

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування

Кафедра міського будівництва

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

доц. Приймаченко О.В. _____

« _____ » _____ 2025р.

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему

«Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул.
Ореста Левицького та вул. Мілютенка у м. Києві»

Виконала: студентка IV курсу, групи МБГ-21-3

Галузь знань: 19 « Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 « Будівництво та цивільна інженерія»

ОПП: «Міське будівництво та господарство»

Рубіс А.А.

Керівники:

Осетрін М.М.

Беспалов Д.О.

м. Київ - 2025

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **урбаністики та просторового планування**

Кафедра: **міського будівництва**

Освітньо-кваліфікаційний рівень: **бакалавр**

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна

інженерія» Спеціалізація: «Міське будівництво та господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц.

Приймаченко О.В.

_____ 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТЦІ

Рубіс Анастасії Андріївни

1. Тема проєкту: «Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка у м. Києві»

Керівники проєкту: проф. Осетрін М.М.

ст. викл. Беспалов Д.О.

затверджені наказом вищого навчального закладу № 587/25/25 від 14.05.2025.

2. Термін подання студентом проєкту 16.06.2025

3. Вихідні дані до проєкту: *матеріали Генерального плану м. Києва; нормативно-законодавча база на проєктування; матеріали Комплексної схеми транспорту м. Києва; навчальна версія Транспортної моделі м. Києва та його приміської зони; навчально-методична документація; літературний пошук; натурні обстеження.*

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							2
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки (перелік розділів, які потрібно розробити)

№ розділу з/п	Найменування розділів пояснювальної записки	Орієнтовний об'єм розділів пояснювальної записки (формат – А4)
1	Вступ	≤ 2
2	Аналітичний розділ	≤ 10
3	Розрахунково-проектний розділ	≤ 20
4	Конструктивний розділ	≤ 5
5	Висновки	≤ 2
6	Список використаної літератури	≤ 2
Разом		≤ 40

5. Перелік графічних матеріалів проекту

№ розділу з/п	Найменування розділів графічної частини проекту	Об'єм креслень (формат – А1)
1	Аналіз існуючого планувального рішення Опорний план перетину М1:1000, Положення вузла на ВДМ м.Києва М1:1000, Схема інтенсивності руху транспорту на перетині магістралей в годину пік, Поперечний переріз існуючого варіанту вул. Ореста Левицького М1:200, Поперечний переріз існуючого варіанту вул. Мілютенка М1:200, Схема організації дорожнього руху для перетину і конфліктні точки, Розподіл за напрямками руху інтенсивностей в годину-пік	1

2	Визначення і Аналіз предмету Транспортна модель існуючого перетину, Схема конфліктних точок з додатку SSAM існуючого перетину, Результати транспортного моделювання для існуючого стану, Картограма швидкості на перетині, Картограма час затримки на перетині, Картограма навантаження на перетині, Картограма щільності на перетині, Фактори впливу на вибір планувального рішення, Оцінка відповідності проектних рішень вимогам ДБН,	1
3	Розробка варіантів планувальних рішень Планувальне рішення варіант I М1:1000, Планувальне рішення варіант II М1:1000, Проектний поперечний профіль кільця розріз 5-5 М1:200, Проектний поперечний профіль магістралі районного значення розріз 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 М1:200, Проектний поперечний профіль магістралі районного значення розріз 1'-1', 2'-2', 3'-3', 4'-4' М1:200, Проектний поперечний профіль кільця розріз 5'-5' М1:200, Схема організації дорожнього руху Варіант I і Варіант II	1
4	Обґрунтування вибору планувального рішення Транспортна модель планувального рішення варіант I і II, Картограма навантаження на перетині I і II, Картограма часу затримки на перетині I і II, Картограма щільності на перетині I і II, Картограма швидкості на перетині I і II, Схема конфліктних точок з додатку SSAM варіант I і II, Результати транспортного моделювання для існуючого стану	1

5	Поздовжні профілі магістралей М1:1000 М1:100 Поздовжні профілі магістралі вул. Ореста Левицького, Поздовжні профілі магістралі вул. Ореста Левицького, Поздовжні профілі магістралі вул. Мілютенка, Поздовжні профілі магістралі вул. Мілютенка	1
6	Вертикальне планування та Конструктивні рішення Вертикальне планування варіант II М1:500, План прокладання підземних комунікацій у межах перетину магістралей М1:1000, Конструктивне рішення пішохідного переходу світловідбиваючі вставки, розділювачаЮ пішохідного переходу, Конструкція тротуару та велосипедної доріжки з асфальтобетонним покриттям, Конструкція дорожнього покриття проїжджої частини .	1
7	Кошторисно-фінансовий розрахунок, Оцінка впливу проєктного рішення на умови руху та безпеку, Техніко-економічні показники	1
	Разом	7

6. Дата видачі завдання 02.05.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ розділу з/п	Етапи дипломного проекту	Термін виконання етапу проекту	Примітки
1	Видача завдання	02.05.2025	
2	Збір вихідних даних	12.05.2025	
3	Робота над графічною частиною проекту	10.06.2025	
4	Оформлення пояснювальної записки	13.06.2025	
5	Подача на рецензію та перевірку на плагіат	16.06.2025	
6	Захист проекту	25.06.2025	

Студентка _____ Рубіс А.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Осетрін М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Беспалов Д.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1 Аналіз існуючого положення дорожньо -транспортного вузла.....	11
1.2 Аналіз існуючого рівня безпеки дорожнього руху на перетині.....	14
2. РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ.....	20
2.1 Розрахунок геометричних параметрів перехрестя.....	21
2.2 Методика та критерії оцінки.....	26
2.3 Варіант 1: Проєкт саморегульованого кільцевого перетину.....	28
2.4 Варіант 2: Проєкт турбокільця з розподілом потоків.....	31
2.5 Порівняльний аналіз проєктних рішень та висновок.....	35
КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	41
3.2 Делініатори на кільці.....	43
3.3 Планування поверхневого стоку.....	43
3.4 Розміщення зливоприймальних колодязів.....	43
3.5 Перекладка інженерних мереж.....	44
3.6 Освітлення магістралі.....	45
3.7 Озеленення в межах перетину.....	45
3.8 Конструкція дорожнього одягу.....	45
3.9 Облаштування зупинок громадського транспорту.....	45
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	48
Додатки.....	50
Додаток А.....	50
Додаток Б.....	53

ВСТУП

Безпека дорожнього руху є ключовим фактором розвитку сучасного суспільства. Водночас зростання кількості транспортних засобів підвищує ризики для життя і здоров'я громадян.

В Україні рівень аварійності та смертності від ДТП залишається одним із найвищих у Європі: за 2019 рік зареєстровано понад 160 тис. ДТП, у яких загинуло понад 3,4 тис. осіб, а постраждало більше 32 тис., зокрема значна частка пішоходів і дітей.

Згідно з аналізом аварійності, проведеним Національною поліцією України, серед основних причин дорожньо-транспортних пригод із загиблими та/або травмованими особами найпоширенішими є: перевищення безпечної швидкості (34%), порушення правил маневрування (22%), недотримання дистанції (8%), порушення правил проїзду перехресть (8%), керування транспортним засобом у стані сп'яніння (3,23%), виїзд на смугу зустрічного руху (1,35%) та порушення правил проїзду пішохідних переходів (6%).

Дорожній травматизм наносить значні соціально-економічні збитки Україні, оцінені у близько 1,9% ВВП, що включає матеріальні втрати, зниження продуктивності праці та людські втрати.

Згідно з офіційною статистикою Патрульної поліції, у 2024 році в Україні спостерігається погіршення ситуації з безпекою дорожнього руху порівняно з попереднім роком.

Загальна кількість ДТП з загиблими та/або травмованими по країні зросла на 9 %: з 23 642 випадків у 2023 році до 25 781 у 2024 році. Кількість загиблих зросла на 4,9 % — з 3 053 осіб до 3 202 осіб. Травмованих у ДТП стало більше на 8,5 %: у 2024 році постраждало 32 023 особи проти 29 502 у 2023 році.

Особливе занепокоєння викликає ситуація у столиці: в м. Києві зафіксовано 2 167 ДТП з постраждалими — це на 14,4 % більше, ніж у 2023 році (тоді було 1 894). Кількість загиблих у Києві зросла з 103 до 107 осіб (+3,9 %), а кількість травмованих — з 2 133 до 2 444 осіб, що становить зростання на 14,6 %.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							8
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці показники свідчать про стійке зростання аварійності як на загальнодержавному рівні, так і у столиці, що вказує на необхідність впровадження ефективних заходів з підвищення безпеки дорожнього руху, зокрема в найбільш критичних зонах — на перехрестях.

Проблеми безпеки дорожнього руху в Україні зумовлені комплексом факторів: застарілість транспортного парку, низький рівень підготовки водіїв, недостатня інфраструктура, невідповідність сучасним стандартам безпеки, а також слабе правове та організаційне регулювання.

Це підкреслює нагальну потребу в удосконаленні інженерно-планувальних заходів, впровадженні сучасних технологій організації дорожнього руху та комплексному підході до безпеки на дорогах, зокрема на перетинах.

Впровадження інженерно-планувальних заходів є одним із найбільш ефективних способів підвищення безпеки дорожнього руху, оскільки вони безпосередньо впливають на умови організації руху, покращують видимість, регулюють пропускну здатність перехресть і забезпечують комфорт та безпеку для всіх учасників дорожнього руху, включно з пішоходами та велосипедистами.

На відміну від адміністративних заходів (покарання, штрафи) або освітніх кампаній (інформування, навчання), інженерні рішення забезпечують довготривалі, системні зміни в транспортній інфраструктурі, які суттєво знижують ризики аварійності. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), комплексний підхід, що включає інженерно-технічні заходи, є ключовим фактором у зниженні травматизму на дорогах.

Мета роботи: розробити інженерно-планувальні заходи для підвищення безпеки дорожнього руху на вказаному перехресті.

Таким чином, проблема забезпечення належного рівня безпеки дорожнього руху на міських перехрестях є надзвичайно актуальною. У наступному розділі проведено детальний аналіз існуючого стану перехрестя для виявлення його слабких місць.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							9
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Керівник _____
(підпис, дата)

(підпис, дата)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							10
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Аналіз існуючого положення дорожньо -транспортного вузла

Об'єкт: перетин вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка у м. Києві

Перехрестя вулиць Ореста Левицького та Мілютенка розташоване в Деснянському районі міста Києва, у межах житлової забудови з переважанням багатопверхових будинків. Перехрестя має хрестоподібну конфігурацію та належить до регульованих, з наявною світлофорною інфраструктурою.

Вулиця Мілютенка класифікується як вулиця районного значення та виконує функцію одного з основних маршрутів внутрішньорайонного сполучення. Вулиця Ореста Левицького є житловою і забезпечує доступ до прибудинкових територій.

Проїзна частина обох вулиць має по дві смуги руху в кожному напрямку, однак крайня права смуга частково використовується для паркування транспортних засобів, що знижує ефективну пропускну здатність вузла та спричиняє додаткові конфліктні ситуації. Велосипедна інфраструктура на перехресті та прилеглих ділянках відсутня, що ускладнює безпечне пересування вразливих учасників дорожнього руху, зокрема велосипедистів.



Рис. 1.1 - Положення перетину в масштабі м. Київ

Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

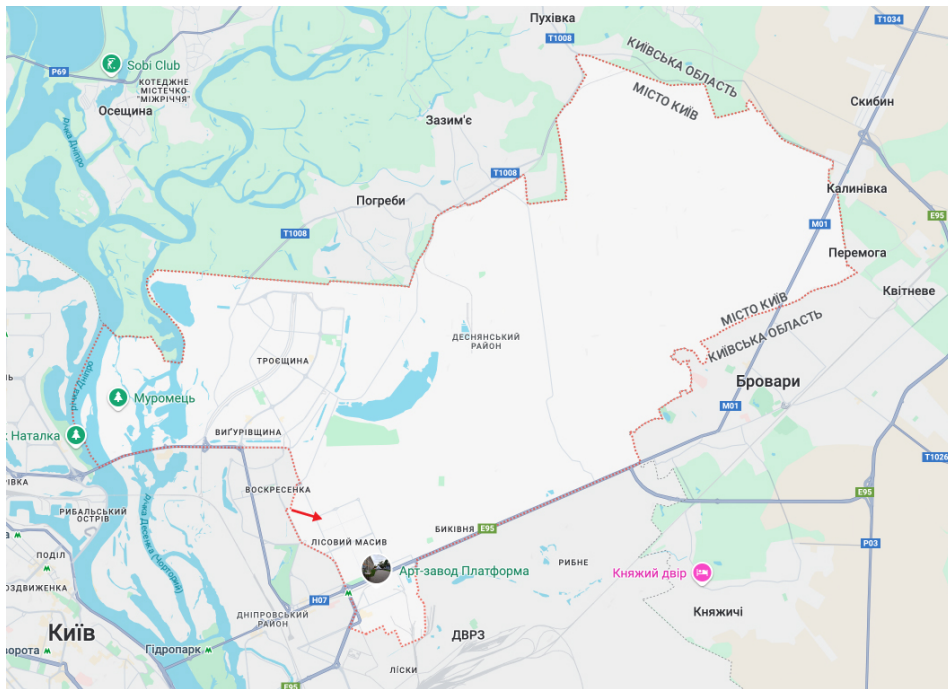


Рис 1. 1 - Розташування перехрестя у масштабі частини Деснянського району.

Загальна характеристика вулиць Мілютенка та Ореста Левицького: ширина в межах червоних ліній становить 14,5 м, з яких проїзна частина займає 13,5 м. Проїжджа частина складається з двох смуг руху в обидванапрямки завширшки по 3 метри. З обох сторін облаштовані тротуари, їхня ширина становить 3 метри.

Недоліки вулиць Мілютенка та Ореста Левицького: відсутня велоінфраструктура, що ускладнює рух велосипедистів. Часто спостерігається паркування автомобілів на тротуарах, через що зменшує пропускну спроможність перехрестя. Дорожнє покриття має тріщини та вибоїни, що знижує комфорт і безпеку руху.



Рис 1. 3 – Фотофіксація стану дорожнього покриття на перетині вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка у м. Києві.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Вулиця Мілютенка має протяжність 2,03 км, а вулиця Ореста Левицького - 1,20 км. Обома вулицями відбувається рух великогабаритного транспорту.

На вулиці Мілютенка також курсує громадський транспорт. Через вулицю проходять маршрути автобусів 33 та 63; маршрут тролейбуса 37; та маршрутних таксі: 241, 242 та 544.



Рис. 1.4. Типовий існуючий поперечний профіль вул. Мілютенка



Рис. 1.5. Типовий існуючий поперечний профіль вул. Ореста Левицького

Оскільки дослідження ведеться на основі існуючої транспортної системи міста, для проведення аналізу і розробки проєкту використовуються актуальні дані. Інформацію про добову інтенсивність руху на розглянутому транспортному вузлі було отримано з навчальної версії транспортної моделі Києва та його приміської зони.

Розподіл за напрямками руху інтенсивностей в годину-пік:

Таблиця 1.1.

Напрямки руху		Вихід				Σ Вихід
		1	2	3	4	
Вхід	1	0	255	0	15	270
	2	300	0	30	15	345
	3	0	30	0	0	30
	4	0	35	0	0	35
Σ Вхід		300	320	30	30	680



Рис. 1.6. - Нумерація входів/виходів перетину.

1.2 Аналіз існуючого рівня безпеки дорожнього руху на перетині

Для оцінки рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка було проведено детальний аналіз його планувальних, транспортних і організаційних характеристик.

На ділянці спостерігається по 2 смугу руху в кожную сторону, також пішохідні переходи з кожної сторони, що впливає на утворення конфліктних точок між учасниками дорожнього руху.

Дорожні знаки відповідають чинним нормативам з ДБН.

На основі спостережень за рухом, встановлено середню інтенсивність руху транспортних засобів у різні періоди доби. Найбільше навантаження фіксується у вечірні години, пікове значення проїзжаючих автомобілів 680 [авт/год]

На перехресті наявні пішохідні переходи, з стертою розміткою повністю та світлофори, однак умови для безпечного переходу в ряді випадків є недостатніми. Часто спостерігається порушення ПДР як з боку пішоходів, так і водіїв, особливо у години пік.

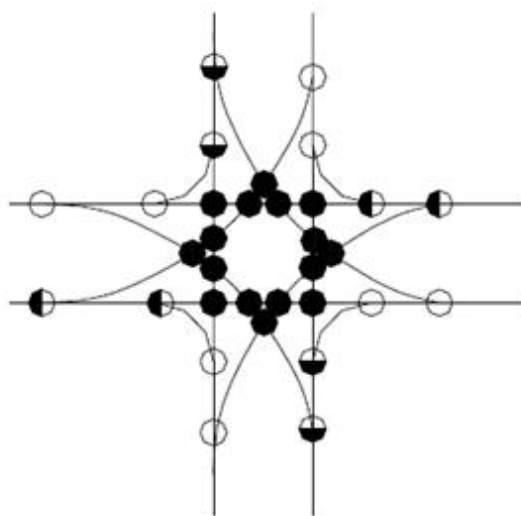
Відсутність відокремлених велодоріжок ускладнює пересування маломобільних груп населення та велосипедистів.

SWOT-аналіз для перетину вул. Мілютенка та вул. Ореста Левицького м. Київ:
Таблиця 1.2.

Сильні сторони	Слабкості
<ul style="list-style-type: none">- Наявність світлофора.- Чітка конфігурація перехрестя (хрестоподібна).- Дві смуги в кожному напрямку.- Проходження маршрутів громадського транспорту.	<ul style="list-style-type: none">- Відсутність велосипедної інфраструктури.- Поганий стан дорожнього покриття, тріщини та вибоїни.- Паркування на крайніх смугах і тротуарах.- Велика кількість конфліктних точок.
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none">- Влаштування кільцевого або турбокільцевого перетину.- Облаштування велодоріжок.- Встановлення делініаторів- Комплексне оновлення транспортного вузла згідно транспортної стратегії Києва.	<ul style="list-style-type: none">- Обмеження через щільну забудову.- Ускладнення руху на час реконструкції.- Ризик часткової реалізації заходів без досягнення комплексного ефекту.

Конфліктні точки

Перехрестя вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка має складну конфігурацію руху, яка призводить до утворення значної кількості конфліктних точок. Тут відбувається активне перетинання транспортних потоків із різних напрямків — прямого, лівого та правого, — що спричиняє часте накладання траєкторій руху автомобілів. Особливо напруженими є ситуації при виконанні лівих поворотів, коли траєкторії транспортних засобів конфліктують із зустрічними потоками.



- 16 конфліктів перетинання
- 8 конфліктів сходження
- ◐ 8 конфліктів розгалуження

Рис. 1.7. - Типова схема конфліктних точок для хрестоподібного перехрестя

У результаті транспортного моделювання, проведеного в середовищі PTV Vissim з подальшим використанням інструменту Safety Surrogate Assessment Model (SSAM), було виконано оцінку взаємодії транспортних потоків на існуючому перехресті.

За результатами аналізу змодельованих траєкторій та конфліктних ситуацій, визначено 51 конфліктну точку, що характерно для чотирираменного перехрестя зі світлофорним регулюванням та існуючою щільністю руху.

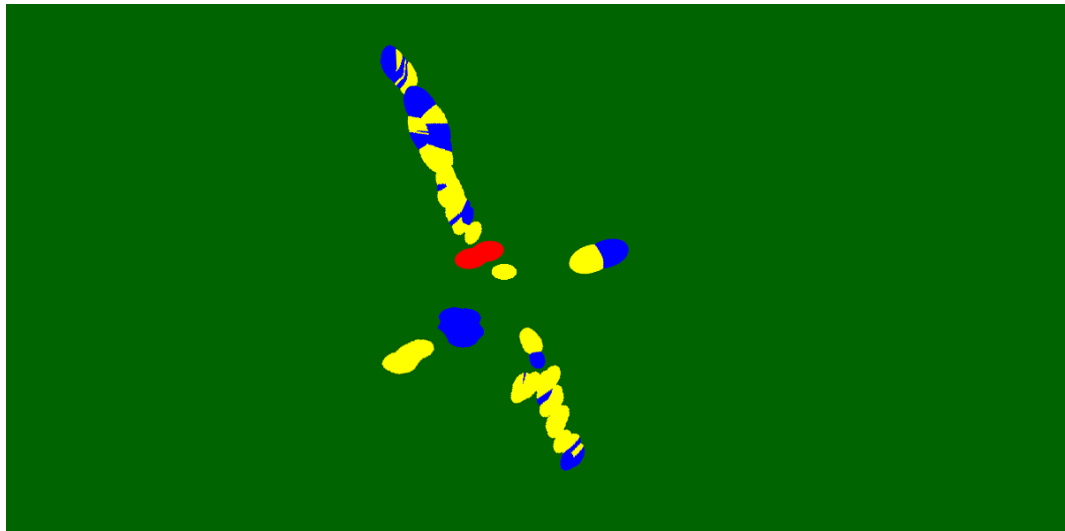


Рис. 1.8. - Схема конфліктних точок на перетині вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка. (результат розрахунків програми SSAM)

На даному перехресті простежується низка факторів, що додатково ускладнюють ситуацію з безпекою дорожнього руху. Дорожнє покриття в деяких місцях має дефекти (тріщини, ямковість), що змушує водіїв маневрувати в межах смуги, створюючи неочікувану поведінку для інших учасників руху.

Освітлення в темний час доби недостатнє, особливо поблизу пішохідних переходів, що суттєво знижує видимість пішоходів для водіїв. Відсутність пристроїв примусового зниження швидкості (наприклад, лежачих поліцейських, шумових смуг чи світловідбивальних елементів) дозволяє деяким водіям перевищувати допустиму швидкість наближення до перехрестя.

У рамках транспортного моделювання існуючого стану перехрестя вулиць Ореста Левицького та Мілютенка було побудовано картограму щільності транспортного потоку (рис. 1.9.), створену в середовищі PTV Vissim. Візуалізація відображає середнє значення актуальної щільності руху (вимірюється в транспортних засобах на кілометр, [veh/km]) на різних ділянках вузла.

Аналіз результатів показав, що найбільше навантаження спостерігається на підходах до перехрестя з південного та західного напрямків, де щільність сягає понад 16–32 [veh/km], що позначено темно-блакитними відтінками. Це свідчить про перевантаження смуг у пікові періоди та високу насиченість потоку, яка може призводити до утворення заторів.

Висока щільність трафіку є фактором ризику в контексті безпеки дорожнього руху, оскільки:

- зменшується оглядовість для водіїв;
- підвищується напруженість імовірних конфліктних ситуацій;
- збільшується кількість раптових маневрів (зміна смуги, об'їзди), що є потенційно небезпечними;
- ускладнюється проїзд для екстрених служб.

Таким чином, отримані результати підтверджують необхідність оптимізації геометрії перехрестя та організації руху задля зменшення щільності на ключових ділянках, що на пряму сприятиме підвищенню рівня безпеки для всіх учасників дорожнього руху.

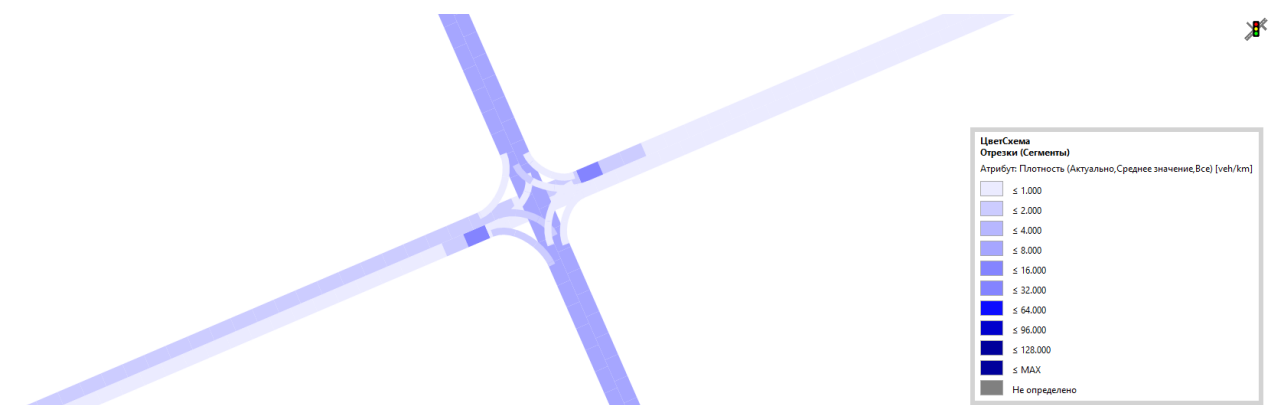


Рис. 1.9. - Картосхема щільності транспортного потоку на перехресті вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка (модель PTV Vissim)

У межах аналітичного розділу було досліджено геометричні характеристики перехрестя вулиць Ореста Левицького та Мілютенка, проведено оцінку пропускної здатності, умов руху транспортних засобів та пішоходів, а також проаналізовано безпекові аспекти існуючої організації дорожнього руху.

Аналіз показав, що діюча схема регульованого перехрестя не відповідає сучасним вимогам щодо безпеки та ефективності. Виявлено велику кількість конфліктних точок, відсутність велосипедної інфраструктури. Проблеми ускладнюються недотриманням правил паркування та низькою якістю дорожнього покриття.

На підставі проведеного аналізу сформульовано основні вимоги до проєктного рішення: зменшення кількості конфліктних точок, балансування транспортних потоків, зниження затримок, а також створення безпечних умов для пішоходів і велосипедистів. Ці аспекти лягли в основу подальших інженерних рішень у наступному розділі.

У наступному розділі буде здійснено комплексний аналіз існуючого стану перехрестя, зокрема його геометричних характеристик та умов організації дорожнього руху. Особливу увагу приділено оцінці чинників, що впливають на рівень безпеки, включаючи наявність конфліктних точок, інтенсивність транспортних потоків і середня швидкість руху на перетині.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							19
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

Керівник _____
(підпис, дата)

(підпис, дата)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							20
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1 Розрахунок геометричних параметрів перехрестя

Перш ніж перейти до розгляду заходів із підвищення рівня безпеки руху на перетині, доцільно спочатку провести всебічний аналіз його пропускнуої здатності та визначити типові поперечні профілі за ДБН. Це створить міцну методологічну основу для розробки геометрії саморегульованого кільцевого перетину та турбокільця, надалі дозволяючи порівняти й відпрацювати оптимальні конструктивні рішення обох варіантів.

2.1.1 Обґрунтування вибору розрахункової швидкості на перетині магістралей

Розрахункова швидкість безпосередньо впливає на геометричні параметри перетину, радіуси поворотів, ширину смуг і видимість. Саме тому її обґрунтований вибір є критичним для забезпечення безпеки дорожнього руху.

Попередньо для проектування було прийнято розрахункову швидкість 30 км/год на перетині. У подальшому ця величина буде уточнюватись відповідно до вимог нормативної бази та результатів моделювання.

Згідно з картограмою швидкості, отриманою в результаті транспортного моделювання в середовищі PTV Vissim (рис. 2.1.), середня фактична швидкість транспортного потоку на ділянках перехрестя становить близько 30 км/год. Це підтверджує доцільність обраного значення та дозволяє адаптувати геометричні параметри перетину до реальних умов руху.

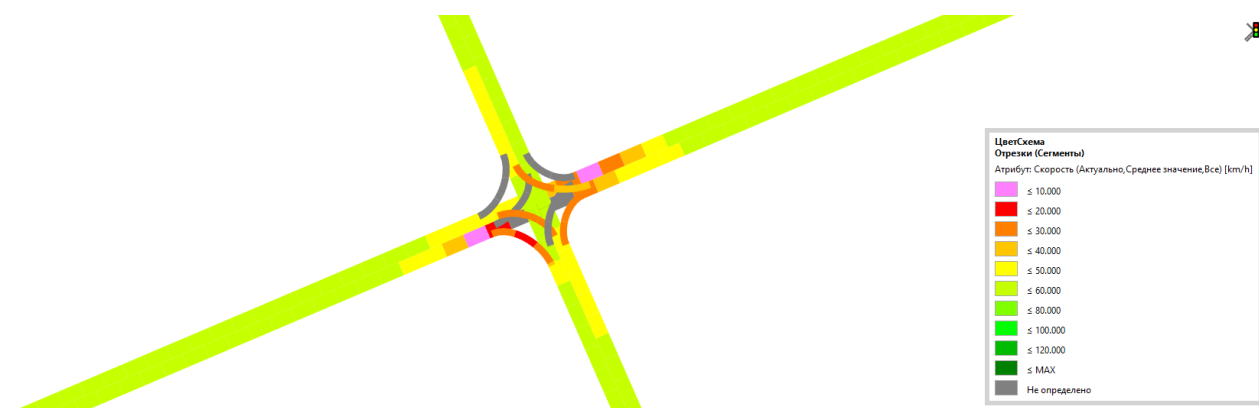


Рис. 2.1. - Картосхема середньої швидкості руху транспортних засобів на перехресті вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка (модель PTV Vissim)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2.1.2 Оцінка пропускної здатності магістралей та доцільність світлофорного регулювання

Розрахунки пропускної здатності магістралей, що примикають до перехрестя, наведено в додатку А. Встановлено, що існуюча кількість смуг (по дві в кожному напрямку) забезпечує пропускну здатність із запасом: на магістралі Мілютенка фактична інтенсивність становить 345 авт/год при пропускній здатності 1091 авт/год, на магістралі Ореста Левицького — 35 авт/год при можливості обслуговувати 1722 авт/год.

З огляду на низький рівень транспортного навантаження, впровадження світлофорного регулювання визнано недоцільним і економічно необґрунтованим. Оптимальним інженерним рішенням є організація руху без світлофорів.

Крім того, на суміжних перехрестях даної магістралі вже запроєктовано саморегульовані кільцеві розв'язки, що підтверджує ефективність такого підходу в локальному транспортному середовищі. Врахування типологічної та функціональної узгодженості дає змогу забезпечити безпечний, передбачуваний та зручний рух по всьому маршруту.



Рис. 2.2. Саморегульований кільцевий перетин вул. Мілютенка та просп. Лісовий (суміжний транспортний вузол).

2.1.3 Ширина проїзної частини магістралей

Один із ключових факторів, що впливають на безпечність дорожнього руху, — це раціональна ширина проїзної частини. Невідповідність цього параметра фактичній інтенсивності руху або типу транспорту може призвести до небезпечних ситуацій: заторів, зниження керованості, порушення траєкторій, а також перевищення швидкості на надто широких смугах.

У межах проекту реконструкції перехрестя з метою підвищення рівня безпеки було здійснено розрахунок оптимальної ширини проїзної частини магістралей, що примикають до вузла. Розрахунок виконано за формулою (2.1) відповідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018:

$$B_{\text{маг}} = 2nb + r + 2\Delta, \quad (2.1)$$

де n – прийнята для проектування кількість смуг руху транспорту;

b – ширина однієї смуги руху транспорту (прийм. відп. до п.7.27 ДБН [1]), м;

r – ширина центральної розділювальної смуги між напрямками руху транспорту (прийм. відп. до п. 5.1.14 ДБН [1]), м;

Δ – ширина укріпленої смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем (прийм. відп. до п. 5.12 ДБН [1]), м.

$$B_{\text{маг}(1-2)} = 2 \cdot 2 \cdot 3 + 2 \cdot 0,5 = 13 \text{ (м)}$$

$$B_{\text{маг}(3-4)} = 2 \cdot 2 \cdot 3 + 2 \cdot 0,5 = 13 \text{ (м)}$$

2.1.4 Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів

Пішоходи є найуразливішими учасниками дорожнього руху, тому створення комфортного та безпечного середовища для їх пересування є важливою складовою підвищення безпеки на перехрестях. Неналежна ширина тротуарів може призводити до скупчення людей, конфліктів з іншими учасниками руху або навіть до виходу пішоходів на проїзну частину.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							23
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для досліджуваного перехрестя, що формується на перетині вулиці Мілютенка (магістраль районного значення) та вулиці Ореста Левицького (житлова вулиця), прийнято ширину тротуару 3 метри з обох боків. Це значення відповідає нормативним вимогам ДБН для вулиць відповідних категорій з середньою пішохідною активністю та забезпечує безпечне пересування всіх груп користувачів.

У ході бакалаврської роботи також було проведено порівняння двох варіантів організації пішохідного руху: підземних переходів (у схемі з саморегульованим кільцевим перетином) та надземних (у варіанті турбокільця). За результатами аналізу встановлено, що надземні переходи є більш інклюзивним і безпечним рішенням, оскільки:

- не потребують спуску та підйому сходами або пандусами;
- не створюють додаткових витрат на проектування та обслуговування;
- зменшують імовірність перебігання дороги поза переходом, що часто трапляється при наявності лише підземних переходів і є джерелом аварійних ситуацій.

Таким чином, запропонована організація пішохідної інфраструктури сприяє підвищенню загального рівня безпеки дорожнього руху та комфорту користування перехрестям.

2.1.5 Проектування велосипедної інфраструктури

Наявність безперервної, зручної та безпечною велосипедної інфраструктури суттєво впливає на загальний рівень безпеки руху. Відсутність виділених велодоріжок змушує велосипедистів пересуватись проїзною частиною або тротуарами, що створює конфлікти з автомобілями та пішоходами.

У межах бакалаврської роботи одним із пріоритетів безпеки визначено влаштування двосторонніх велосипедних доріжок шириною 2,5 м з обох боків проїзної частини відповідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018 та ДСТУ 8751:2017.

Таке рішення:

- дозволяє чітко розділити транспортні потоки;
- знижує кількість точок перетину траєкторій руху;

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							24
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

- створює передбачуване середовище для автомобілістів і велосипедистів;
- підвищує рівень безпеки для нової категорії учасників — користувачів персонального електротранспорту.

2.1.6 Проектування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину

З урахуванням результатів проведених розрахунків, аналізу існуючої ситуації на перехресті, а також згідно з вимогами ДБН В.2.3-5:2018, було запроєктовано типові поперечні профілі магістралей у межах їх перетину. При розробці поперечних перерізів враховувалися:

- категорії вулиць (магістраль районного значення та житлова вулиця),
- потреби в організації безпечного пішохідного та велосипедного руху,
- нормативна ширина проїзної частини, тротуарів і велодоріжок.

Запропоновані рішення спрямовані на розділення потоків різних учасників дорожнього руху та зменшення потенційних точок конфлікту, що безпосередньо сприяє підвищенню рівня безпеки на досліджуваній ділянці.



Рис. 2.3. Типовий проектний поперечний профіль вул. Мілютенка



Рис. 2.4. Типовий проектний поперечний профіль вул. Ореста Левицького

2.2 Методика та критерії оцінки

Для повноцінного аналізу безпеки руху на будь-якому перехресті першочергово потрібна детальна статистика зареєстрованих ДТП, адже лише вона відображає реальні ризики та тяжкість наслідків. Однак у випадку перетину вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка такі дані в публічному доступі відсутні, тому в нашій роботі застосовано альтернативні критерії, що дозволяють оцінити рівень небезпеки ще на етапі проєктування та моделювання.

Найважливішим із цих критеріїв є кількість потенційних конфліктних точок, які визначаються як місця перетину траєкторій транспортних потоків (merging, diverging, crossing), а також їх взаємодія з пішоходами. Конфліктні точки є індикаторами ймовірних аварійно небезпечних ситуацій, тому їх кількість безпосередньо корелює з частотою виникнення ДТП: чим більше таких точок — тим вищий ризик зіткнень. Згідно з рекомендаціями AASHTO та практиками оцінки безпеки (наприклад, у моделі SSAM), зменшення кількості конфліктних точок дозволяє істотно знизити потенційну аварійність перетину.

Кількість ДТП, своєю чергою, прямо пов'язана з економічними втратами для держави. ДТП призводять до витрат на лікування постраждалих, евакуацію та ремонт інфраструктури, а також до втрат продуктивності праці та довгострокових соціальних наслідків. Таким чином, зменшення кількості конфліктних точок — це не лише інженерне рішення, але й економічно обґрунтований підхід до зниження збитків, які несе бюджет країни.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							26
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

У даній роботі для виявлення та кількісної оцінки конфліктних точок використано результати транспортного моделювання в PTV Vissim із подальшим застосуванням SSAM (Surrogate Safety Assessment Model). Це дозволяє візуалізувати потенційно небезпечні взаємодії між транспортними засобами та визначити зони підвищеного ризику.

Крім того, для оцінки динаміки руху використано середню швидкість і щільність потоку. Перша впливає на енергію можливого зіткнення та час реакції водіїв, друга — на насиченість під'їздів до перехрестя й ризик утворення заторів. Обидва показники обчислюються за результатами моделювання в PTV Vissim і дозволяють порівняти, як СКП і турбокільце розподіляють трафік у пікові години.

Як додаткові критерії безпеки розглядаються середній час затримки транспортного засобу та час простою (vehicle-seconds при швидкості = 0). Тривалі черги й стояння в заторах провокують зростання кількості ризикових маневрів — обгін «на жовте», рух вузькими міжряддями, порушення ПДР при спробах об'їзду — що також збільшує ймовірність аварій.

Застосування цих показників у поєднанні з геометричними розрахунками та техніко-економічним аналізом дає можливість всебічно оцінити переваги й недоліки саморегульованого кільцевого перехрестя і турбокільця з точки зору підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині Ореста Левицького та Мілютенка.

Як було зазначено у вступі, інженерно-планувальні заходи є одним із найефективніших способів підвищення безпеки дорожнього руху, тому в рамках цього проєкту було обрано саме такі рішення — саморегульоване кільце та турбокільце, як одні з найпоширеніших та ефективних підходів до модернізації перехресть.

У наступних підрозділах 2.3 та 2.4 ці критерії буде застосовано для порівняльного аналізу обох інженерних рішень.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							27
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Варіант 1: Проект саморегульованого кільцевого перетину

2.3.1 Опис інженерного рішення

У рамках дослідження на перетині вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка запропоновано реалізувати саморегульоване кільцеве перехрестя з зовнішнім діаметром кола 28 м (центральний острів – 20 м) та шириною кільцевої смуги 4 м (під'їзні смуги – 3 м). Така геометрія сприяє уповільненню транспортних потоків, унеможливорює небезпечні обгони та оптимізує пропускну здатність.

Пішохідні потоки виведено за межі проїзної частини — передбачено підземний перехід, облаштований тактильною плиткою, а для маломобільних груп населення передбачено комфортний пандус.

Запропонована схема суттєво знижує кількість потенційних конфліктних точок, зменшує середню швидкість руху в зоні перехрестя та створює безпечні умови для всіх учасників дорожнього руху.

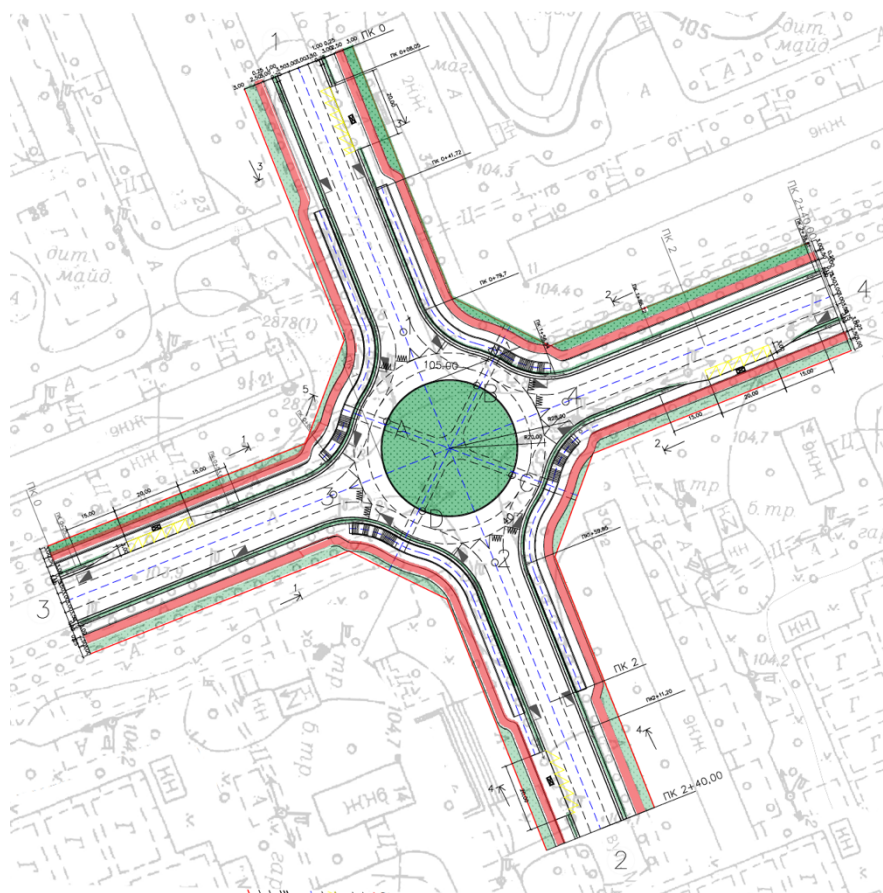


Рис. 2.5. Схема планувального рішення саморегульованого кільцевого перетину

Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

2.3.2 Сильні й слабкі сторони

Сильні сторони

- Завдяки круговому руху суттєво скорочується кількість зіткнень і знижується частка тяжких аварій.
- Відсутність прямого перетину траєкторій зменшує кількість конфліктних точок.
- Без світлофорів рух стає безперервним, що зменшує затримки та підвищує пропускну здатність.
- Просте технічне рішення з мінімумом обладнання забезпечує низькі експлуатаційні витрати.
- Геометрія кільця природно гальмує транспорт, що додатково підвищує безпеку.

Слабкі сторони

- Водії без досвіду руху по колу можуть помилково обирати смугу або неправильно маневрувати.
- Для встановлення кільця потрібна велика площа, що важко реалізувати в щільній міській забудові.
- Проектування вимагає точного розрахунку радіусів, ухилів і ширин, що ускладнює підготовку порівняно зі звичайними перехрестями.

2.3.3 Аналіз результатів моделювання скп

Аналіз результатів транспортного моделювання демонструє, що впровадження саморегульованого кільцевого перехрестя суттєво покращує безпекові показники порівняно з існуючою хрестоподібною подібною схемою. Передусім, середня швидкість руху в зоні перетину знизилася з 37,68 км/год до 31,45 км/год, що зменшує кінетичну енергію потенційних зіткнень і дає водіям більше часу на маневр. Одночасно середній час затримки скоротився майже вдвічі (з 21,40 с до 9,27 с), а середній час простою — з 11,55 с до 4,32 с, що свідчить про менші черги та зниження ймовірності ризикових маневрів під час очікування.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							29
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, середня кількість зупинок на одне транспортне засобу зменшилася з 2,02 до 0,39, а загальна кількість зупинок — з 2 895 до 544. Це означає, що більшість учасників руху проїжджає кільце без жодної зупинки, що сприяє плавнішому та передбачуванішому руху.

Найголовніше: число потенційних конфліктних точок скоротилося з 51 до 38. Оскільки саме ці точки є критичними зонами підвищеного ризику ДТП, їхнє скорочення безпосередньо підвищує загальний рівень безпеки.

Нижче наведено таблицю 2.1. із деталізацією порівняння обох варіантів, а також схему потенційних конфліктних точок, отриману з SSAM, і картограму середньої швидкості, побудовану в PTV Vissim, які були використані для порівняльного аналізу проектних рішень.

Порівняння результатів транспортного моделювання для існуючого стану та саморегульованого кільцевого перетину:

Таблиця 2.1.

Показник	Існуючий	1 варіант	Од.виміру
Ср. Швидкість на перетині	37,68	31,45	Км/год
Ср. Час затримки	21,4	9,27	С.
Ср. час простою (швидкість=0)	11,55	4,32	С.
Ср. Кількість зупинок	2,02	0,39	Шт.
Кількість зупинок	2895	544	Шт.
Кількість конфліктних точок	51	38	Шт.

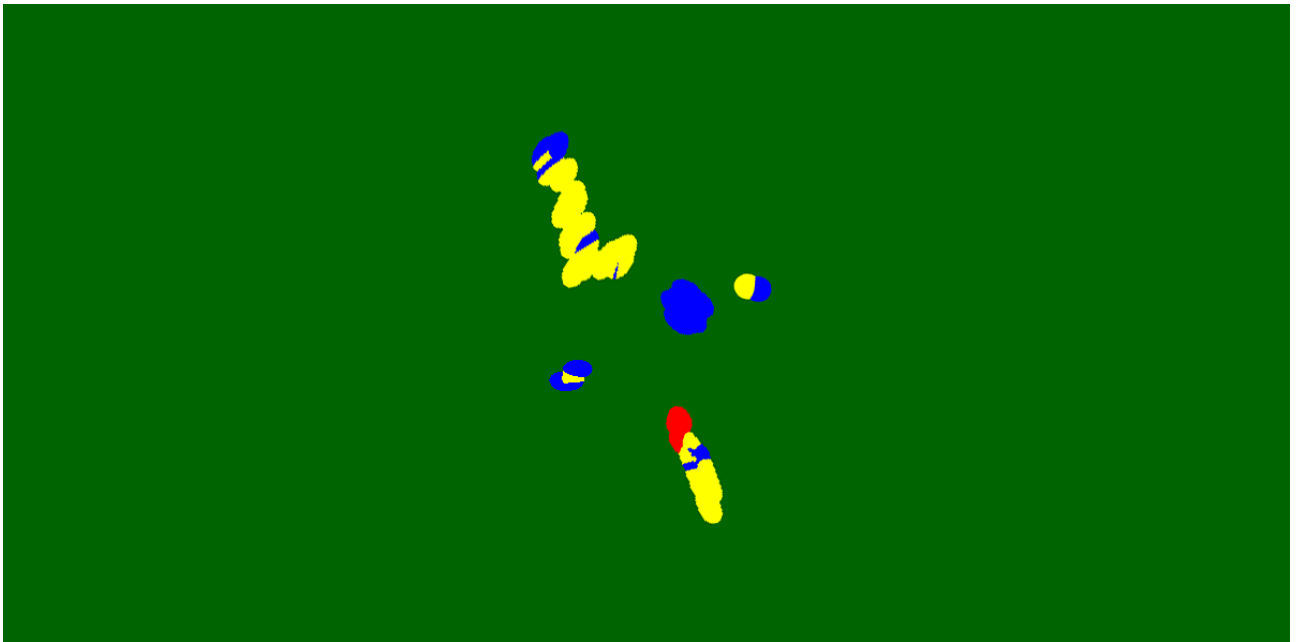


Рис. 2.6. - Схема конфліктних точок на скп (результат розрахунків програми SSAM)

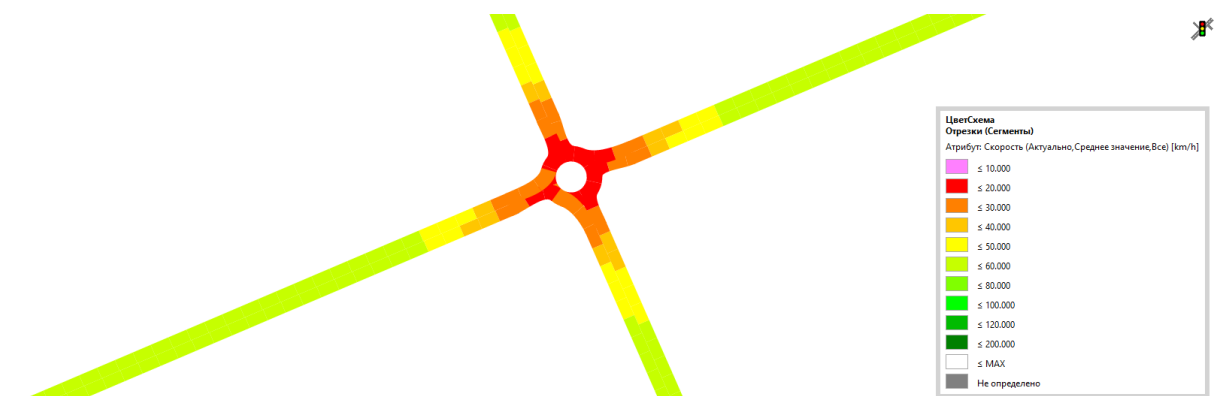


Рис. 2.7. - Картограма середньої швидкості на скп (результат транспортного моделювання PTV Vissim)

2.4 Варіант 2: Проєкт турбокільця з розподілом потоків

2.4.1 Опис інженерного рішення

З метою підвищення рівня безпеки дорожнього руху та оптимізації транспортування через існуюче хрестоподібне перехрестя вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка у м. Києві запропоновано впровадження турбокільця. Ця безсвітлофорна схема організації руху передбачає спіралеподібний маршрут для кожного напрямку з чітко визначеними смугами завдяки жорстким делініаторам.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							31
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пластикові сегментні стовпчики висотою 600 мм із відбивачами встановлені через 1,5 м уздовж усіх траєкторій заїзду та виїзду. Така фізична розмежованість змушує водіїв дотримуватися траєкторії, усуваючи прямі перетини та зменшуючи кількість потенційних конфліктних точок. Геометрія турбокільця включає зовнішній діаметр 26 м, внутрішній острівцець 18 м і ширину смуг 3 м із радіусами для забезпечення комфортної та безпечної швидкості руху до 40 км/год. Проїзну частину виконано з багатошарового асфальтобетону з фрикційним верхнім шаром для покращеного зчеплення, а подвійні хвилясті лінії розмітки візуально підсилюють спіралеподібний рух. Для інформування водіїв перед в'їздом передбачено дорожні знаки й інформаційні панелі зі схемою смуг і напрямків. Пішохідні переходи розташовані на підвищених платформах із тактильними смугами, а водовідведення здійснюється через лотки з ухилом 1,5 % до зливних колодязів.



Рис. 2.8. Схема планувального рішення турбо кільця (додати двохтисячку)

Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

2.4.2 Сильні й слабкі сторони

Сильні сторони

- Жорсткі делініатори створюють заздалегідь визначені смуги руху, що запобігає небезпечному зведенню траєкторій і знижує кількість конфліктних точок.
- Система фізичного бар'єрного розділення змушує водіїв в'їжджати в кільце на правильній смузі, що підвищує пропускну здатність завдяки відсутності перехресних маневрів .
- Зниження швидкості під'їзду без різких гальмувань, що зменшує тяжкість потенційних зіткнень і підвищує комфорт руху .
- Відсутність світлофорів усуває затримки на червоне світло та знижує час простою транспортних засобів.

Слабкі сторони

- Висока початкова вартість монтажу жорстких делініаторів, бетонних острівців і детальної розмітки порівняно зі звичайними кільцевими рішеннями.
- Необхідність у розширеному інформуванні водіїв: перед в'їздом потрібно чітко вказати, які смуги ведуть до потрібних напрямків, і навчити користувачів новій схемі руху.
- Вимоги до більшої площі під будівництво турбокільця, що може бути складно в умовах щільної міської забудови.
-

2.4.3 Аналіз результатів моделювання турбокільця

порівняльні показники середніх швидкостей, затримок та часу простою

Аналіз результатів транспортного моделювання показує, що впровадження турбокільця суттєво покращує безпекові та ефективні показники порівняно з існуючим хрестоподібним перехрестям.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							33
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

По-перше, середня швидкість руху в зоні перетину зросла з 23,68 км/год до 35,7 км/год, що знижує кінетичну енергію потенційних зіткнень і дає водіям більше часу на маневр.

По-друге, середній час затримки скоротився з 21,40 с до 2,02 с, а середній час простою (швидкість = 0) зменшився з 11,55 с до 0,07 с, що свідчить про практично відсутні черги та зменшення ризикових маневрів під час очікування.

Крім того, середня кількість зупинок на одне транспортне засіб зменшилася з 2,02 до 0,03, а загальна кількість зупинок — з 2 895 до 41, що забезпечує плавніший і передбачуваніший потік.

Нарешті, число потенційних конфліктних точок скоротилося з 51 до 27, що безпосередньо підвищує загальний рівень безпеки на перехресті.

Нижче наведено таблицю X із детальним порівнянням існуючого хрестоподібного перехрестя та запропонованого турбокільця, а також схему потенційних конфліктних точок із SSAM і картограму середніх швидкостей із PTV Vissim, які слугували основою для всебічного аналізу проектних рішень.

Порівняння результатів транспортного моделювання для існуючого стану та турбокільця:

Таблиця 2.2.

Показник	Існуючий	2 варіант	Од.виміру
Ср. Швидкість на перетині	37,68	30,7	Км/год
Ср. Час затримки	21,4	2,02	С.
Ср. час простою (швидкість=0)	11,55	0,07	С.
Ср. Кількість зупинок	2,02	0,03	Шт.
Кількість зупинок	2895	41	Шт.
Кількість конфліктних точок	51	27	Шт.

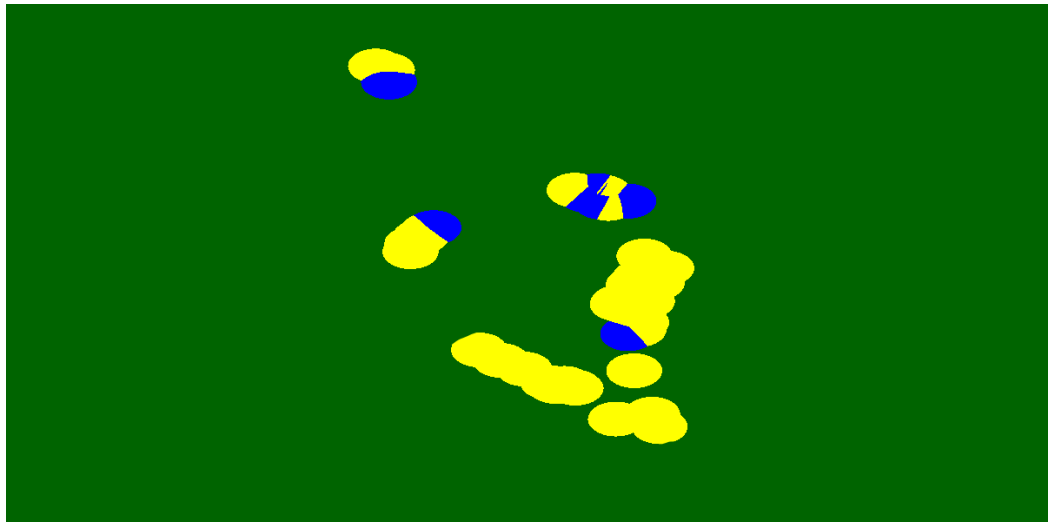


Рис. 2.9. - Схема конфліктних точок на турбокільці (результат розрахунків програми SSAM)

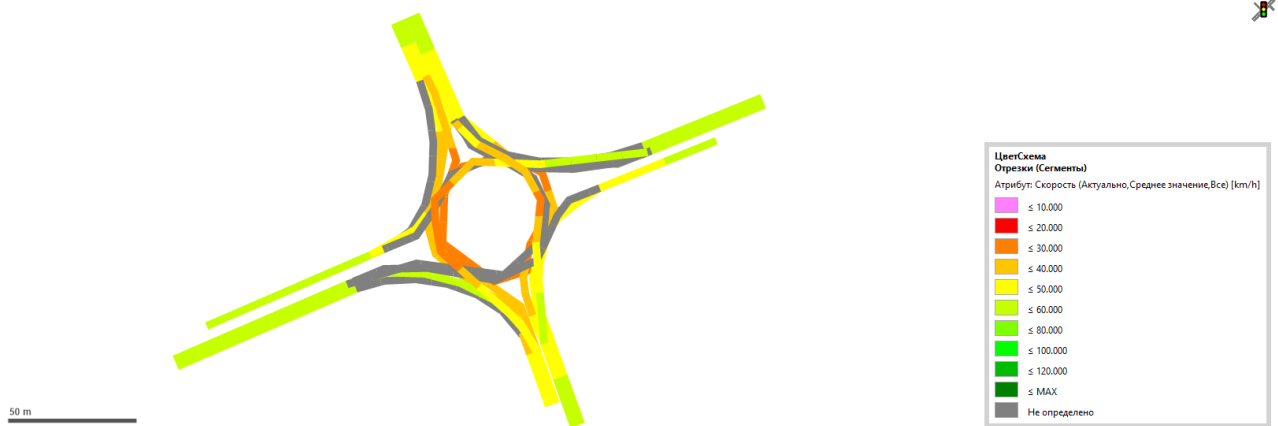


Рис. 2.10. - Картограма середньої швидкості на турбокільці (результат транспортного моделювання PTV Vissim)

2.5 Порівняльний аналіз проектних рішень та висновки

У цьому пункті роботи ми розглянемо не лише обсяги капіталовкладень і поточні експлуатаційні витрати, але й очікувані державні витрати через ДТП. Зокрема, ми обчислимо середню вартість однієї аварії і непрямі соціальні втрати, а також підсумуємо річну вигоду від зменшення кількості потенційних конфліктних точок.

2.5.1 Техніко-економічні показники

Кошторисно-фінансовий розрахунок будівництва перетину наведено в табл. 2.3., де зазначено обсяги ключових робіт: земляні роботи, укладання асфальту, монтаж

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							35
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

делініаторів і водовідвідних лотків. Для кожного проектного рішення розраховано одиничні розцінки з урахуванням матеріалів, трудових ресурсів та техніки, а також закладено 5 % на непередбачені витрати. Розрахунок охоплює основні інвестиційні витрати та прогнозовані річні експлуатаційні видатки, що дозволяє зіставити вкладені кошти з очікуваними безпековими вигодами.

Таблиця 2.3.

Кошторисно-фінансовий розрахунок

№ з/п	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт СКП	Загальна вартість, млн. грн. СКП	Обсяг робіт Турбокільце	Загальна вартість, млн. грн. Турбокільце
1.	Земляні роботи	м3	300	4385	1315500	4372	1311600
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м2	4500	6615,5	29769750	6510	29295000
3.	Влаштування дорожнього одягу тротуарів	м2	1500	2156,8	3235200	2156,8	3235200
4.	Влаштування водовідведення						
4.1.	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.	100000	480	48000000	480	48000000
4.2.	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	15000	14	210000	14	210000
5.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	1074	537000	1010,2	505100
6.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	15000	22	330000	16	240000
7.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м2	10000	1325	13250000	0	0

8.	Спеціальні конструктивні елементи						
8.1.	Делініатор	м2	2000			173,4	346800
8.2.	Припідняти пішохідний перехід	м2	9000			208	1872000
8.3.	Світловідбиваючі вставки	шт.	500			80	40000
Проміжна сума						96647450	85055700
8.	Перекладка підземних інженерних комунікацій	%	15%	$\Sigma(1-7) * 0,15$	14497117,5		12758355
Остаточна сума						111144567,5	97814055

Річні дорожні витрати

Річні дорожні витрати до реконструкції Д визначають як витрати, які складаються з щорічних витрат на реконструкцію, капітальний та поточний ремонт дорожнього одягу, а також утримання дорожнього покриття перетину і розраховуються за формулою:

$$D = 0,01 \cdot C_0 \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a, \quad (2.2)$$

$$D = 0,01 \cdot 27319500 \cdot (5 + 1) + 6071 \cdot 100 = 2246270 \text{ (грн)}$$

$$D_{\text{СКП}} = 0,01 \cdot 29769750 \cdot (5 + 1) + 6615,5 \cdot 100 = 2447735 \text{ (грн)}$$

$$D_{\text{Турбокільце}} = 0,01 \cdot 29295000 \cdot (5 + 1) + 6510 \cdot 100 = 2408700 \text{ (грн)}$$

де $C_{\text{од}}$ – вартість будівництва дорожнього одягу;

p_1 – щорічний процент відрахувань на реконструкцію та капітальний ремонт дорожнього одягу (у курсовому проєкті рекомендується приймати 5%);

p_2 – щорічний процент відрахувань на поточний ремонт дорожнього одягу (у курсовому проєкті рекомендується приймати 1%);

F – площа дорожнього покриття;

a – вартість утримання м² дорожнього покриття перетину.

Річні дорожні витрати після реконструкції Д' розраховуються за тією ж формулою з підставленням відповідних значень.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							37
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для оцінки ефективності влаштування СКП у порівнянні з іншою схемою організації дорожнього руху, доцільно розрахувати величину ΔD , на яку буде збільшено річні дорожні витрати після реконструкції, у порівнянні з ситуацією до неї:

$$\Delta D = D' - D, \quad (2.3)$$

$$\Delta D_{\text{СКП}} = 2447735 - 2246270 = 201465 \text{ (грн)}$$

$$\Delta D_{\text{Турбокільце}} = 2408700 - 2246270 = 162430 \text{ (грн)}$$

де ΔD – різниця дорожніх витрат до і після реконструкції, грн.

Річні транспортні витрати

Детальний розрахунок річних транспортних витрат наведено в додатку

Б. За результатами підрахунків річні транспортні витрати складають:

- До реконструкції 3,72 млн. грн
- Після проектування СКП 2,36 млн. грн
- Після проектування Турбокільця 2,33 млн. грн

2.5.2 Прогнозування аварійності та оцінка соціально-економічних втрат

Для оцінки ефективності запропонованих інженерно-планувальних рішень з точки зору безпеки дорожнього руху було здійснено прогноз кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), які можуть статися на розглянутому перетині впродовж року, а також розраховано очікувані соціально-економічні втрати для держави внаслідок цих ДТП.

Оскільки офіційна статистика щодо кількості фактичних аварій безпосередньо на перетині вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка у відкритому доступі відсутня, для проведення аналізу застосовано **емпіричний метод розрахунку**, який широко використовується в умовах обмеженої вихідної інформації. Такий підхід ґрунтується не на точних польових вимірюваннях, а на узагальненому практичному досвіді, типовій проектній методології та результатах моделювання.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							38
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийнято:

- Базова кількість ДТП: $N_0 = 5$ ДТП/рік
- Кількість конфліктних точок в існуючому стані: $K_0 = 51$
- Прийнятий середній розмір збитків від однієї дорожньо-транспортної пригоди: $C_c = 350\,000$ грн

Формули розрахунку

$$N = N_0 \cdot \frac{K}{K_0} \quad (2.4)$$

Де N – кількість ДТП на перехресті

N_0 - прогнозована кількість ДТП

K – кількість конфліктних точок на існуючому перетині

K_0 - кількість конфліктних точок на проектному рішенні

$$C = N \cdot C_0 \quad (2.5)$$

Де C – прогнозовані непрямі економічні збитки

C_0 – економічні збитки внаслідок ДТП

Розрахунок для СКП

$$N_{\text{СКП}} = 5 \times (38 / 51) = 3,73 \text{ ДТП/рік}$$

$$C_{\text{СКП}} = 3,73 \times 350\,000 = 1\,305\,500 \text{ грн}$$

Розрахунок для турбокільця

$$N_{\text{турбокільце}} = 5 \times (27 / 51) = 2,65 \text{ ДТП/рік}$$

$$C_{\text{турбокільце}} = 2,65 \times 350\,000 = 927\,500 \text{ грн}$$

Результати розрахунків свідчать, що впровадження саморегульованого кільцевого перетину дозволяє зменшити очікувану кількість ДТП приблизно на 25 % (з 5 до 3,73 випадків на рік), а турбокільця — майже на 47 % (до 2,65 ДТП/рік). У грошовому еквіваленті це забезпечує щорічну економію державних витрат на ліквідацію наслідків аварій: 1 305 500 грн/рік для СКП (економія становить 1 750 000

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							39
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

– 1 305 500 = 444 500 грн) та 927 500 грн/рік для турбокільця (економія — 822 500 грн).

Зменшення кількості конфліктних точок, яке було підтверджене результатами моделювання у PTV Vissim із подальшим аналізом у SSAM, є одним з основних факторів зниження рівня аварійності. Це ще раз підкреслює ефективність запропонованих інженерних рішень не лише з точки зору організації руху, а й економічної доцільності.

Таблиця 2.4.

Техніко-економічні показники

Показник	СКП	Турбокільце
Вартість будівництва, грн	111144567,5	97814055
Збільшення річних дорожніх витрат, тис. грн	201,465	162,430
Зменшення річних транспортних витрат, млн. грн	1,36	1,56
Термін окупності капіталовкладень	86,2	81,8
Коефіцієнт окупності капіталовкладень, %	1,16	1,22
Щорічні збитки від ДТП, грн	1 305 500	927 500
Всього	82 425 762	74 453 532

Таким чином, серед розглянутих варіантів організації руху турбокільце демонструє найвищу ефективність у підвищенні рівня безпеки дорожнього руху, що підтверджується найменшою кількістю конфліктних точок та прогнозованих ДТП.

Крім того, завдяки значному скороченню щорічних витрат держави від наслідків дорожньо-транспортних пригод, цей варіант також є економічно обґрунтованим рішенням, що поєднує інженерну доцільність з соціальною вигодою.

КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

Керівник _____
(підпис, дата)

(підпис, дата)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							41
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1 Світловідбиваючі елементи та підняті пішохідні переходи

Пішохідні переходи запроектовані у вигляді піднятих платформ висотою 10–12 см над рівнем проїзної частини з плавними підйомами (радіус — не менше 1,5 м), що дозволяє знизити швидкість транспорту перед кільцем. Поверхня виконується з асфальтобетону або фігурного мощення (ФЕМ) з контрастним маркуванням та інтегрованими світловідбиваючими вставками, які покращують помітність переходу у темну пору доби. Передбачено водовідвід вздовж бордюрів та зручні пониження для осіб з інвалідністю. Розміщення таких переходів перед в'їздом на кільце підвищує безпеку пішоходів і сприяє примусовому зниженню швидкості.



Рис. 3.1. Приклад світловідбиваючих елементів на пішохідних переходах



Рис. 3.2. Приклад піднятого пішохідного переходу

3.2 Делініатори на кільці

Для ефективного розподілу транспортних потоків на в'їздах і в середині кільця передбачено встановлення делініаторів — гнучких елементів з поліуретану або гуми висотою 75–100 мм. Вони обладнані світловідбиваючими вставками для забезпечення хорошої видимості вночі. Монтаж делініаторів здійснюється за допомогою анкерного кріплення або спеціального клею. Їх наявність обмежує хаотичне перестроювання, змушує водіїв дотримуватися визначеної траєкторії та підвищує безпеку і пропускну здатність кільця.



Рис. 3.3. Приклад делініатора

3.3 Планування поверхневого стоку

Система водовідведення проектується з урахуванням рельєфу, архітектурно-планувальних рішень та нормативів ДБН. Забезпечено необхідні поздовжні ухили (не менше 5‰ для асфальту) та рекомендовані поперечні ухили — 20‰ для проїзної частини і 10‰ для тротуарів. Така конфігурація дозволяє ефективно відводити дощову воду через лотки вздовж магістралей та з'їздів.

3.4 Розміщення зливоприймальних колодязів

Для організації водовідведення з поверхні проїзної частини передбачено розміщення

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							43
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

зливоприймальних колодязів у найнижчих точках магістралі. Розміщення враховує похил ділянки:

- до 4‰ — кожні 50 м,
- 4–6‰ — 60 м,
- 6–10‰ — 70 м,
- 10–30‰ — 80 м.

Рішення ухвалене на конструктивному рівні, без деталізованих гідравлічних розрахунків.

3.5 Перекладка інженерних мереж

Підземні інженерні мережі (водопровід, каналізація, енергопостачання тощо) прокладаються під тротуарами та в розділювальних смугах, у тому числі — в тунелях. У зоні розділювальних смуг запроєктовано елементи дощової каналізації. Розміщення комунікацій наведено на типовому поперечному профілі магістралі та на плані перетину (рис. X).

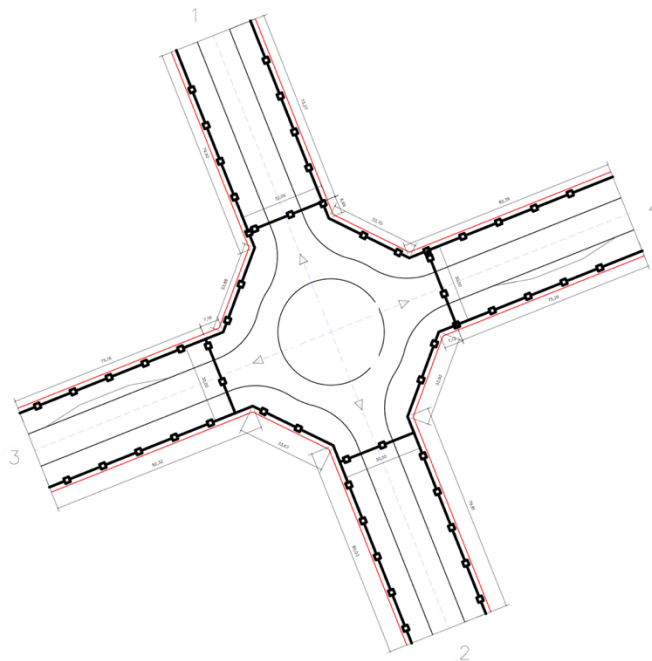


Рис. 3.4. План перекладки комунікацій

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		44

3.6 Освітлення магістралі

Опори зовнішнього освітлення розміщуються з обох боків проїзної частини з інтервалом 40 м. Особливу увагу приділено якісному освітленню пішохідних переходів і перехресть відповідно до вимог пп. 10.8–10.11 ДБН.

3.7 Озеленення в межах перетину

Зелені насадження покращують мікроклімат, знижують шум і кількість пилу. Водночас у межах трикутників видимості (перехрестя, пішохідні переходи) заборонено розміщувати рослини заввишки понад 0,5 м, тому в цих зонах рекомендовано газонне озеленення відповідно до п. 11.2–11.9 ДБН.

3.8 Конструкція дорожнього одягу

Тип дорожнього одягу визначено на основі техніко-економічного порівняння варіантів з урахуванням категорії вулиці, інтенсивності руху, кліматичних і ґрунтових умов, наявних матеріалів і вимог безпеки. Типову конструкцію представлено на рис. X згідно з п. 8 ДБН.

3.9 Облаштування зупинок громадського транспорту

Зупинки розташовуються після перехресть, на відстані 5–10 м від пішохідного переходу та не ближче ніж 20 м від перетину, що відповідає вимогам пп. 5.4.2–5.4.5 ДБН. Їх розміщення враховано на плані перетину.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							45
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему «Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка у м. Києві» було реалізовано повний цикл аналітичного, проєктного та техніко-економічного опрацювання транспортного вузла із застосуванням сучасних інженерних підходів.

На основі комплексного аналізу існуючого стану виявлено низький рівень безпеки на перехресті через значну кількість конфліктних точок (51), відсутність велосипедної інфраструктури, неефективне використання смуг руху через паркування, поганий стан покриття та недостатнє освітлення. Було також встановлено, що перехрестя є перевантаженим у години пік, що створює умови для виникнення ДТП.

У ході роботи проведено транспортне моделювання в програмі PTV Vissim із подальшим аналізом у SSAM, що дозволило кількісно оцінити потенційно небезпечні взаємодії між учасниками дорожнього руху. З урахуванням цього аналізу було розроблено два альтернативні інженерно-планувальні рішення: саморегульоване кільцеве перехрестя (СКП) та турбокільце.

Обидва варіанти продемонстрували значне покращення безпекових і експлуатаційних показників. Зокрема:

СКП зменшує кількість конфліктних точок до 38, прогнозовану кількість ДТП — до 3,73 випадків/рік, що дає щорічну економію у 444 500 грн державних витрат.

Турбокільце демонструє ще кращі результати — лише 27 конфліктних точок, очікувані 2,65 ДТП/рік, і щорічне скорочення збитків на 822 500 грн.

Окрім цього, турбокільце показало найкращі результати в динамічних показниках: найменший середній час затримки (2,02 с), практично нульовий час простою (0,07 с) та найнижчу кількість зупинок транспорту. Це свідчить не лише про підвищення безпеки, але й про покращення загальної ефективності роботи перетину.

Запропоновані інженерні рішення доповнено конструктивними заходами, такими як підняті пішохідні переходи з світловідбиваючими вставками, встановлення

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							46
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

делініаторів, влаштування велоінфраструктури та нової системи водовідведення. Усі елементи були запроєктовані з урахуванням актуальних норм ДБН та принципів універсального дизайну.

На підставі порівняльного аналізу доведено, що турбокільце є найбільш ефективним з погляду безпеки, пропускної здатності, економічної доцільності та адаптованості до міського середовища. Термін окупності цього рішення становить менше на 7 років, що робить його придатним для реалізації навіть в умовах обмеженого фінансування.

У підсумку, мета роботи була повністю досягнута. Запропоновані рішення дозволяють істотно зменшити аварійність на розглянутому перетині, покращити умови для всіх учасників руху та оптимізувати функціонування транспортної інфраструктури у відповідності до сучасних стандартів. Результати цієї роботи можуть бути використані як основа для впровадження аналогічних рішень на інших перехрестях міста Києва та України загалом.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							47
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Посилання на нормативно-правові акти, норми, стандарти та літературу

- ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – К.: Мінбудархітектури України, 2007. – 35 с.
- Закон України «Про охорону культурної спадщини». – К., 2000 (від 8 червня 2000 р. №1805-III).
- ДСТУ Б А.2.4.6-2009 СПДБ. Правила виконання робочої документації генеральних планів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 38 с.
- Осетрін М.М. Міські дорожньо-транспортні споруди: Навчальний посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 196 с.
- Закон України «Про транспорт». – К., 1994 (від 10.11.94 №233/94–ВР).
- ДБН Б.1.1-14:2012. Склад та зміст детального плану території. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 81 с.
- Биваліна М.В. Інженерний благоустрій міських територій: навч. посібник. – К.: КНУБА, 2014. – 214 с.
- Проектування схеми генплану міста: методичні рекомендації / М.М. Дьомін та ін. – К.: КНУБА, 2022. – 52 с.
- Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності». – К., 2011 (від 17.02.2011 р. №3038–VI).
- ДБН В 2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 55 с.
- ДСТУ Б А.2.4-29:2008 СПДБ. Автомобільні дороги. Земляне полотно і дорожній одяг. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
- Биваліна М.В. Інженерний благоустрій міських територій: метод. вказівки. – К.: КНУБА, 2022. – 104 с.
- Закон України «Про дорожній рух». – К., 1992 (від 28.01.93 №2953–XII).
- Проектування автомобільних доріг: Підручник у 2 ч. / За ред. О.А. Білятинського. – К.: Вища шк., 1997–1998. – Ч.1: 518 с., Ч.2: 416 с.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							48
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ДБН В.1.1-46:2017. Інженерний захист територій від зсувів і обвалів. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 46 с.
- Дендрофлора України. Довідник / Кохно М.А. та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 448 с.
- Чередніченко П.П. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст. – К.: КНУБА, 2002. – 180 с.
- Закон України «Про основи містобудування». – К., 1992 (від 16.11.1992 р. №2780–ХІІ).
- ДСТУ Б А.2.4-4:2009 СПДБ. Основні вимоги до проектної документації. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 70 с.
- Міські вулиці, дороги та транспорт: методичні вказівки / Осетрін М.М. та ін. – К.: КНУБА, 2013. – 28 с.
- ДБН Б. 2.2-5:2011. Благоустрій територій. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 61 с.
- Інженерна підготовка міських територій: Методичні вказівки / Приймаченко О.В. та ін. – К.: КНУБА, 2022. – 28 с.
- ДСТУ Б А.2.4-2:2009 СПДБ. Умовні позначки. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 31 с.
- Міські дорожньо-транспортні споруди: методичні вказівки / Осетрін М.М. та ін. – К.: КНУБА, 2023. – 60 с.
- Проектування території житлової забудови / Дьомін М.М. та ін. – К.: КНУБА, 2022. – 46 с.
- ДБН Б 2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 177 с.
- Проектування і розрахунок споруд інженерного захисту міських територій / Усаковський С.Б., Ніщук В.С. – К.: КДТУБА, 2009. – 36 с.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							49
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

Додаток А

Розрахунок ширини проїзної частини магістралей

Пропускна здатність однієї смуги руху транспорту на магістралі

Для цього розрахунку використовуємо формулу (3.1):

$$N_{\text{см}} = \frac{3600V_{\text{розр на маг}}}{l_a + l_6 + V_{\text{розр на маг}} t_p + (k_e - k_1) V_{\text{розр на маг}}^2 / [2g(\phi + f \pm i)]} \quad (3.1)$$

де $V_{\text{розр на маг}}$ – швидкість руху транспорту, яка приймається залежно від категорії магістралі та умов руху на ній, м/с (див. ДБН [1] табл. 5.1 п. 5.1.1 та згідно правил дорожнього руху для вулиць і доріг з регульованим рухом 50 км/год);

t_p – час реакції водія та період спрацювання гальмівної системи автомобіля (0,5 – 2,0 с).

l_a – довжина розрахункового автомобіля (5 м);

l_6 – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (2 – 5 м);

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування транспорту (1,5–1,7);

k_1 – коефіцієнт гальмування автомобіля в екстрених умовах (1,0 – 1,2);

g – прискорення вільного падіння (9,81 м/с²);

ϕ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїзної частини;

f – коефіцієнт опору коченню;

i – позовжній похил ділянки магістралі.

$$N_{\text{см}(1-2)} = \frac{3600 \cdot 16,7}{5 + 2 + 16,7 \cdot 1 + (1,6 - 1,1) \cdot 16,7^2 / [2 \cdot 9,81 \cdot (0,4 + 0,02 + 0,02)]} \\ = 1509 \text{ авто/год}$$

$$N_{\text{см}(3-4)} = \frac{3600 \cdot 16,7}{5 + 2 + 16,7 \cdot 1 + (1,6 - 1,1) \cdot 16,7^2 / [2 \cdot 9,81 \cdot (0,4 + 0,02 + 0,02)]} \\ = 1509 \text{ авто/год}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							50
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі

Для цього використовуємо формулу (3.2):

$$\delta = \frac{L}{L + V_p^2 / (2a) + V_p^2 / (2b) + V_p (t_{\text{ч}} + 2t_{\text{ж}}) / 2} \quad (3.2)$$

де L – відстань між сусідніми регульованими перетинами на магістралі, м;

a – прискорення автомобіля при розгоні (0,8 – 1,2 м/с²);

b – сповільнення автомобіля при гальмуванні (0,6 – 1,5 м/с²);

$t_{\text{ч}}$, $t_{\text{ж}}$ – тривалість червоного та жовтого сигналів світлофора для даної магістралі, с.

$$\delta_{1-2} = \frac{350}{350 + 16,7^2 / (2 \cdot 1) + 16,7^2 / (2 \cdot 1,05) + 16,7 \cdot (30 + 2 \cdot 3) / 2} = 0,38,$$

$$\delta_{3-4} = \frac{550}{550 + 16,7^2 / (2 \cdot 1) + 16,7^2 / (2 \cdot 1,05) + 16,7 \cdot (30 + 2 \cdot 3) / 2} = 0,6$$

Пропускна здатність смуги руху транспорту на магістралі з врахуванням впливу світлофорного регулювання

Враховуємо вплив світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралей, які перетинаються:

$$N'_{\text{см}} = N_{\text{см}} \cdot \delta, \quad (3.3)$$

де $N'_{\text{см}}$ – пропускна здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні;

δ – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі.

$$N'_{\text{см}(1-2)} = 1509 \cdot 0,38 = 574 \text{ (авто/год),}$$

$$N'_{\text{см}(3-4)} = 1509 \cdot 0,6 = 906 \text{ (авто/год),}$$

Кількість смуг руху транспорту на магістралях

Для цього використовуємо формулу (3.4):

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							51
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{N_{\text{розр}}}{N'_{\text{см}}}, \quad (3.4)$$

де n – необхідна кількість смуг руху транспорту в одному напрямку (отримана величина округляється в більший бік);

$N_{\text{розр}}$ – максимальна інтенсивність руху транспорту на магістралі в одному напрямку, авт./год;

$$N_{\text{розр (1-2)}} = 345 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{\text{розр (3-4)}} = 35 \text{ (авт/год)}$$

$$n_{1-2} = \frac{345}{574} = 0,56,$$

$$n_{3-4} = \frac{35}{906} = 0,04,$$

Приймаємо:

$n_{1-2} = 2$ смугу руху в одному напрямку,

$n_{3-4} = 2$ смугу руху в одному напрямку, не зменшуємо наявну кількість смуг руху

Пропускна здатність магістралей

Для цього використовуємо формулу (3.5):

$$N_{\text{маг}} = N'_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (3.5)$$

де k_n – коефіцієнт ефективності використання смуг руху транспортом, який приймаємо для однієї смуги руху за 1,0 (за відсутності на перегоні зупинок громадського транспорту або якщо їх влаштовано за межами проїзної частини в «кишенях»), для двох – 1,9, для трьох – 2,7, для чотирьох – 3,5.

$N'_{\text{см}}$ – встановлена величина пропускної здатності смуги руху транспорту, авт./год.

$$N_{\text{маг(1-2)}} = 574 \cdot 1,9 = 1091 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{\text{маг(3-4)}} = 906 \cdot 1,9 = 1722 \text{ (авт/год)}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							52
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умова забезпечення пропускної здатності магістралі

Для цього використовуємо формулу (3.6):

$$N_{\text{маг}} \geq N_{\text{розр}}, \quad (3.6)$$

Магістраль (1-2): $1091 > 345$,

Магістраль (3-4): $1722 > 35$,

Додаток Б

Розрахунок річних транспортних витрат

До реконструкції:

Витрати на проходження регульованого перехрестя будуть складатись з витрат на його проходження у вільному режимі і витрат від простоїв транспорту у світлофора. Для кожної магістралі вони визначаються за формулою:

$$\sum K = (\sum T_{\text{год}} + \sum T_{\text{дод}}) \times S, \quad (3.7)$$

$$\sum K = (6770 + 14795) \times 172,62 = 3722409 \text{ (грн)},$$

де $\sum T_{\text{год}}$ – сумарні витрати часу в межах стоп-ліній на перетині до реконструкції;

$\sum T_{\text{дод}}$ – сумарні витрати часу на переміщення від меж перетину до стоп-лінії на перетині до реконструкції;

S – прийнята вартість 1 години часу, грн.

Витрати часу в межах стоп-ліній на перетині до реконструкції визначаються за формулою:

$$T_{\text{год}} = N \cdot \frac{t_{\text{к}} + 2t_{\text{ж}}}{2 \cdot 3600 \cdot T_{\text{ц}}} ((t_{\text{к}} + t_{\text{ж}}) + 0,56V) \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (3.8)$$

$$T_{\text{год}1} = 270 \cdot \frac{30 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 66} ((30 + 3) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,1} = 2812 \text{ (авт/рік)}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							53
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{год}2} = 345 \cdot \frac{30 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 66} ((30 + 3) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,1} = 3281 \text{ (авт/рік)}$$

$$T_{\text{год}3} = 30 \cdot \frac{30 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 66} ((30 + 3) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,1} = 365 \text{ (авт/рік)}$$

$$T_{\text{год}4} = 35 \cdot \frac{30 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 66} ((30 + 3) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,1} = 536 \text{ (авт/рік)}$$

де $T_{\text{год}}$ – витрати через простій транспорту біля світлофорів при русі у відповідному напрямку, машино-год;

N – інтенсивність руху транспорту у відповідному напрямку, автом/год.

$t_{\text{к}}$ – тривалість червоного сигналу, с;

$t_{\text{ж}}$ – тривалість жовтого сигналу, с;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість світлофорного циклу, с;

V – розрахункова швидкість прямування на перетині, км/год;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

Розрахунки $T_{\text{год}}$ виконуються для кожного з входів на перетин окремо. Скільки вузол має входів, стільки ж буде розрахунків $T_{\text{год}}$:

$$\sum T_{\text{год}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n, \quad (3.9)$$

$$\sum T_{\text{год}} = 2812 + 3281 + 312 + 365 = 6770 \text{ (авт/рік)}$$

Втрати часу на переміщення від меж перетину після реконструкції до стоп-лінії на перетині до реконструкції визначаються за формулою:

$$T_{\text{дод}} = N_i \cdot \frac{s}{V} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (3.10)$$

$$T_{\text{дод}1}^{\text{вх}} = 270 \cdot \frac{93,5}{8,33} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{0,1} = 3073 \left(\frac{\text{авт}}{\text{рік}} \right)$$

$$T_{\text{дод}1}^{\text{вих}} = 300 \cdot \frac{93,5}{8,33} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{0,1} = 3414 \left(\frac{\text{авт}}{\text{рік}} \right)$$

$$T_{\text{дод}2}^{\text{вх}} = 345 \cdot \frac{93,5}{8,33} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{0,1} = 3585 \left(\frac{\text{авт}}{\text{рік}} \right)$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							54
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{дод}_2}^{\text{вих}} = 320 * \frac{93,5}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 3642 \left(\frac{\text{авт}}{\text{рік}}\right)$$

$$T_{\text{дод}_3}^{\text{вх}} = 30 * \frac{93,5}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 341 \left(\frac{\text{авт}}{\text{рік}}\right)$$

$$T_{\text{дод}_3}^{\text{вих}} = 30 * \frac{93,5}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 341 \left(\frac{\text{авт}}{\text{рік}}\right)$$

$$T_{\text{дод}_4}^{\text{вх}} = 35 * \frac{93,5}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 398 \left(\frac{\text{авт}}{\text{рік}}\right)$$

$$T_{\text{дод}_4}^{\text{вих}} = 30 * \frac{93,5}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 341 \left(\frac{\text{авт}}{\text{рік}}\right)$$

де N_i – інтенсивність руху транспорту у відповідному напрямку, авт/год;
 S – відстань від меж перетину після реконструкції до стоп-ліній на перетині до реконструкції у відповідному напрямку, м;
 β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

Розрахунки $T_{\text{дод}}$ виконуються для кожного з входів та виходів на перетин окремо. Скільки вузол має входів та виходів, стільки ж буде розрахунків $T_{\text{дод}}$:

$$\sum T_{\text{год}} = 3073 + 3414 + 3585 + 3642 + 241 + 341 + 398 + 341 = 14795 \left(\frac{\text{авт}}{\text{рік}}\right)$$

Після проектування СКП

Для зручності підрахунків доцільніше спочатку визначити для кожного напрямку вулиць витрати від простою транспорту біля світлофорів, а потім вести підрахунки річних транспортних витрат, якщо заповнити форми-таблиці – 5, 6 та 7 (і для регульованого перехрестя, і для саморегульованого кільцевого перехрестя).

Таблиця 3.1.

Таблиця інтенсивності руху транспорту в «години-пік» на перетині магістралей за напрямками, авт./год (береться згідно з завданням на проектування)

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)			
	1	2	3	4
1	0	255	0	15
2	300	0	30	15
3	0	30	0	0

4	0	35	0	0
---	---	----	---	---

Таблиця 3.2.

Таблиця витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками, с

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)			
	1	2	3	4
1	0	19,6	0	24,1
2	19,6	0	23,9	15,1
3	0	15,1	0	0
4	0	24,1	0	0

де N_{ij} – інтенсивність руху транспорту в ij -напрямку, авт./год.

T_{ij} – час, який витрачає автомобіль для проходження перетину в його межах ij -напрямку, с.

Таблиця 3.3.

Таблиця підрахунку витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години „пік”, с

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)				Всього за напрямками в'їзду
	1	2	3	4	
1	0,0	4994,2	0,0	361,8	5356,0
2	5875,5	0,0	717,0	226,0	6818,5
3	0,0	452,0	0,0	0,0	452,0
4	0,0	843,7	0,0	0,0	843,7
Всього за напрямками виїзду	5875,5	6289,9	717,0	587,7	13470,1

Для отримання показників клітинок табл. 7 необхідно перемножити показники відповідних клітинок табл. 5 і 6. Підбивши суму клітинок останнього рядка отримаємо в правій нижній клітинці табл. 7 величину підсумкових річних витрат часу на рух транспорту в межах перетину, а зробивши суму клітинок останнього правого стовпчика, отримаємо можливість зробити контроль цих обчислень.

Річні транспортні витрати $\Sigma K'$ на рух транспорту в межах перетину визначають за формулою:

$$\Sigma K' = \sum_{i=1}^{i=n} N_{\text{заг}} / 3600 * \frac{365}{\beta} * S, \quad (3.11)$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$\Sigma K' = \frac{13470,1}{3600} \cdot \frac{365}{0,1} \cdot 172,62 = 2357509,9 \text{ (грн)}$$

де N_{ij} – річна інтенсивність руху транспорту через перетин в ij -напрямку (i -напрямок в'їзду до перетину, а j -напрямок виїзду з нього), авт./год;

T_{ij} – затрати одного екіпажу на рух транспорту в межах перетину в ij -напрямку, грн/год;

S – прийнята вартість 1 години часу, грн/год;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

Очікуваний соціально-економічний ефект від реконструкції ΔK встановлюється наступним чином:

$$\Delta K = K - K', \quad (3.12)$$

$$\Delta K = 3722409 - 2357509,9 = 1364898,5 \text{ (грн)}$$

Після проектування Турбокільця

Таблиця 3.4.

Таблиця інтенсивності руху транспорту в «години-пік» на перетині магістралей за напрямками, авт./год (береться згідно з завданням на проектування)

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)			
	1	2	3	4
1	0	255	0	15
2	300	0	30	15
3	0	30	0	0
4	0	35	0	0

Таблиця 3.5.

Таблиця витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками, с

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)			
	1	2	3	4
1	0	19,4	0	23,7
2	19,4	0	23,8	14,8
3	0	14,8	0	0
4	0	23,8	0	0

Таблиця 3.6.

Таблиця підрахунку витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години „лік”, с

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)				Всього за напрямками в'їзду
	1	2	3	4	
1	0,0	4947,0	0,0	355,5	5302,5
2	5820,0	0,0	714,0	222,0	6756,0
3	0,0	444,0	0,0	0,0	444,0
4	0,0	833,0	0,0	0,0	833,0
Всього за напрямками виїзду	5820,0	6224,0	714,0	577,5	13335,5

Річні транспортні витрати $\Sigma K'$ на рух транспорту в межах перетину визначають за формулою:

$$\Sigma K' = \sum_{i=1}^{i=n} N_{\text{заг}} / 3600 * \frac{365}{\beta} * S, \quad (3.13)$$

$$\Sigma K' = \frac{13335,5}{3600} \cdot \frac{365}{0,1} \cdot 172,62 = 2333945,9 \text{ (грн)}$$

Очікуваний соціально-економічний ефект від реконструкції ΔK встановлюється наступним чином:

$$\Delta K = K - K', \quad (3.14)$$

$$\Delta K = 3722409 - 2333945,9 = 1560266 \text{ (грн)}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							58
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		