зоні огляду спостерігачі за допомогою ярликів визначають кількість транспортних засобів, які проїхали з кожної попередньої точки за певні періоди часу, і записують цю інформацію у свої протоколи. Метод реєстрації номерних знаків позбавляє від необхідності зупинки транспортних засобів для реєстрації, дозволяє вивчати інтенсивність руху, склад, листування та швидкість зв'язку, а також виявляти транзит на будь-якому спостережному посту. При проведенні перевірок методом фіксації номерних знаків для зниження трудомісткості та підвищення ефективності спостерігача первинна реєстрація може здійснюватися за допомогою диктофонного запису. Потім на основі обробленого звукозапису після обстеження складається протокол.

Найбільш прогресивним методом фіксації номерних знаків є створення ефективних засобів автоматизації інтелектуальних функцій людини, пов'язаних зі сприйняттям, обробкою та розпізнаванням візуальних образів комп'ютером через встановлені відеокамери [9].

Головною перевагою цих методів є можливість визначати кількість прибуваючих та виїжджаючих автомобілів в ТР. До недоліків можливо віднести: важкість організації та проведення спостережень, при інтенсивному багато-смуговому потоці автомобілів; неможливість використання талонного методу та методу ярлика на машині; необхідність проведення додаткових досліджень з метою визначення місць розташування постів спостереження при великому об'єкті дослідження.

Обстеження на стаціонарних постах дозволяє одержати інформацію, яка відноситься тільки до місця на дорозі, на якому організовано ці пости. У зв'язку з цим для одержання інформації стосовно просторово-часових режимів руху на ВДМ застосовують метод "поточного" автомобіля [7].

Метод цей полягає у тому, що пересувна лабораторія рухається в потоці ТЗ з характерною для нього швидкістю. Дана методика використовується переважно для досліджень швидкості руху на протяжних магістралях. При цьому дані швидкості безперервно записуються на прилад, що реєструє, а затримки ТЗ спостерігач фіксує за допомогою секундоміру. Постійно рухаючись пересувна лабораторія реєструє інформацію, яка змінюється не тільки у часі, але і в просторі, що є суттєвою перевагою цього методу.

## **1.2 Аналіз транспортно-експлуатаційних умов перехрестя «Збарзьке кільце» (м. Тернопіль)**

Перехрестя це місце де дороги перетинаються або прилягають на одному рівні. Перехрестя сумно відомі тим, що є ,як правило, «гарячими» точками, де часто виникають затори та аварії. Тому на перехрестях часто потрібно застосовувати додаткові заходи з організації дорожнього руху.

За наявності та видом засобів регулювання руху перехрестя можна розділити на регульовані та нерегульовані. Регульовані перехрестя – це перехрестя, на яких встановлені світлофори для регулювання руху транспортних засобів і пішоходів у суперечливих напрямках. З іншого боку, нерегульовані перехрестя класифікуються залежно від конкретних реалізованих заходів з організації дорожнього руху. Нерегульовані перехрестя можна додатково поділити на такі групи: перехрестя з неорганізованим рухом, перехрестя з позначеним пріоритетом руху транспортних засобів та перехрестя з круговим рухом.

Перехрестя «Збараське кільце» у м. Тернопіль є перетином проспекту Степана Бандери, вулиць 15 квітня та Т. Протасевича і Підволочиського шосе і відноситься до нерегульованого перехрестя з круговою схемою руху.

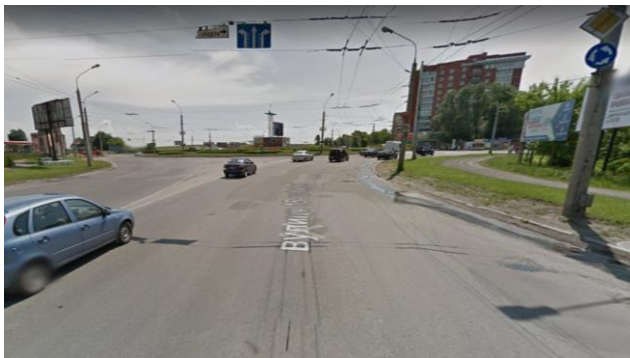
Особливістю перехрестя «Збараське кільце» є те, що проспект Степана Бандери є магістральною вулицею загальноміського значення (з шириною проїзної частини 18 м), а вулиці 15 квітня – Т. Протасевича – Підволочиське шосе (ширина проїзної частини 21 м) є частиною дороги в об'їзд м. Тернопіль, де здійснюється рух транзитного великотоннажного транспорту з напрямків на міста Дубно – Львів, Івано-Франківськ, Чернівці – Хмельницький, відповідно.

Перехрестя регулюється дорожньою розміткою та знаками дорожнього руху (таблиця 1.1). Фото перехрестя показано на рис. 1.1.

Таблиця 1.1 - Відомості про технічні засоби регулювання дорожнього руху на перехресті «Збараське кільце» м. Тернополя

№	Позначення	Найменування	Тип	Кількість
Дорожня розмітка				
1	1.1	Вузька суцільна	Горизонтальна	1
2	1.3	Вузька подвійна	Горизонтальна	3
3	1.5	Штрихова	Горизонтальна	7
4	1.12	Стоп-лінія	Горизонтальна	4
Дорожні знаки				
1	1.39	Інша небезпека	Попереджув.	1
2	2.1	Дати дорогу	Пріоритету	2
3	2.3	Головна дорога	Пріоритету	2

№	Позначення	Найменування	Тип	Кількість
4	2.4	Кінець головної дороги	Пріоритету	2
5	3.3	Рух вантаж. ТЗ заборонено	Заборонний	1
6	4.10	Круговий рух	Інф.-вказівний	4
	7.8	Напрямок головної дороги	Інф.-вказівний	4
7	5.16	Напрямки руху по смугах	Інф.-вказівний	4
8	5.35.1	Пішохідний перехід	Інф.-вказівний	6
9	5.35.2	Пішохідний перехід	Інф.-вказівний	6



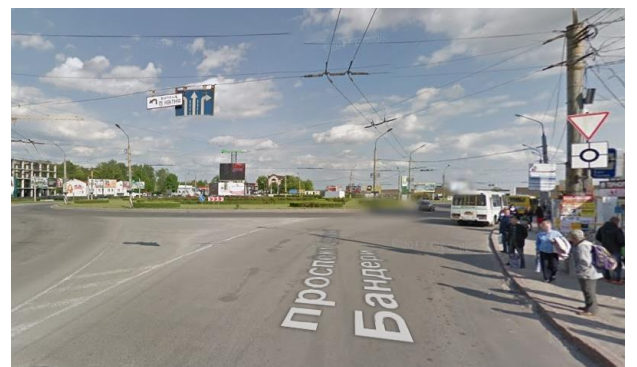
а)



б)



в)



г)

Рис. 1.1. Загальний вигляд вулиць перехрестя «Збарзьке кільце»:  
 а - вул. 15 квітня (напрямок 1); б – Підволочиське шосе (напрямок 2);  
 в – вул. Т. Протасевича (напрямок 3); г – проспект С. Бандери (напрямок 4)

Схема діючої організації дорожнього руху на перехресті «Збарзьке кільце» м. Тернопіль показано на рис. 1.2.

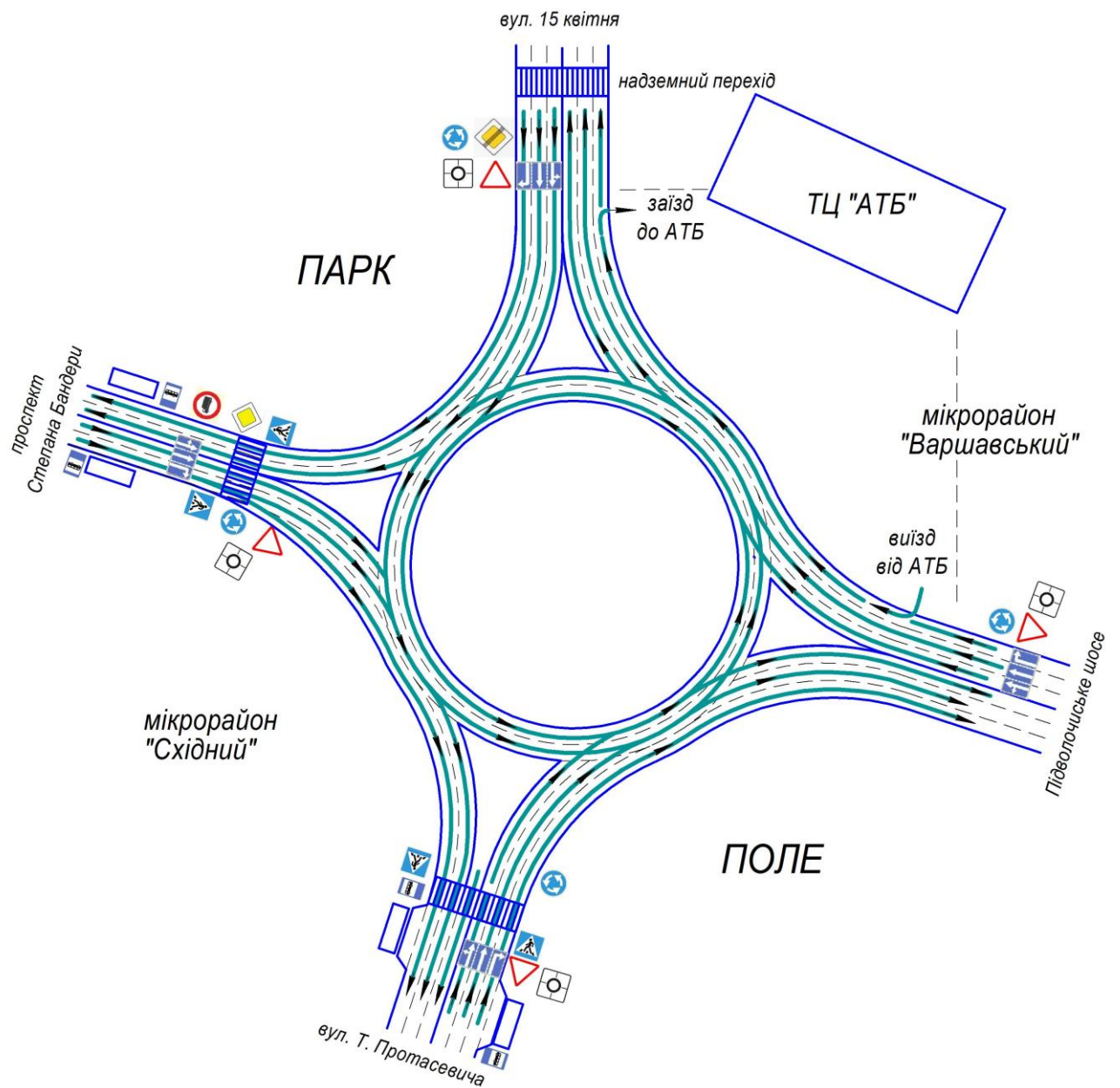


Рис. 1.2. Схема організації дорожнього руху на перехресті Збаразьке кільце

Згідно встановлених знаків (рис. 1.2 та табл. 1.1), рух транспорту дозволено у всіх напрямках. У окремих напрямках (з'їзд на проспект Степана Бандери) заборонено рух вантажівок вагою більше 3,5 т.

Засоби організації дорожнього руху відповідають стандартам. Пішохідні переходи, загалом, розташовані на траєкторії руху пішоходів, окрім надземного пішохідного переходу через вулицю 15 квітня.



По вул. Т. Протасевича та проспекті Степана Бандери у безпосередній близькості до перехрестя улаштовано суміщені (автобусно-тролейбусні) зупинки міського пасажирського транспорту (МПТ) (див. рис. 1.2).

Зупинки міського пасажирського транспорту з боку вул. Т. Протасевича у обох напрямках руху улаштовано шляхом розширення проїзної частини у вигляді відкритої «кишені». На зупинках МПТ з боку проспекту Степана Бандери такі заходи організації дорожнього руху відсутні.

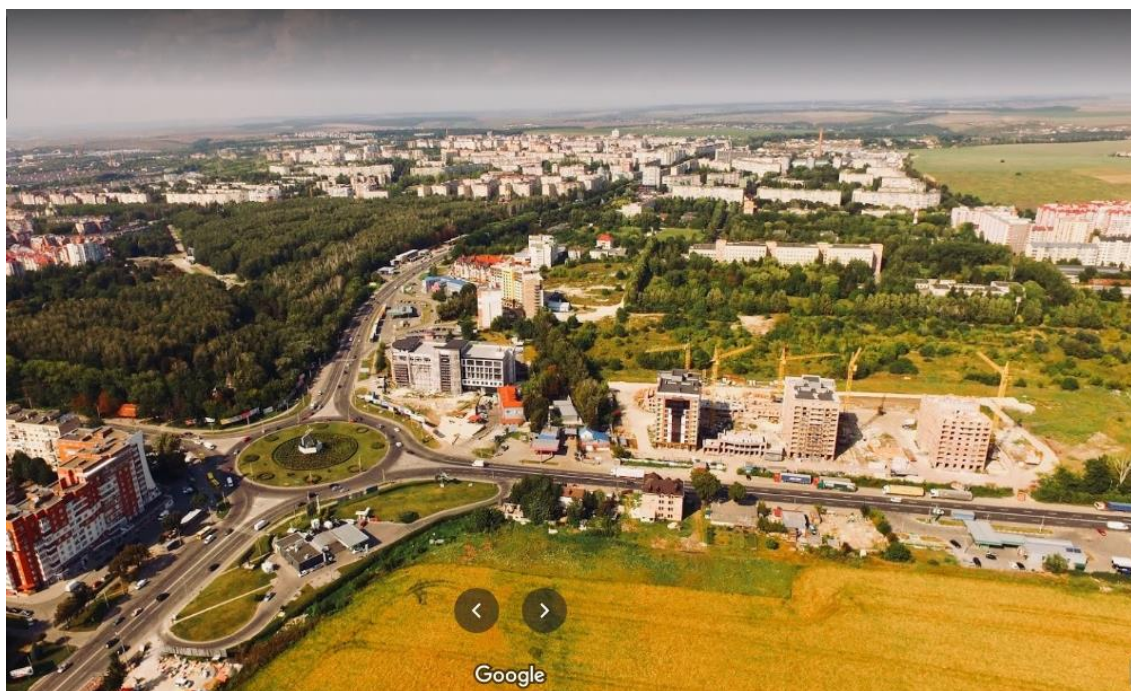
Дорожнє покриття має добрий стан, хоча місцями присутні просідання, зумовлені рухом великотоннажних вантажних автомобілів. Сміття відсутнє, з боку вулиці 15 квітня після дощів залишаються калюжі.

На периметрі перехрестя «Збаразьке кільце» знаходять наступні об'єкти приваблювання пішоходів:

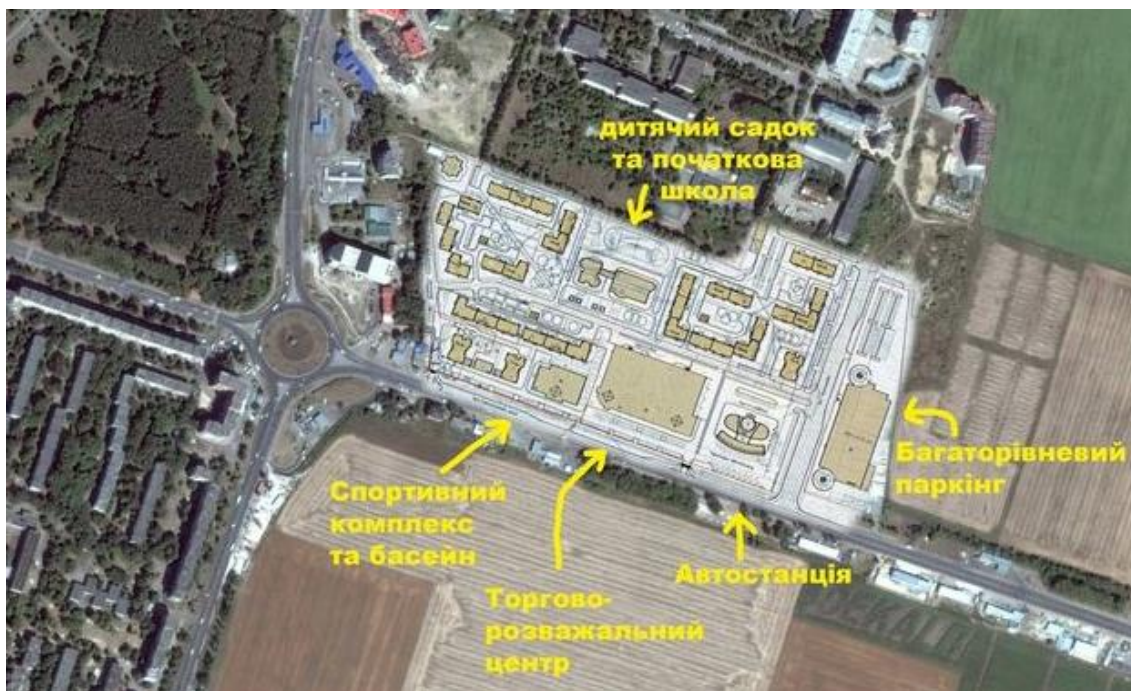
- торговий центр «АТБ»;
- магазини;
- навчальні заклади (шкільні та інші);
- громадські заклади (перукарня, поштове відділення)
- споруди культурного значення (парк, спортивний комплекс та ін.)
- житлові масиви.

З розвитком міста у периметрі перехрестя постійно з'являються нові об'єкти. Праворуч з'їзду з перехрестя «Збаразьке кільце» на вул. 15 квітня побудовано три багатоповерхових будинки (здані в експлуатацію у 2013, 2016 та 2019 р.), у 2020 р. праворуч з'їзду на вулицю 15 квітня відкрито торговий центр «АТБ» та готель «Golden ring».

У 2018 р. на північний схід від перехрестя «Збаразьке кільце» розпочато будову Варшавського мікрорайону м. Тернопіль (рис. 1.3, а). Згідно плану будови міста, на території мікрорайону буде розташовано дитячий садок, початкова школа, спортивний комплекс та басейн, торгово-розважальний центр, автостанція та багаторівневий паркінг (рис. 1.3, б).



а)



б)

Рис. 1.3. Варшавський мікрорайон м. Тернопіль:  
а – загальний вигляд; б – план забудови.

З появою нових багатоповерхових житлових комплексів та інших об'єктів громадської інфраструктури, навантаження на пішохідну інфраструктуру

перехрестя постійно зростає. Це зумовило й деякий розвиток інфраструктура забезпечення пішоходів.

Так, до 2020 року щоб потрапити до новобудов чи торгового центру «АТБ» з боку мікрорайону «Східний» (де розташовані зупинки міського пасажирського транспорту) пішоходам доводилось перетнути щонайменше дві вуличних магістралі, одна з яких (вул. 15 квітня) має ширину 21 м і є частиною дороги в об'їзд м. Тернополя з інтенсивним трафіком ТЗ.

У 2020 році за клопотання мешканців новобудов міською владою розпочато будівництво сучасного надземного пішохідного переходу через вулицю 15 квітня (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Надземний пішохідний перехід через вулицю 15 квітня

Такий захід дозволив суттєво підвищити безпеку руху пішоходів та дещо покращити ОДР на перехресті «Збараське кільце» , але не усунув ряду інших недоліків.

Тому, для визначення характеристик раціональності та оптимальності ОДР на перехресті «Збараське кільце» необхідно провести аналіз та емпіричні дослідження, що включають можливість проведення багатопараметричного моделювання та встановлення умовних та безумовних параметрів моделі дорожнього руху.

### **1.3 Визначення складу та інтенсивності транспортних потоків на перехресті «Збараське кільце»**

Основними характеристиками потоку транспортних засобів є: склад і щільність руху, його інтенсивність, швидкість руху окремих автомобілів. Комплексна оцінка руху автомобільного потоку в конкретних умовах вимагає врахування таких факторів, як прискорення (уповільнення), положення автомобілів на дорозі, кількість автомобілів у групах, кількість обгонів. Така додаткова інформація допомагає дослідникам і фахівцям з транспорту отримати уявлення про поведінку водіїв, різноманітні події, важливі для безпеки, проектування доріг і моделювання дорожнього руху.

Для фіксації зміни складу і стану транспортного потоку у часі застосовували періодичну відеозйомку у період з жовтня 2022 до травня 2023 р. Відеофіксація транспортного потоку проводилась з багатопверхового будинку, розташованого безпосередньо біля перехрестя, що забезпечувало добрий огляд.

При невеликій інтенсивності руху в комбінації з неперервною зйомкою застосовували покадрову зйомку для фіксації окремих груп автомобілів. За даними відеофіксації визначали середні швидкості руху, інтервали між автомобілями, прискорення, інтенсивність, склад потоку та траєкторію руху.

Приклади відеофіксації транспортного потоку показано на рис. 1.5.



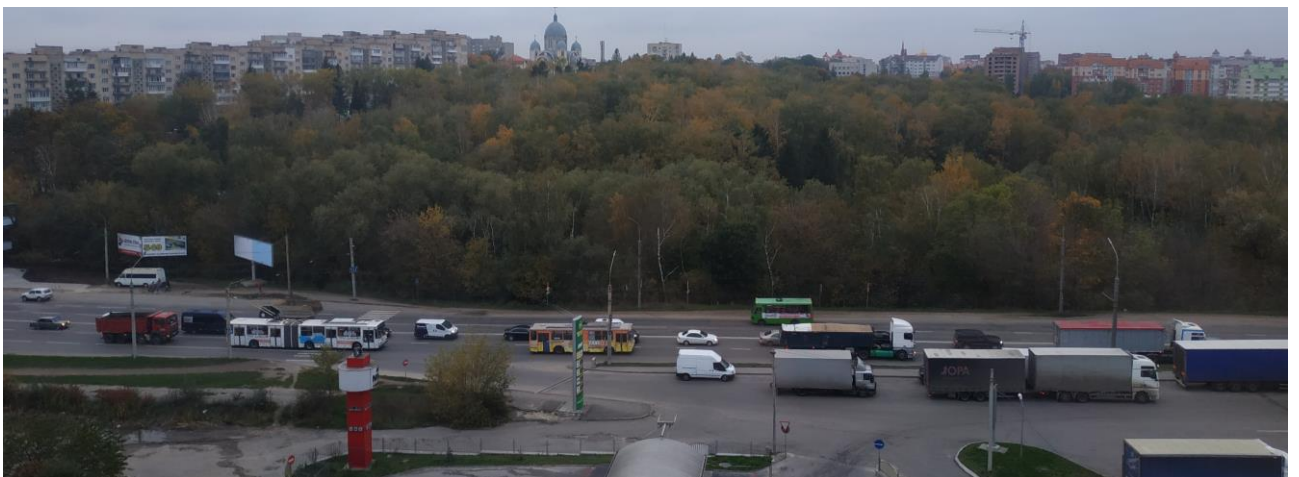


Рис. 1.5. Стоп-кадри відеофіксації транспортного потоку

За даними спостережень встановлено, що інтенсивність руху транспортних та пішохідних потоків на перехресті «Збарзьке кільце» суттєво змінюється протягом доби. Якщо дослідити погодинно рух на перехресті, то спостерігається значне зменшення інтенсивності руху у період від 11 до 13 год.

та після 20 год. Але при зменшенні інтенсивності руху спостерігається значне підвищення швидкості руху ТЗ, особливо у напрямках 1 та 3.

Щодо інтенсивності руху потоку пішоходів, то на напрямку 3 цей параметр не зазнає коливань протягом доби, а на напрямках 1 та 4 спостерігається підвищення інтенсивності після 17 год. та у вихідні дні. Варто зазначити, що пішохідні потоки на цих напрямках суттєво послаблюють інтенсивність руху.

Результати спостережень подано у таблицях 1.2 – 1.5.

Таблиця 1.2 – Інтенсивність та склад транспортного потоку за напрямком 1

Вид транспортного засобу	Напрямок руху			Всього у фізичних од./год.	Всього у привед. од./год.	Всього у привед. од./добу
	1-2	1-3	1-4			
Легкові автомобілі	81	76	41	198	198	4752
Мікроавтобуси і вантажні автомобілі до 3,5 т	20	11	12	43	64,5	1548
Вантажні автомобілі 3,5 – 6 т	4	1	1	6	15	360
Вантажні автомобілі більше 6 т	5	0	0	5	15	360
Автобуси	13	20	4	37	92,5	2220
Тролейбуси	3	2	3	8	28	672
Мотоцикли, мопеди	1	1	1	3	1,5	36
				300	414,5	9948

Таблиця 1.3 – Інтенсивність та склад транспортного потоку за напрямком 2

Вид транспортного засобу	Напрямок руху			Всього у фізичних од./год.	Всього у привед. од./год.	Всього у привед. од./добу
	2-1	2-3	2-4			
Легкові автомобілі	80	67	53	200	200	4800
Мікроавтобуси і вантажні автомобілі до 3,5 т	19	10	8	37	55,5	1332
Вантажні автомобілі 3,5 – 6 т	4	1	1	6	15	360
Вантажні автомобілі більше 6 т	5	0	0	5	15	360
Автобуси	12	3	8	23	57,5	1380
Тролейбуси	2	0	0	2	7	168
Мотоцикли, мопеди	1	0	0	1	0,5	12
				274	237	8412

Таблиця 1.4 – Інтенсивність та склад транспортного потоку за напрямком 3

Вид транспортного засобу	Напрямок руху			Всього у фізичних од./год.	Всього у привед. од./год.	Всього у привед. од./добу
	3-1	3-2	3-4			
Легкові автомобілі	77	68	64	209	209	5016
Мікроавтобуси і вантажні автомобілі до 3,5 т	11	10	14	35	52,5	1260
Вантажні автомобілі 3,5 – 6 т	1	1	2	4	10	240
Вантажні автомобілі більше 6 т	0	0	0	0	0	0
Автобуси	21	3	7	31	77,5	1860
Тролейбуси	1	0	2	3	10,5	252
Мотоцикли, мопеди	2	0	0	2	1	24
				284	360,5	8652

Таблиця 1.5 – Інтенсивність та склад транспортного потоку за напрямком 4

Вид транспортного засобу	Напрямок руху			Всього у фізичних од./год.	Всього у привед. од./год.	Всього у привед. од./добу
	4-1	4-2	4-3			
Легкові автомобілі	41	54	63	158	158	3792
Мікроавтобуси і вантажні автомобілі до 3,5 т	12	8	13	33	49,5	1188
Вантажні автомобілі 3,5 – 6 т	1	1	2	4	10	240
Вантажні автомобілі більше 6 т	0	0	0	0	0	0
Автобуси	3	7	8	18	45	1080
Тролейбуси	4	0	1	5	17,5	420
Мотоцикли, мопеди	1	0	0	1	0,5	12
				219	280,5	6732

Швидкість пішохідних та транспортних потоків на перехресті досліджувалося відомими методами. Облік швидкості руху автотransпортних засобів для складу транспортного потоку по вул. 15 квітня подано у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Швидкість руху транспортних засобів по вул. 15 квітня

Вид транспортного засобу	Час проходження ділянки, с	Швидкість, км/год
Легкові автомобілі	7	50
	7,55	45
Мікроавтобуси і вантажівки до 3,5 т	7,55	45
	8,2	40
Вантажні автомобілі 3,5 – 6 т	7,79	43
	8,34	39
Вантажні автомобілі 6 - 8 т	8,82	36
	8,65	35

Вантажні автомобілі більше 8 т	10,47	28
	9,37	33
Автобуси	9,57	32
	8,65	37
Тролейбуси	11,28	25
Спарені тролейбуси	7	50
Мотоцикли, мопеди	7,79	43

Визначаємо інтенсивність змішаного потоку за формулою:

$$U_{npj} = U_{ij} \cdot \frac{\sum (K_{npj} \cdot \%z)}{100} \text{ прив.авт./год} \quad (1.1)$$

де  $\%z$  – розрахунковий відсоток виду транспорту за транспортним потоком (згідно із проведеним вихідним дослідженням);  $U_{ij}$  – інтенсивність транспортного потоку по  $j$  напрямку;  $K_{npj}$  – коефіцієнт приведення транспортного потоку (таблиця 1.7).

Таблиця 1.7 – Показники приведення транспортного потоку

Тип транспортного засобу	$K_{npj}$
Вантажні	2,0 – 3,5
Легкові	1,0
Автопоїзди	3,0 – 6,0
Тролейбуси	3,5
Зчленовані автобуси	4,0
Автобуси	2,0 – 3,0

Інтенсивність змішаного потоку по першому напрямку

$$U_{npA1} = 302 \cdot (1 \cdot 54 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 16 + 3 \cdot 5 + 3 \cdot 5 \cdot 18 + 4 \cdot 5) / 100 \approx 580 \text{ привед.авт./год.}$$

$$U_{npB1} = 456 \cdot (1 \cdot 54 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 16 + 3 \cdot 5 + 3 \cdot 5 \cdot 18 + 4 \cdot 5) / 100 \approx 876 \text{ привед.авт./год.}$$

$$U_{npC1} = 121 \cdot (1 \cdot 54 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 16 + 3 \cdot 5 + 3 \cdot 5 \cdot 18 + 4 \cdot 5) / 100 \approx 232 \text{ привед.авт./год.}$$



Інтенсивність змішаного потоку по другому напрямку

$$U_{npAII} = 124 \cdot (1 \cdot 52 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 18 + 3.5 \cdot 6 + 4 \cdot 7 + 5 \cdot 5) / 100 \approx 231 \text{ привед. авт./год.}$$

$$U_{npCII} = 242 \cdot (1 \cdot 52 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 18 + 3.5 \cdot 6 + 4 \cdot 7 + 5 \cdot 5) / 100 \approx 636 \text{ привед. авт./год.}$$

$$U_{npBII} = 161 \cdot (1 \cdot 52 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 18 + 3.5 \cdot 6 + 4 \cdot 7 + 5 \cdot 5) / 100 \approx 299 \text{ привед. авт./год.}$$

Інтенсивність змішаного потоку по третьому напрямку

$$U_{npAIII} = 381 \cdot (1 \cdot 54 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 16 + 3 \cdot 5 + 3.5 \cdot 18 + 4 \cdot 5) / 100 \approx 732 \text{ привед. авт./год.}$$

$$U_{npBIII} = 404 \cdot (1 \cdot 54 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 16 + 3 \cdot 5 + 3.5 \cdot 18 + 4 \cdot 5) / 100 \approx 776 \text{ привед. авт./год.}$$

$$U_{npCIII} = 261 \cdot (1 \cdot 54 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 16 + 3 \cdot 5 + 3.5 \cdot 18 + 4 \cdot 5) / 100 \approx 501 \text{ привед. авт./год.}$$

Інтенсивність змішаного потоку по четвертому напрямку

$$U_{npAIV} = 181 \cdot (1 \cdot 54 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 16 + 3 \cdot 5 + 3.5 \cdot 18 + 4 \cdot 5) / 100 \approx 337 \text{ привед. авт./год.}$$

$$U_{npBIV} = 250 \cdot (1 \cdot 54 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 16 + 3 \cdot 5 + 3.5 \cdot 18 + 4 \cdot 5) / 100 \approx 837 \text{ привед. авт./год.}$$

$$U_{npCIV} = 124 \cdot (1 \cdot 54 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 16 + 3 \cdot 5 + 3.5 \cdot 18 + 4 \cdot 5) / 100 \approx 461 \text{ привед. авт./год.}$$

Результати розрахунків інтенсивності змішаних потоків за напрямками ВДМ перехрестя «Збараське кільце» м. Тернополя подано в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Інтенсивність руху за напрямками на перехресті «Збараське кільце»

I			II			III			IV		
$U_{npAI}$	$U_{npBI}$	$U_{npCI}$	$U_{npAII}$	$U_{npBII}$	$U_{npCII}$	$U_{npAIII}$	$U_{npBIII}$	$U_{npCIII}$	$U_{npAIV}$	$U_{npBIV}$	$U_{npCIV}$
580	876	232	337	837	461	732	776	501	231	636	299
$\Sigma I = 1688$			$\Sigma II = 1635$			$\Sigma III = 2009$			$\Sigma IV = 1166$		

В таблиці 1.9 подано швидкості транспортних потоків, отримані за результатами обстежень вулиць, що формують перехрестя «Збараське кільце»

Таблиця 1.9 – Швидкості транспортного потоку вулиці 15 квітня

Швидкість, км/год	Вимір №1	25	Вимір №7	29
	Вимір №2	36	Вимір №8	33
	Вимір №3	41	Вимір №9	10
	Вимір №4	52	Вимір №10	16
	Вимір №5	21	Вимір №11	27
	Вимір №6	28	Вимір №12	48

Швидкість транспортного потоку визначаємо за формулою

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}, \text{ км/год} \quad (1.2)$$

За даними табл. 1.9, відповідно

$$V = (25 + 36 + 41 + 52 + 21 + 28 + 29 + 33 + 10 + 16 + 27 + 48) / 12 = 33 (\text{км/год})$$

Середнє відхилення визначаємо за формулою

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} (V_i - V)^2}{12}} \quad (1.3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{64 + 9 + 64 + 361 + 141 + 25 + 16 + 0 + 529 + 289 + 36 + 225}{12}} = 12,1$$

Обсяг вибірки

$$n \geq \frac{t_p^2 \cdot \sigma^2}{\Delta^2} \quad (1.4)$$

$$n \geq \frac{2^2 \cdot 12,1^2}{2^2} = 146,41 \approx 146$$

де  $t_p$  - функція довірчої ймовірності ( $t_p = 2$ );

$\Delta = \pm 2$  км/год - похибка спостереження перехрестя;

$\sigma$  - середнє квадратичне відхилення миттєвої швидкості від середньої швидкості автомобіля.

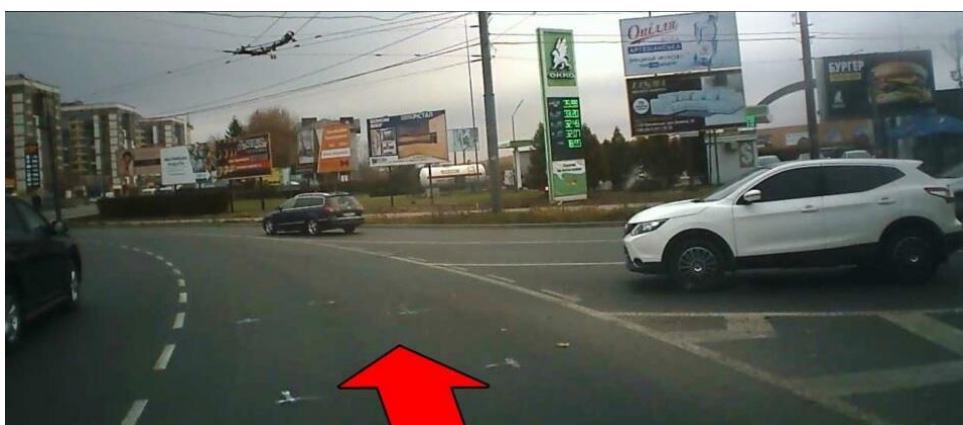
Отже, необхідно зробити заміри миттєвої швидкості руху як мінімум 146-и автомобілів.

#### 1.4 Дослідження конфліктології на перехресті «Збаразьке кільце»

Дорожні конфлікти та ДТП виникають, як правило, у результаті порушень встановлених правил дорожнього руху його учасниками, які з різних причин неадекватно відреагували на зміну дорожньої обстановки.

За результатами спостережень встановлено, що найчастіше ДТП на вулицях, що формують перехрестя «Збаразьке кільце», проявляються за специфічних обставин з присутнім людським фактором. Стаються ДТП, як правило, при недотриманні швидкісного режиму та безпечної відстані між ТЗ.

Найчастіше ДТП стаються біля пішохідних переходів, коли переднє авто різко зменшує швидкість перед пішохідним переходом, а заднє авто не встигає відреагувати на цей маневр, та у точках перетину транспортних потоків (заїзд та з'їзд з головної дороги з кільцевою схемою руху) (рис. 1.6).



а)



б)

Рис. 1.6. ДТП на перехресті при виїзді (а) та з'їзді (б) транспортних засобів

На рис. 1.7 зображено розподіл напрямків за різними потоками вулиць, що формують перехрестя «Збараське кільце», а також їхні перетини чи злиття.

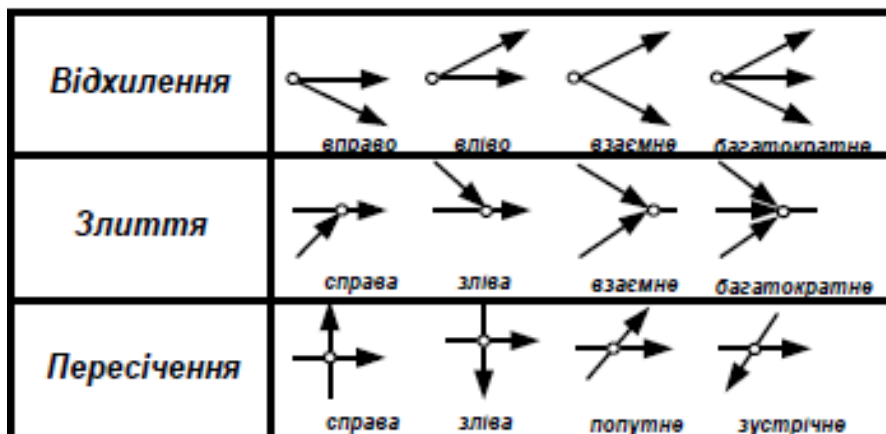


Рис.1.7. Види і умовні позначення конфліктних точок та маневрів

Розроблену схему конфліктних точок на перехресті «Збараське кільце» подано на рис. 1.8.

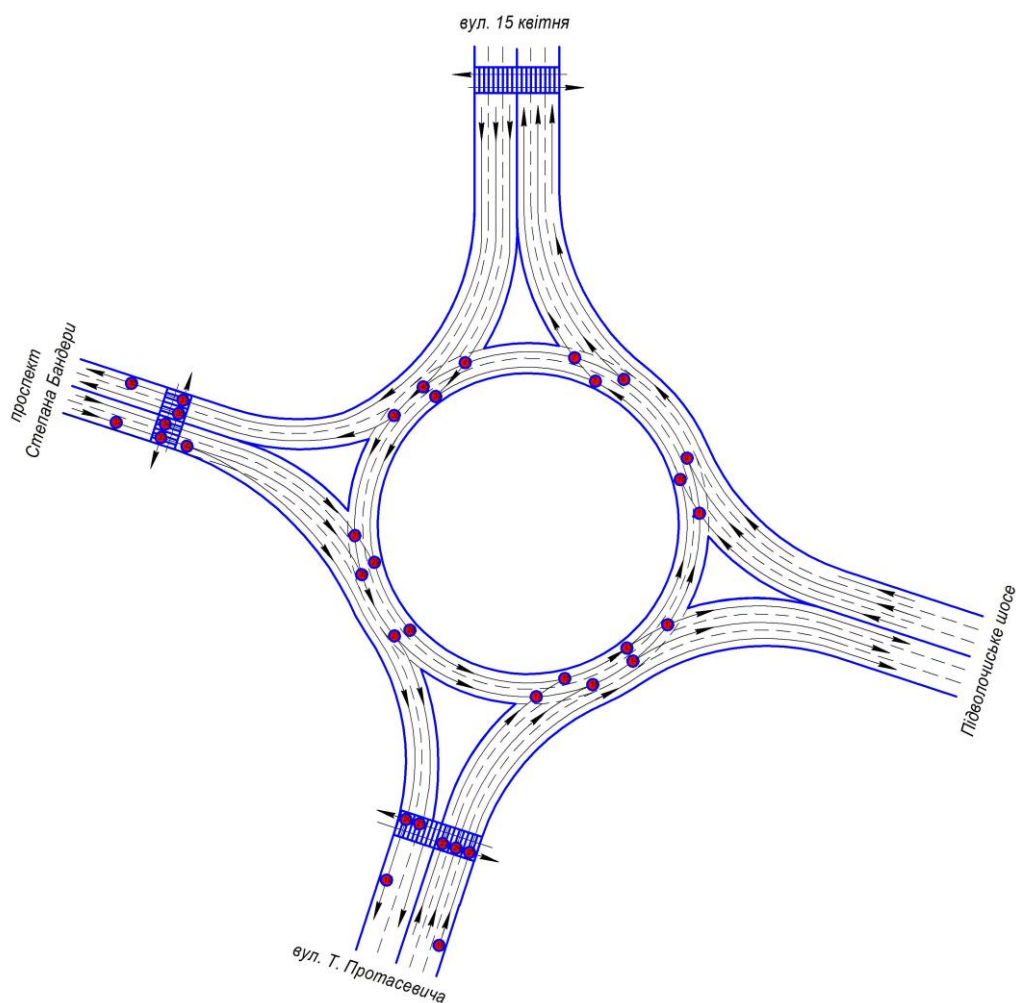


Рис. 1.8. Схема конфліктних точок на перехресті «Збараське кільце»

Показник рівня небезпеки перехрестя визначаємо за формулою

$$m = n_B * 3 * n_3 * 5 * n_{II}, \quad (1.7)$$

де  $n_B$ ,  $n_3$  та  $n_{II}$  - кількість точок відхилення потоків, злиття потоків та перетину потоків на перехресті.

$$m = 11 * 3 * 11 * 5 * 23 = 159,$$

отже, перехрестя є складним.

Нижче за показниками інтенсивності потоків обчислено рівень небезпеки пересічень транспортних засобів на перехресті «Збаразьке кільце».

Через перехрестя рухаються 12 транспортних потоків, які мають інтенсивність: 1 – 302 авто/год; 2 – 456 авто/год; 3 – 121 авто/год; 4 – 124 авто/год; 5 – 265 авто/год; 6 – 161 авто/год; 7 – 381 авто/год; 8 – 404 авто/год; 9 – 261 авто/год; 10 – 161 авто/год; 11 – 450 авто/год; 12 – 248 авто/год.

Для точки 1 взаємодіє 1 потік, для точки 2 – 1 потік, для точки 3 – 4, 8 та 12 потоки, для точки 4 – 1 та 5, для точки 5 – 2 та 10, для точки 6 – 2 та 6, для точки 7 – 4, 5 та 6, для точки 8 – 3, 7 та 11, для точки 9 – 2 та 11, для точки 10 – 2 та 11, для точки 11 – 1 та 11, для точки 12 – 4 та 11, для точки 13 – 8 та 11, для точки 14 – 8 та 10, для точки 15 – 1 та 8, для точки 16 – 5 та 8, для точки 17 – 5, 7 та 10, для точки 18 – 2 та 5, для точки 19 – 2 та 5, для точки 20 – 2 та 4, для точки 21 – 2 та 7, для точки 22 – 2 та 7, для точки 23 – 4 та 2, для точки 24 – 4 та 7, для точки 25 – 1 та 4, для точки 26 – 2 та 10.

Сума інтенсивностей

для точки 1 – 121 од/год;

для точки 2 – 302 од/год;

для точки 3 – 124 + 404 + 248 = 776 од/год;

для точки 4 – 302 + 265 = 567 од/год;

для точки 5 – 456 + 161 = 617 од/год;

для точки 6 – 456 + 161 = 617 од/год;

для точки 7 – 124 + 381 + 161 = 627 од/год;

для точки 8 – 121 + 381 + 450 = 952 од/год;

для точки 10 –  $450 + 456 = 906$  од/год;  
 для точки 11 –  $302 + 450 = 752$  од/год;  
 для точки 12 –  $124 + 450 = 574$  од/год;  
 для точки 13 –  $404 + 450 = 854$  од/год;  
 для точки 14 -  $404 + 161 = 565$ (од / год);  
 для точки 15 -  $302 + 404 = 706$ (од / год);  
 для точки 16 -  $342 + 404 = 746$ (од / год);  
 для точки 17 -  $342 + 381 + 161 = 884$ (од / год);  
 для точки 18 -  $456 + 342 = 798$ (од / год);  
 для точки 19 -  $342 + 456 = 798$ (од / год);  
 для точки 20 -  $124 + 456 = 580$ (од / год);  
 для точки 21 -  $456 + 381 = 837$ (од / год);  
 для точки 22 -  $381 + 456 = 837$ (од / год);  
 для точки 23 -  $456 + 124 = 580$ (од / год);  
 для точки 24 -  $124 + 381 = 505$ (од / год);  
 для точки 25 -  $302 + 124 = 436$ (од / год);  
 для точки 26 -  $456 + 161 = 617$ (од / год).

Для точок відхилення

$$A_{\text{відх}} = (N_{ai} + N_{ak})$$

$$A_{\text{відх}} = 1 * (627 + 302 + 121) = 1050 \text{ авто/год.}$$

Для точки злиття

$$A_{\text{зл}} = (N_{ai} + N_{ak})$$

$$A_{\text{зл}} = 3 * (776 + 644 + 617 + 617 + 952) = 10818 \text{ авто/год.}$$

Для точок пересікання

$$A_{\text{перес}} = (N_{ai} + N_{ak})$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{перес}} = 5 * (906 + 906 + 752 + 574 + 854 + 565 + 706 + 746 + 884 + 798 + \\
 + 798 + 580 + 837 + 837 + 580 + 505 + 436 + 617) = 64405 \text{ авто/год.}
 \end{aligned}$$



Отже,

$$M_{aN} = A(N_{ai} + N_{ak}),$$

$$M_{aN} = 0,01 * (1050 + 10818 + 64405) = 762,73.$$

Аналіз конфліктних точок на перехресті «Збарзьке кільце» подано в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Конфліктні точки перехрестя «Збарзьке кільце»

№ точки	Класифікація точки	Потоки, що утворюють точку	Радіус взаємодії	Коефіцієнт відносної аварійності	Приведені інтенсивності	$\Sigma \cdot N_{\text{тп}}$
1а	2а	3а	4а	5а	6а	7а
1а	Розділення (правий поворот)	3а	$10\text{м} < R < 25\text{м}$	0,0045а	121а	121а
2а	Розділення (лівий поворот)	1а	$R < 15\text{м}$	0,025а	302а	302а
3а	Зливання (правий та лівий поворот)	4-8-12а	$R < 15\text{м}$	0,006а	124+404+248а	776а
4а	Зливання (лівий поворот)	1-5а	$10\text{м} < R < 25\text{м}$	0,004а	302+342а	644а
5а	Зливання (лівий поворот)	2-10а	$R \geq 15\text{м}$	0,006а	456+161а	617а
6а	Зливання (правий поворот)	2-6а	$10\text{м} < R < 25\text{м}$	0,004а	456+161а	617а
7а	Розділення	4-5-6а	$10\text{м} < R < 25\text{м}$	0,0056а	124+342+161а	627а
8а	Зливання (лівий і правий поворот)	3-7-11а	$10\text{м} < R < 25\text{м}$	0,210а	121+381+450а	952а
9а	Пересікання	2-11а	$120^\circ$	0,210а	456+450а	906а
10а	Пересікання	11-2а	$90^\circ$	0,0056а	450+456а	906а
11а	Пересікання	1-11а	$120^\circ$	0,025а	302+450а	752а
12а	Пересікання	4-11а	$90^\circ$	0,0045а	124+450а	574а
13а	Пересікання	8-11а	$120^\circ$	0,210а	404+450а	854а

14	Пересікання	8-10	90 °	0,0056	404+161	884
15	Пересікання	1-8	120 °	0,210	302+404	706
16	Пересікання	5-8	90 °	0,0056	342+404	746
17	Пересікання	5-7-10	900	0,0056	342+381+161	884
18	Пересікання	2-5	1200	0,210	456+342	798
19	Пересікання	2-5	900	0,0056	456+342	798
20	Пересікання	2-4	1200	0,210	124+456	580
21	Пересікання	2-7	900	0,0045	456+381	837
22	Пересікання	2-7	1200	0,025	381+456	837
23	Пересікання	4-2	900	0,0056	456+124	580
24	Пересікання	4-7	1200	0,210	124+381	505
25	Пересікання	1-4	1200	0,210	302+124	436
26	Пересікання	2-10	900	0,0056	456++161	617

#### Небезпека кожної конфліктної точки

$$q_1 = (0,0045 * 121 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,00000014 ;$$

$$q_2 = (0,025 * 302 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,000002 ;$$

$$q_3 = (0,006 * 124 * 404 * 248 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,02 ;$$

$$q_4 = (0,004 * 302 * 342 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,0001 ;$$

$$q_5 = (0,006 * 456 * 161 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,00011 ;$$

$$q_6 = (0,004 * 456 * 161 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,000073 ;$$

$$q_7 = (0,0056 * 124 * 342 * 161 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,01 ;$$

$$q_8 = (0,210 * 121 * 381 * 450 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 1,1 ;$$

$$q_9 = (0,210 * 456 * 450 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,01 ;$$

$$q_{10} = (0,0056 * 450 * 456 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,0003 ;$$

$$q_{11} = (0,025 * 302 * 450 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,0008 ;$$

$$q_{12} = (0,0045 * 124 * 450 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,000063 ;$$

$$q_{13} = (0,210 * 404 * 450 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,01 ;$$

$$q_{14} = (0,0056 * 404 * 161 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,000091 ;$$

$$q_{15} = (0,210 * 302 * 404 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,0064 ;$$

$$q_{16} = (0,0056 * 342 * 404 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,00019 ;$$

$$q_{17} = (0,0056 * 342 * 381 * 161 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,03 ;$$

$$q_{18} = (0,210 * 456 * 342 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,01 ;$$



$$\begin{aligned}
q_{19} &= (0,0056 * 456 * 342 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,00022 ; \\
q_{20} &= (0,210 * 124 * 456 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,003 ; \\
q_{21} &= (0,0045 * 456 * 381 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,0002 ; \\
q_{22} &= (0,025 * 381 * 456 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,001 ; \\
q_{23} &= (0,0056 * 456 * 124 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,000079 ; \\
q_{24} &= (0,210 * 124 * 381 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,0025 ; \\
q_{25} &= (0,210 * 302 * 124 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,002 ; \\
q_{26} &= (0,0056 * 456 * 161 * 25 * 10^{-7}) / 0,99 = 0,000103 .
\end{aligned}$$

Спільна небезпека пересікання визначається усередненим показником:

$$G = \sum_{i=1}^{26} q_i = 1.207.$$

Отже, основними факторами, які впливають на ефективність та безпеку руху транспортних засобів та пішоходів на перехресті «Збарзьке кільце» є насиченість та склад транспортного потоку та деякі недоліки в організації дорожнього руху.

## **2 УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ З КРУГОВИМ РУХОМ «ЗБАРАЗЬКЕ КІЛЬЦЕ»**

### **2.1 Особливості існуючої організації дорожнього руху на перехресті з круговим рухом «Збаразьке кільце» та заходи з її покращення**

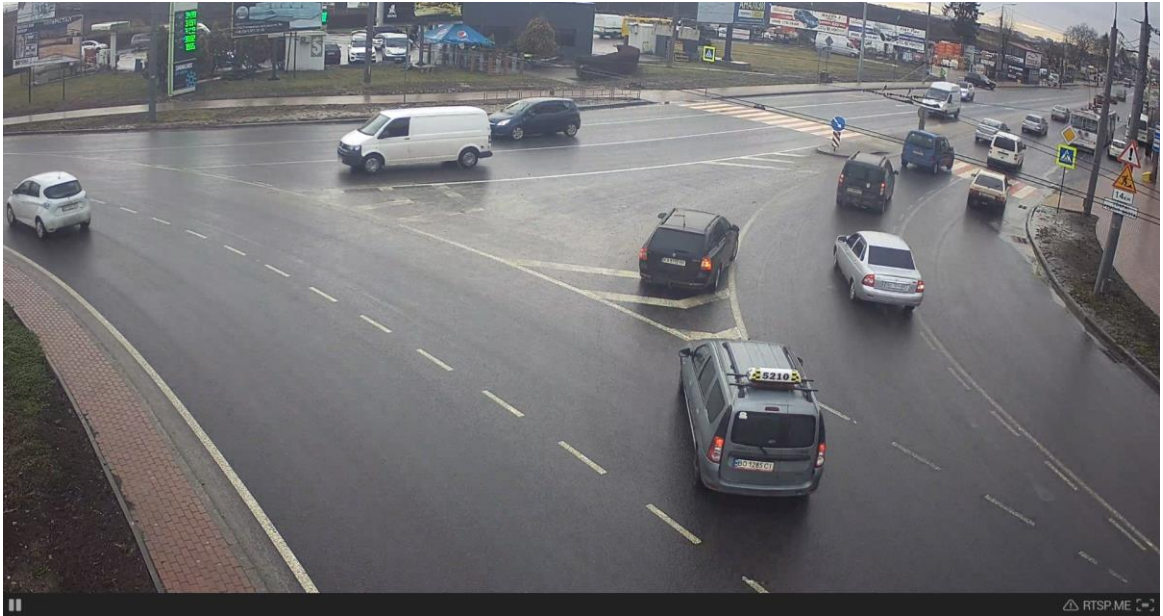
Аналіз існуючої організації дорожнього руху на перехресті з круговим рухом «Збаразьке кільце» дозволив встановити, що інтенсивний трафік транспортних засобів та наявність у складі транспортного потоку великої кількості великотоннажних вантажівок у значній мірі зумовлено тим, що перехрестя «Збаразьке кільце» є частиною дороги в об'їзд м. Тернопіль. Із розвитком нових мікрорайонів міста інтенсивність транспортних та пішохідних потоків постійно зростає, що приводить до зниження ефективності та безпеки дорожнього руху.

Варто зазначити, що особливістю існуючої організації дорожнього руху на перехресті «Збаразьке кільце» є те, що учасники дорожнього руху, які рухаючись по вулиці Підволочиське шосе, заїжджають на кільце у крайню ліву смугу для виконання повороту наліво, зустрічаються з неможливістю виконання такого маневру, оскільки для з'їзду з кільця у напрямку вул. Т. Протасевича передбачено лише одну смугу руху (рис. 1.2).

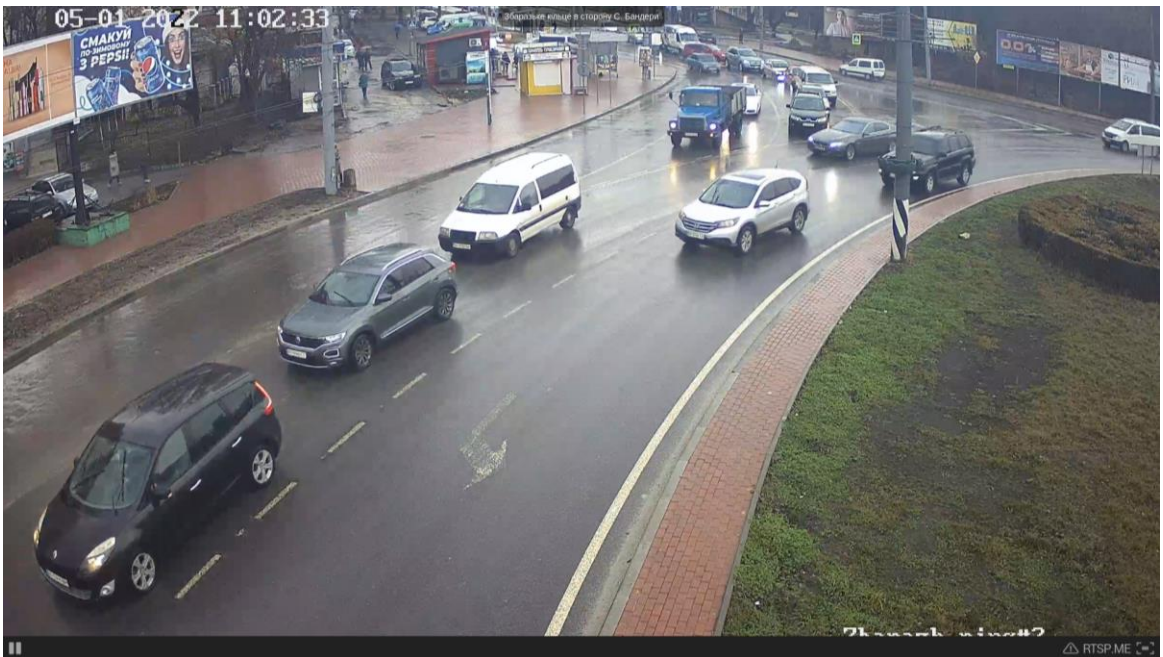
За таких обставин водії, як правило, свідомо порушують ПДР та виконують з'їзд з кільця через трикутник безпеки (рис. 2.1, а та рис. 1.6, б).

Такі дії водіїв обмежують рух інших учасників дорожнього руху та зумовлюють створення затору з боку проспекту С. Бандери (рис. 2.1, б).

Суттєвий вплив на швидкість потоку ТЗ мають також пішохідні переходи на периметрі перехрестя. Зокрема, зупинки міського пасажирського транспорту з боку проспекту Степана Бандери не забезпечено розширенням проїзної частини у вигляді відкритої «кишені».



а)



б)

Рис. 2.1. Недолік організації дорожнього руху на перехресті «Збарзьке кільце»  
а – з'їзд з перехрестя на вулицю Т. Протасевича;  
б – затор при виїзді на перехрестя з проспекту Степана Бандери.

За таких умов МПТ транспорт суттєво сповільнює рух загального транспортного потоку при запланованих зупинках по маршруту; трапляються випадки тимчасової відмови тролейбусів.

Характерним є те, що легкові транспортні засоби постійно паркуються у правій смугі проїжджої частини по вул. Степана Бандери у напрямку руху до перехрестя «Збаразьке кільце». Такі дії водіїв не є порушенням правил дорожнього руху, але суттєво обмежують можливість під'їзду ТЗ до перехрестя та маневреність громадського транспорту біля зупинки ГТ.

Для підвищення ефективності та безпеки дорожнього руху на нерегульованому перехресті «Збаразьке кільце» запропоновано:

1. заборонити стоянку ТЗ на ділянці проспекту Степана Бандери, наближеній до перехрестя «Збаразьке кільце»;
2. улаштувати зупинки міського пасажирського транспорту з боку проспекту Степана Бандери у обох напрямках руху транспортних засобів розширенням проїзної частини у вигляді відкритої «кишені»;
3. обладнати додаткову смугу для з'їзду з кільця у напрямку вул. Т. Протасевича.

Такі організаційні рішення не потребують залучення значних коштів з бюджету міста, але дозволять суттєво покращити ефективність експлуатації вулично-дорожньої мережі у південній та південно-східній частині міста, підвищити безпеку дорожнього руху та покращити екологічну ситуацію у прилеглих житлових районах (зменшення шуму, вібрацій та забруднення повітря у мікрорайонах «Сонячний», «Східний» та «Варшавський»).

Для перевірки ефективності запропонованих заходів з удосконалення схеми організації дорожнього руху на перехресті з круговим рухом «Збаразьке кільце» необхідно розробити імітаційні моделі перехрестя з існуючою та запропонованою системою організації дорожнього руху.

## **2.2. Імітаційне моделювання функціонування перехрестя з круговим рухом «Збаразьке кільце» (м. Тернопіль)**

Для виявлення проблемних ділянок нерегульованого перехрестя з круговим рухом «Збаразьке кільце» (м. Тернопіль) розроблено його імітаційну модель, яка характеризується наявністю потоків транспорту різного типу, включаючи індивідуальний (авто вантажопідйомністю до 3,5 т), транзитний (автобуси та вантажні авто вантажопідйомністю більше 6 т). та громадський транспорт (маршрутні таксі, тролейбуси та автобуси), зупинок громадського транспорту та нерегульованих пішохідних переходів.

Моделювання організації дорожнього руху на перехресті з круговим рухом «Збаразьке кільце» здійснювалось за декількома варіантами:

варіант 1 – без врахування порушення ПДР водіями при з'їзді з кільця на вулицю Т. Протасевича;

варіант 2 – з врахуванням порушення ПДР водіями при з'їзді з кільця на вулицю Т. Протасевича;

варіант 3 – варіант 2 + заборона паркування при під'їзді до перехрестя вздовж проспекту Степана Бандери;

варіант 4 – варіант 3 + улаштування відкритої «кишені» зупинок ГТ на проспекті Степана Бандери;

варіант 5 – варіант 4 + улаштування додаткової смуги для з'їзду з перехрестя на вулицю Т. Протасевича.

Імітаційну модель розроблено у програмному забезпеченні PTV VISSIM за наступним алгоритмом:

1. Моделювання дорожнього полотна із відповідними напрямками руху транспортних потоків на фоні топографічної карти перехрестя.

2. Нанесення на дорожнє полотно пішохідних переходів із відповідними напрямками руху пішохідних потоків.



3. Задання інтенсивності та складу транспортних та пішохідних потоків на вхідних ділянках ВДМ.

4. Задання маршрутів транспортних засобів (ТЗ) та окремо громадського транспорту (ГТ) з графіком інтервалів його руху.

5. Визначення конфліктних зон із встановленням пріоритету руху згідно правил дорожнього руху.

6. Моделювання зупинок громадського транспорту.

7. Пробна імітація моделі для перевірки її адекватності.

8. Формування списку результатів для аналізу параметрів моделі.

Моделювання дорожнього полотна із елементами руху транспортних та пішохідних потоків (стоянки, зупинки ГТ, пішохідні переходи) здійснюється функціями «Відрізки», «Автостоянки», «Зупинка ГТ» та «Пішохідні зони» з врахуванням вимог ДБН 360-92 [3] до розмірів дорожнього полотна.

Загальний вигляд побудованої моделі перехрестя з круговим рухом «Збаразьке кільце» показано на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Модель дорожнього полотна перехрестя «Збаразьке кільце»

Напрямок та склад вхідних потоків ТЗ задається за допомогою функції «Вхідні потоки ТЗ». За замовчуванням їх склад складається з автомобілів, вантажних машин та автобусів, однак додатково передбачена можливість їх корекції у відповідності до умов модельованого транспортного вузла, шляхом зміни ТЗ та їх процентного співвідношення в загальному потоці. Після задання вхідних потоків транспорту для різних напрямків руху, задаємо транспортне навантаження (інтенсивність транспортних потоків). Дані про інтенсивність та склад транспортних потоків на розглядуваному транспортному вузлі протягом доби отримали за результатами обробки матеріалів відеофіксації руху ТЗ.

Модельовання маршрутів ТЗ здійснюється за допомогою функції «Маршрути ТЗ». Приклад задання маршрутів ТЗ на перехресті «Збарзьке кільце» по чотирьох основних напрямках руху показано на рис. 2.3.

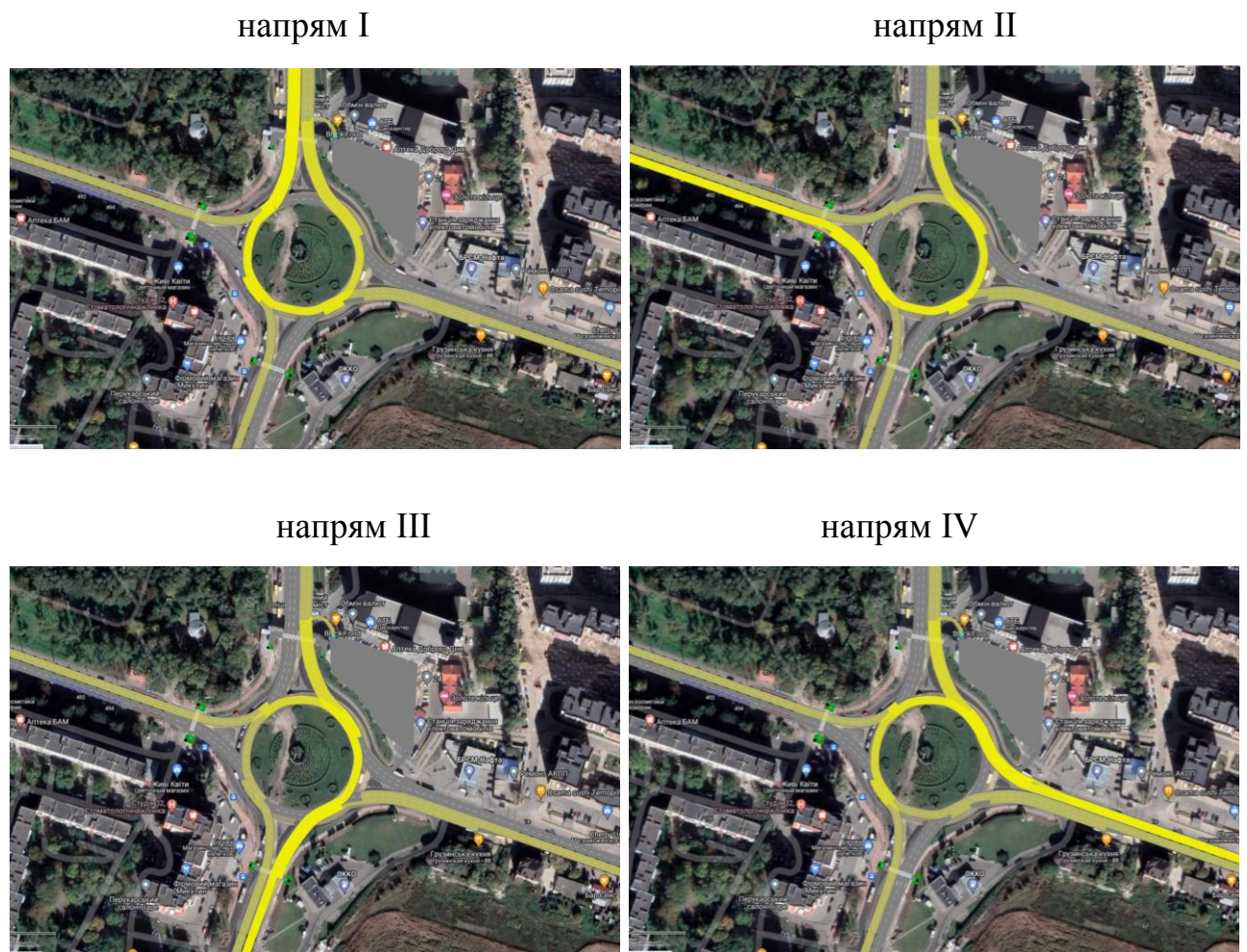


Рис. 2.3. Основні маршрути транспортних засобів

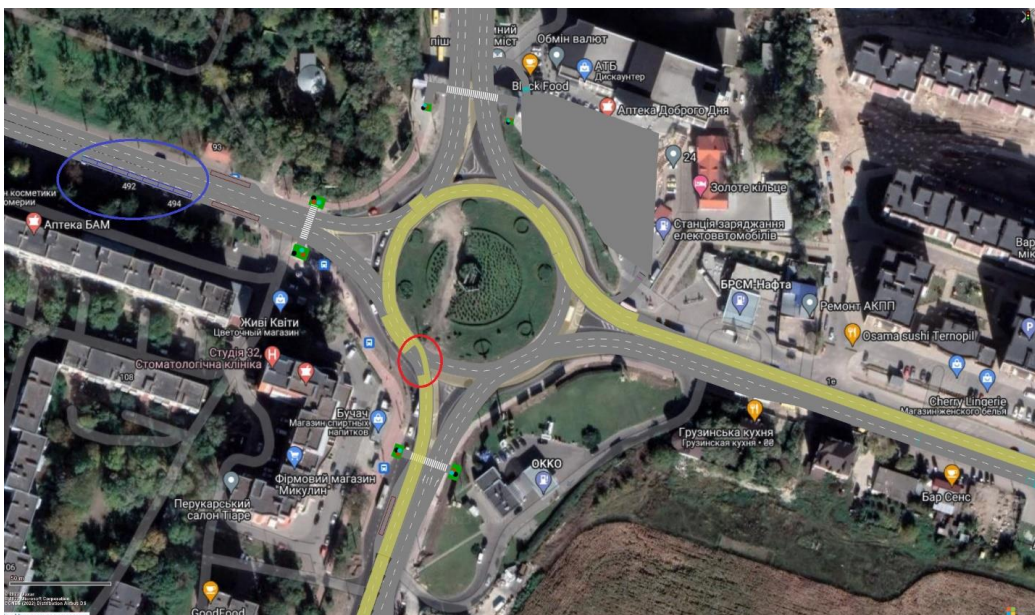


Для кожного з чотирьох напрямків руху задавали по п'ять маршрутів: рух прямо, поворот направо, поворот наліво, розворот та заїзд до АТБ.

Крім чотирьох основних потоків ТЗ задано декілька додаткових потоків ТЗ – виїзд від АТБ по кожному з чотирьох напрямків руху ТЗ (рис. 2.4, а); потік ТЗ, що моделює порушення водіями правил дорожнього руху при з'їзді з перехрестя на вул. Т. Протасевича (червоне поз. на рис. 2.4, б) та потік ТЗ, які паркуються вздовж проспекту Степана Бандери (синє поз. на рис. 2.4, б).



а)



б)

Рис. 2.4. Додаткові маршрути транспортних засобів



Моделювання пішохідних маршрутів здійснюється за допомогою функцій «Вхідні пішохідні потоки» та «Пішохідні маршрути». Попередньо необхідно створити об'єкти, по яких будуть переміщатися пішоходи, за допомогою функції «Пішохідні зони». Всього у імітаційній моделі перехрестя з круговим рухом «Збаразьке кільце» задано три пішохідних переходи з два наземних та один надземний (за допомогою функції «Пандуси & сходи»).

Моделювання маршрутів громадського транспорту (ГТ) здійснюється за допомогою функції «Маршрути ГТ». Перед моделюванням маршрутів ГТ необхідно задати зупинки міського пасажирського транспорту. Досліджуваний транспортний вузол включає рух ГТ у вигляді маршрутних таксі, автобусів та тролейбусів. При цьому вхідними параметрами даних маршрутів є інтервал руху, швидкість ГТ і час їх під'їзду до перехрестя. Для детальної розробки маршрутної мережі ГТ можна присвоїти маршрутним таксі окремі номери та кольорову індикацію. Інтервали руху громадського транспорту побудовано згідно його розкладу. Загальний вигляд маршрутів громадського транспорту показано на рис. 2.5.



Рис. 2.5. Маршрути громадського транспорту



Проїзд транспортних засобів на перехресті неминує приводить до перетину транспортних потоків, що, в свою чергу, викликає їх конфлікти, які утворюють небезпечні зони на проїжджій частині. Для забезпечення можливості безпечного проїзду ТЗ на таких ділянках необхідно встановити правила пріоритету для конфлікуючих напрямків руху згідно правил дорожнього руху (ПДР) України.

PTV VISSIM дозволяє реалізувати цю функцію за допомогою вкладки «Конфліктні зони». На модельованому перехресті виникає 22 конфліктних зони для транспорту та 10 конфліктних зон транспорту і пішоходів. Наявність такої кількості конфліктів пояснюється складністю проїзду і маневрування ТЗ на даному перехресті, зумовленої різноманітністю учасників дорожнього руху. Приклад вирішення конфліктних зон показано на рис. 2.6.



Рис. 2.6. Конфліктні зони на перехресті «Збаразьке кільце»



Після створення усіх елементів моделі та задання усіх параметрів необхідно здійснити пробний запуск імітаційної моделі для перевірки її адекватності моделі та калібрування її параметрів.

Результати пробного запуску імітаційної моделі показано на рис. 2.7.



а)



б)

Рис. 2.7. 2D (а) та 3D (б) вигляд імітаційної моделі перехрестя









а)



б)

Рис. 2.9. 2D (а) та 3D(б) вигляд імітаційної моделі перехрестя із впровадженими заходами організації дорожнього руху

Аналіз ефективності запропонованих заходів з організації дорожнього руху на перехресті з кільцевим рухом «Збараське кільце» проводили за такими транспортно – експлуатаційними показниками як середня швидкість ТЗ, середній час затримки ТЗ, середня кількість зупинок, середній час простоювання у заторі. Значення цих параметрів за п'ятьма варіантами моделювання (див. пункт 2.2) подано у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати моделювання дорожнього руху на перехресті

Назва показника	Середня швидкість руху ТЗ, км/год	Середній час затримки ТЗ, с	Середня кількість зупинок ТЗ	Середній час простоювання ТЗ у заторах, с	Кількість ТЗ, які не були використані
Варіант 1	17.87	54.79	2.96	22.78	1
Варіант 2	13.15	74.24	3.78	44.9	10
Варіант 3	13.45	73.43	3.24	40.55	7
Варіант 4	18.06	56.88	3.12	25.46	6
Варіант 5	18.89	53.15	2.97	22.2	0

З діаграми зміни швидкості ТЗ (рис. 2.10), бачимо, що запропоновані заходи (варіант 5) дозволяють підвищити середню швидкість руху ТЗ на  $\approx 30\%$  у порівнянні з існуючими умовами руху на перехресті (варіант 2).

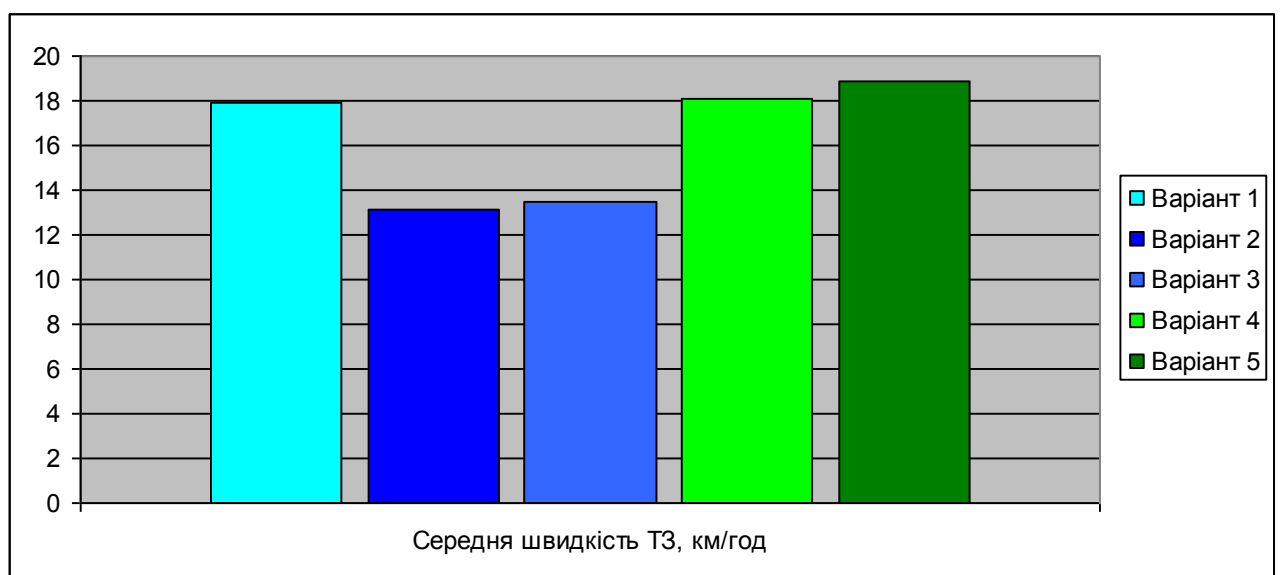


Рис. 2.10. Діаграма зміни середньої швидкості ТЗ

З діаграми на рис. 2.11, бачимо, що запропоновані заходи (варіант 5) дозволяють зменшити середній час затримки ТЗ на  $\approx 28\%$  у порівнянні з існуючими умовами руху на перехресті (варіант 2).

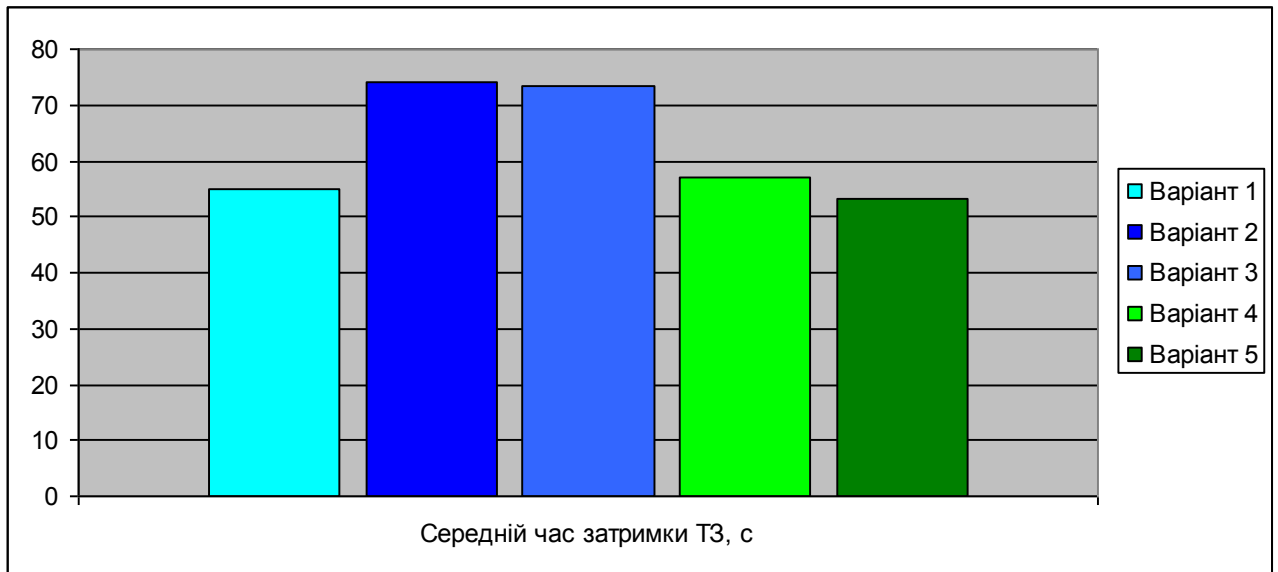


Рис. 2.11. Діаграма зміни середнього часу затримки ТЗ

З діаграми на рис. 2.12, бачимо, що запропоновані заходи (варіант 5) дозволяють зменшити середню кількість зупинок ТЗ на  $\approx 21\%$  у порівнянні з існуючими умовами руху на перехресті (варіант 2).

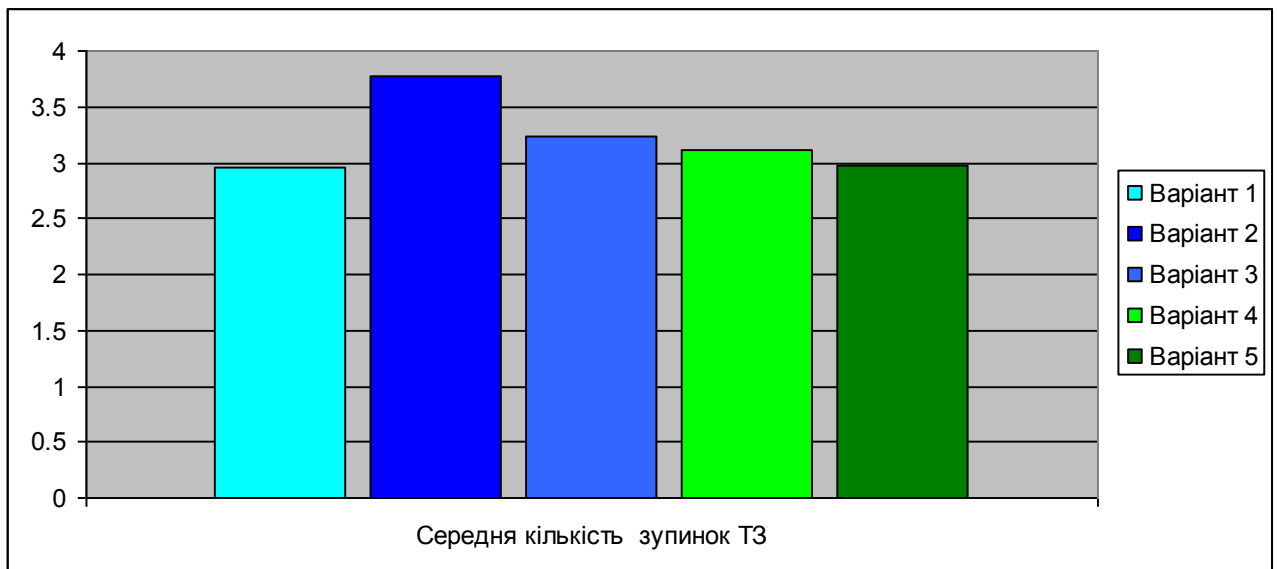


Рис. 2.12. Діаграма зміни середньої кількості зупинок ТЗ



З діаграми на рис. 2.13, бачимо, що запропоновані заходи (варіант 5) дозволяють зменшити середній час простоювання ТЗ у заторах на  $\approx 50\%$  у порівнянні з існуючими умовами руху на перехресті (варіант 2).

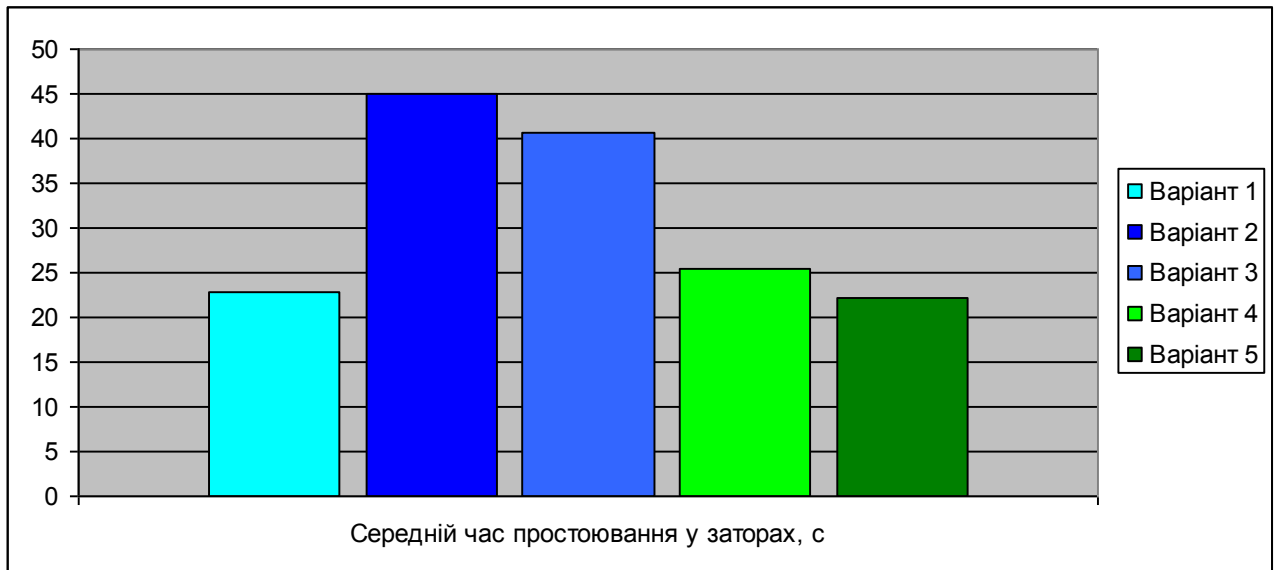


Рис. 2.13. Діаграма середнього часу простоювання ТЗ у заторах

Діаграма кількості ТЗ, які не були використані при моделюванні (рис. 2.14) дозволяє опосередковано оцінити ефективність моделювання.

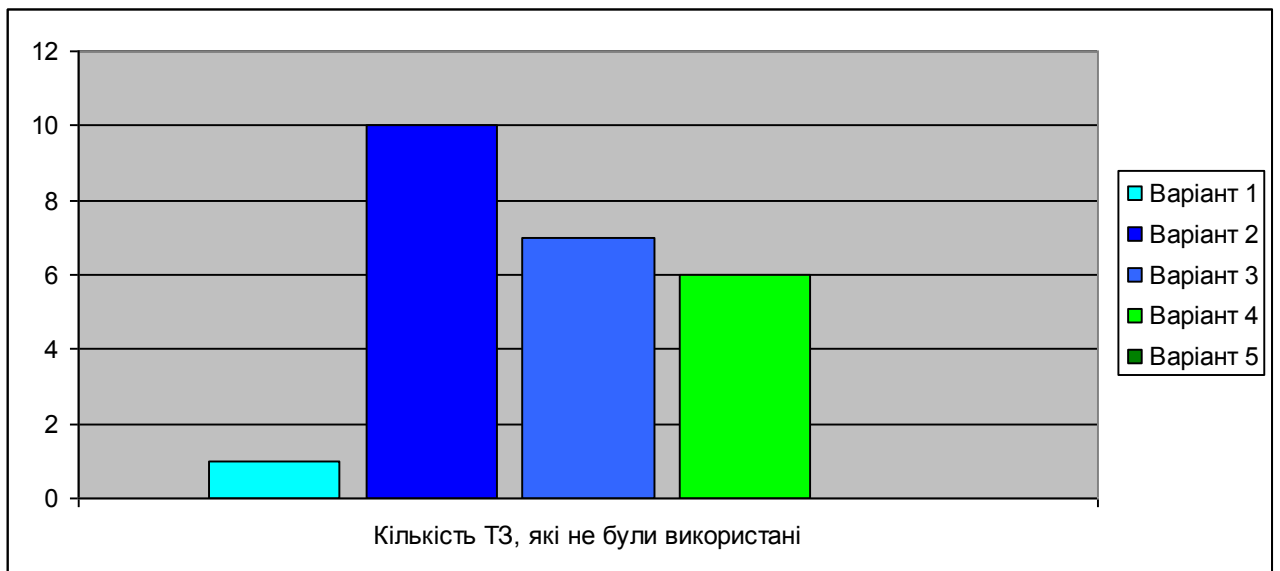


Рис. 2.14. Діаграма кількості невикористаних ТЗ

Найбільш ефективним є моделювання за варіантом 5, де невикористаних ТЗ немає.

### **3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

#### **3.1. Правові аспекти безпеки дорожнього руху**

Закон України «Про дорожній рух» визначає правові та соціальні основи дорожнього руху з метою захисту життя та здоров'я громадян, створення безпечних і комфортних умов для учасників руху та охорони навколишнього природного середовища. Він регулює громадські відносини у сфері дорожнього руху та його безпеки, визначає права, обов'язки і відповідальність суб'єктів - учасників дорожнього руху, міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади, об'єднань, підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності та господарювання, участь підприємств, установ, організацій у забезпеченні безпеки дорожнього руху, обов'язки посадових осіб у цій сфері.

*Учасники дорожнього руху* - це особи, які використовують автомобільні дороги, вулиці, залізничні переїзди або інші місця, призначені для пересування людей та перевезення вантажів за допомогою транспортних засобів. До учасників дорожнього руху належать водії та пасажирів транспортних засобів, пішоходи, велосипедисти, погоничі тварин. Учасники дорожнього руху мають право на: безпечні умови дорожнього руху, на відшкодування збитків, завданих внаслідок невідповідності стану автомобільних доріг, вулиць, залізничних переїздів вимогам безпеки руху; вивчення норм і правил дорожнього руху; отримання від гідрометеорологічних, дорожніх, комунальних та інших організацій, а також органів Державтоінспекції всієї необхідної для безпечного пересування інформації.

Учасники дорожнього руху зобов'язані: знати і неухильно дотримувати вимог правил дорожнього руху та інших нормативних актів з питань безпеки дорожнього руху; створювати безпечні умови для дорожнього руху, не завдавати своїми діями або бездіяльністю шкоди підприємствам, установам,

організаціям і громадянам; виконувати розпорядження органів державного нагляду та контролю щодо дотримання законодавства про дорожній рух.

*Права та обов'язки водія транспортного засобу.* Водій повинен: не допускати випадків керування транспортним засобом у стані алкогольного, наркотичного чи іншого сп'яніння, у хворобливому, втомленому стані, під впливом лікарських препаратів, що знижують увагу та швидкість реакції, а також не передавати керування транспортним засобом особі, яка перебуває у такому стані; перевірити перед вирушенням у дорогу технічний стан транспортного засобу та стежити за ним у дорозі; своєчасно подавати транспортний засіб на державний технічний огляд; під час руху на автомобілі, обладнаному ременями безпеки, бути пристебнутим, а на мотоциклі - в застебнутому мотошоломі; надавати переважне право для проїзду транспортним засобам із включеними синіми або червоними проблисковими маячками та спеціальними звуковими сигналами; надавати переважне право руху пішоходу, який знаходиться на пішохідній доріжці (зебрі). У цьому разі водій зобов'язаний надати можливість пішоходу безпечно перейти дорогу, вулицю; вживати заходів щодо збереження чистоти автомобільних доріг, вулиць, залізничних переїздів та смуг відчуження, у тому числі з боку пасажирів.

*Права і обов'язки пішохода.* Пішохід, тобто особа, яка бере участь у дорожньому русі поза транспортними засобами і не виконує на дорозі будь-яку роботу (до пішоходів належать також особи, які рухаються в інвалідних колясках без двигунів, ведуть велосипед, мопед чи мотоцикл, везуть санки, візок, дитячу або інвалідну коляску), має право: на пріоритетне перетинання проїзної частини по позначених пішохідних переходах; при відсутності в зоні видимості переходу чи перехрестя переходити дорогу, вулицю, залізничний переїзд під прямим кутом до краю проїзної частини на ділянці, де вона добре проглядається в обидві сторони; вимагати від державних та місцевих органів влади, власників автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів

створення необхідних умов для забезпечення безпеки руху. Пішохід зобов'язаний: рухатися по тротуарах, пішохідних або велосипедних доріжках, узбіччях, а в разі їх відсутності - по краю проїзної частини автомобільної дороги чи вулиці; перетинати проїзну частину автомобільної дороги, вулиці на пішохідних переходах, а в разі їх відсутності - на перехрестях по лінії тротуарів і узбіч; керуватися сигналами регулювальника та світлофора в місцях, де дорожній рух регулюється; не затримуватися і не зупинятися без необхідності на проїзній частині автомобільної дороги, вулиці і залізничному переїзді; не переходити проїзну частину автомобільних доріг, вулиць, залізничних переїздів безпосередньо перед транспортними засобами, що наближаються, поза пішохідними переходами при наявності роздільної смуги, а також у місцях, де встановлені пішохідні чи дорожні огороження; стримуватися від переходу проїзної частини при наближенні транспортного засобу з включеними проблісковим маячком та спеціальним звуковим сигналом; не виходити на проїзну частину із-за нерухомого транспортного засобу або іншої перешкоди, що обмежує видимість, не переконавшись у відсутності транспортних засобів, що наближаються.

*Обов'язки та права пасажирів.* Пасажир, тобто особа, яка користується транспортним засобом, але не причетна до керування ним, зобов'язаний: здійснювати посадку в транспортний засіб лише із спеціального майданчика, а в разі його відсутності - з тротуару чи узбіччя; здійснювати посадку і висадку лише після повного припинення руху транспортного засобу; не відволікати увагу водія від керування транспортним засобом; під час руху на автомобілі, обладнаному ременями безпеки, бути пристебнутим, а на мотоциклі - в застебнутому мотошоломі. Пасажир при користуванні транспортним засобом має право на: безпечне перевезення себе і багажу; відшкодування заподіяних збитків; своєчасну і точну інформацію про умови і порядок руху.

*Права і обов'язки велосипедистів і погоничів тварин.* Особи, які керують велосипедами без двигунів, мають право: їздити по спеціальних велосипедних

доріжках, а в разі їх відсутності - по краю проїзної частини дороги, вулиці чи узбіччю. Вони зобов'язані: використовувати технічно справні та належним чином обладнані велосипеди; не перевозити вантажів, що заважають керуванню; не перевозити пасажирів, за винятком дітей віком до семи років, на спеціально обладнаному сидінні. Погоничі тварин зобов'язані: не залишати тварин на проїзній частині без догляду, не переганяти тварин через залізничні колії та дороги, вулиці поза спеціально відведеними місцями, а також через проїзну частину в темний час доби і в умовах недостатньої видимості. Візки (сани) повинні бути обладнані світловідбивними пристроями, а в темний час доби - і ліхтарями.

### **3.2 Правила безпеки на громадському транспорті**

У ХХІ столітті важко уявити своє повсякденне життя без автомобілів, які набагато полегшують наше буття, але тим самим несуть із собою величезну небезпеку для життя дорослих і особливо дітей. Кожен день вулицями свого міста ти та твої однолітки йдуть до школи чи на прогулянку.

Однак вулиця великого міста – не найліпше місце навіть для дорослої людини. Тим більше вона не пристосована для дитини. Щодня дорогою додому зі школи чи навпаки дитина наражається на ризик потрапити в екстремальну ситуацію. Найчастіше через неуважність або незнання Правил дорожнього руху діти гинуть на вулицях в дорожньо – транспортних пригодах, а травми ДТП – найтяжчі. Тому, щоб попередити дорожньо – транспортні пригоди, небезпеку для здоров'я, життя, треба знати ці Правила і застосовувати їх:

– не вибігати на проїзну частину з тротуару, можна лише спокійно зійти, попередньо оцінивши ситуацію;

– ходити лише тротуарами, дотримуючись правої сторони, а якщо вони відсутні – по узбіччю, обов’язково повернувшись обличчям до транспорту, що рухається, – тоді не тільки водій бачитиме пішохода, а й пішохід – водія;

– не переходити дорогу на червоне світло незалежно від наявності на ній автомобілів;

– переходити дорогу можна лише у дозволених місцях – «зебра», підземних та надземний переходи;

– зібравшись переходити вулицю, спочатку подивитися ліворуч, а, дійшовши до середини, – праворуч;

– причиною ДТП може стати не тільки наїзд автомобіля або мотоцикла, але й велосипеда. Нерідко саме велосипедисти є джерелом напруженості на вулицях, у дворах;

– чітко визначте для себе межі території для прогулянок, вулиці переходьте тільки в групі з іншими пішоходами;

– у разі дорожньо – транспортної пригоди надавати можливу допомогу потерпілим і повідомити про пригоду міліцію.

Пішоходи повинні ходити тротуарами або пішохідними доріжками, а за їх відсутності – велосипедними доріжками або в один ряд по узбіччю дороги, назустріч руху транспортних засобів. При цьому необхідно бути особливо обережним та не створювати перешкод іншим учасникам руху.

На дорогах, які мають розділову смугу, а також на дорогах поза населеними пунктами, можна рухатися по зовнішньому краю проїжджої частини назустріч руху транспортних засобів

Переходити проїжджу частину пішоходам дозволяється тільки підземними пішохідними переходами та в місцях, позначених спеціальною дорожньою розміткою або дорожніми знаками «Пішохідний перехід». Переходячи проїжджу частину, пішоходи не повинні затримуватися та зупинятися на ній. Не рекомендується дорогу перебігати, йти потрібно спокійним кроком.



Відповідно Правил дорожнього руху пішохід має перевагу перед транспортними засобами при переході проїжджої частини визначеними пішохідними переходами, що не регулюються, а також тими переходами, що регулюються, за наявності відповідного сигналу світлофора або регулювальника.

Правила безпеки при користуванні громадським транспортом:

1. Посадка в громадський транспорт здійснюється лише з посадочної площадки, або узбіччя тротуару.

2. До транспорту слід підходити після повної його зупинки.

3. Посадка на громадський транспорт відбувається дисципліновано, в порядку черги.

4. Зайшовши в салон, необхідно пройти вперед, не створюючи натовп біля дверей.

5. Забороняється висовуватись з вікон.

6. Не можна ходити по салону під час руху автотранспорту – це небезпечно.

7. Під час руху не можна відволікати водія розмовами і заважати водієві керувати транспортним засобом.

8. Не можна відчиняти двері, не дочекавшись зупинки.

9. Не можна перешкоджати зачиненню дверей.

10. На зупинках виходять у сторону тротуару чи узбіччя.

11. Заборонено їздити на підніжках транспорту або чіплятись за борти машин.

12. Дітей слід перевозити лише в сидячому положенні.

14. Малюків під час руху транспорту необхідно тримати на руках, або у спеціальних кріслах.

15. Проїзд дітей в кузові транспортного автомобіля дозволяється лише тоді, коли кузов обладнаний сидіннями, а заднє сидіння має спинку. У кузові

повинно знаходитись не менше двох дорослих. Висадка і посадка здійснюється через правий або задній борт.

16. На мотоциклах дітей перевозять у колясках, з надітим шоломом. Посадка і висадка здійснюється лише на праву сторону.

На жаль, не всі добре знають ці Правила й іноді нехтують ними. А тому щорічно на наших дорогах гинуть сотні дітей і дорослих. Трапляються дорожньо – транспортні пригоди дуже часто у таких випадках, коли нібито нічого не загрозувало. Порушник Правил дорожнього руху не тільки наражає на небезпеку себе, а й ставить під загрозу життя інших людей.

Близько 70% вуличних травм, як свідчить статистика, відбуваються зі школярами на шляху зі школи додому, бо дорогу після занять дітлахи вважають початком відпочинку. Щоб такий відпочинок не перетворювався на трагедію, мав певні межі, необхідно зустрічати та супроводжувати дитину, або суворо обмежувати час та маршрут додому: нікуди не звертати, не гратись, не заходити.

Підготовка до професії «пішохід» починається в дитячому садочку, продовжується в школі, а потім все життя кожного дня надає нові уроки. Тому надзвичайно важливо, щоб отримані дітьми знання правил безпечної поведінки на дорозі закріпили ще й батьки. Доцільно вдома регулярно повторювати з дітьми правила безпечної поведінки на вулицях та дорогах. Особливо це стосується учнів молодших класів. Варто розробити безпечний маршрут руху дитини додому зі школи та наголосити дітям про необхідність неухильного дотримання правил дорожнього руху. А найкращим взірцем поведінки на вулицях та автошляхах для дитини має бути безпосередній приклад батьків. Лише спільними зусиллями можна вирішити таку гостру проблему сьогодення, як дорожньо – транспортний травматизм на громадському транспорті.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основними параметрами, що впливають на формування транспортного потоку на вулично-дорожній мережі є його інтенсивність, швидкість та склад.

При формуванні транспортних потоків слід враховувати розташування інфраструктурних об'єктів, оскільки вони є джерелом надходження в транспортний потік великогабаритних транспортних засобів, що впливає на склад транспортного потоку та його швидкість. В свою чергу це має вплив на пропускну здатність вулично-дорожньої мережі.

Можливості вулично-дорожньої мережі нерегульованого перехрестя «Збараське кільце» не забезпечують достатньої ефективності та безпеки дорожнього руху в умовах постійного розвитку м. Тернопіль.

Досліджена максимальна інтенсивність руху транспортного потоку на перехресті становить 1688 привед.авт./год.; 1635 привед.авт./год.; 2009 привед.авт./год. та 1166 привед.авт./год. у напрямках I – IV відповідно.

Для підвищення безпеки та ефективності дорожнього руху доцільно улаштувати «кишені» на зупинках МПТ, заборонити паркування транспортних засобів поблизу перехрестя з боку проспекту Степна Бандери та улаштувати додаткову смугу для з'їзду ТЗ з перехрестя на вулицю Т. Протасевича.

За результатами імітаційного моделювання перехрестя «Збараське кільце» встановлено, що впровадження запропонованих заходів (варіант 5) дозволить підвищити середню швидкість руху ТЗ на  $\approx 30\%$ , зменшити середній час затримки ТЗ на  $\approx 28\%$ , зменшити середню кількість зупинок ТЗ на  $\approx 21\%$ , зменшити середній час простоювання ТЗ у заторах на  $\approx 50\%$  у порівнянні з існуючими умовами руху на перехресті (варіант 2).

Подальше підвищення ефективності функціонування перехрестя «Збараське кільце» можливе при зменшенні інтенсивності та насиченості транспортного потоку транзитними транспортними засобами при шляхом перенесення частини дороги в об'їзд м. Тернопіль за межі міста.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Булавіна Л.В. Розрахунок пропускної здатності магістралей і вузлів / Л.В. Булавіна. – ДНЗ ВПО УДТУ, 2009. – 44 с.
2. Вдовиченко В. О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05. 22. 01 / Вдовиченко В. О. - Київ : НТУ, 2004. - 19 с.
3. Вуліс Д. А. Затори автомобільного руху. – В кн.: «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво.» Вип. ІХ. Київ, «Будівельник», 1972, с. 6 – 12.
4. Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф. Організація дорожнього руху. Кн.4: Системологія на транспорті.-К.: Знання України, 2005.-452с.
5. Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. Організація дорожнього руху: Підручник у 5 книгах. Книга 4. –К.: Знання України, 2011 – 450 с.
6. ДБН В. 2.3-5-2001 Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Вулиці і дороги населених пунктів.
7. ДСТУ 2587:2010 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування.
8. ДСТУ 4100-2002 Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.
9. ДСТУ 4159-2003 Безпека дорожнього руху. Організація дорожнього руху. Умовні позначення на схемах і планах.
10. Дуброва Н.Й. Безпека життєдіяльності на транспорті: навч. посіб. / Н.Й. Дуброва, В.О. Чернявська. – Харків : Компанія СМІТ, 2014. – 446.
11. Закон України «Про автомобільні дороги» : за станом на 10 листопада 2015 р. / Відомості Верховної Ради України. – Офіц. вид. – Київ : Парлам. вид-во, 2015. – с. 482.
12. Засядько Д. В. Проблеми розрахунку матриці кореспонденцій при моделюванні транспортних мереж міст / Д. В. Засядько // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Вип. 21. - Кременчук. - 2003. - С. 124-126.

13. Зеркалов Д.В., Левковець П.Р., Мельниченко О.І., Дмитрієв О.М. Безпека руху автомобільного транспорту: довідник. - Київ: Основа, 2002. - 360с.
14. Кашканов А. А. Організація дорожнього руху : навчальний посібник / А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 125 с.
15. Лобашов О. О. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху»: навч. посіб. / О. О. Лобашов, О. В. Прасоленко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 221 с.
16. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. За заг. ред. В. П. Поліщука. – К. : Знання України, 2014. – 467 с.
17. Основи безпеки дорожнього руху / А.О. Собакаръ, Я.Д. Холмянський, С.М. Тараненко. – К.: Знання, 2007. – 332 с.
18. Сапронов О. Основні напрями забезпечення транспортної безпеки. Вісник НАДУ при Президентіві України. 2009. Вип. 4. С. 87–95.
19. Сташків М.Я. Підвищення транспортної безпеки на нерегульованому перехресті з кільцевим рухом / М.Я. Сташків, В.О. Дзюра, О.Б. Романюк, Т.В. Чорний // Матер. XV Міжнар. наук.-практ. кон. «Транспортна безпека: правові та організаційні аспекти». – Кривий Ріг, 2020. –с. 248 – 252.

## **ДОДАТКИ**