

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування  
Кафедра міського будівництва

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему

**«Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вулиці  
Соборна та Великої Кільцевої вулиці у м. Києві»**

**Нікушин Нікіта Євгенович**

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування  
Кафедра міського будівництва

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

Доцент Приймаченко О.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему

**«Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вулиці Соборна  
та Великої Кільцевої вулиці у м. Києві»**

Виконав студент групи МБГм-23-1 Нікушин Н.Є.  
Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
ОП: Міське будівництво та господарство

Керівник: професор Осетрін М.М  
Асистент: старший викладач Беспалов Д.О.

м. Київ –2024



3.6 Розміщення дощеприймальних колекторів.....	60
3.7 Перекладка підземних інженерних мереж .....	61
3.8 Визначення обсягів земляних робіт .....	62
3.9 Проведення аналізу результатів макро- та мікромоделювання .....	65
3.11 Визначення транспортно-експлуатаційних витрат існуючого перетину .....	68
3.12 Визначення транспортно-експлуатаційних і техніко-економічних показників проєкту.....	69
Висновки третього розділу .....	76
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК .....	78
ДОДАТКИ .....	83

									Лист
									3
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **урбаністики та просторового планування**

Кафедра: **міського будівництва**

Освітньо-кваліфікаційний рівень: **магістр за ОПІ**

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Спеціалізація: «Міське будівництво і господарство»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету:

К.т.н. доцент Мамедов Алірза

Махмудович огли

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА  
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Нікушину Нікіті Євгеновичу

1. Тема проєкту «Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Соборна та Кільцевої дороги у м. Києві»

затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_\_ від « \_\_\_ » 20\_\_ року

2. Керівник проєкту проф. Осетрін М.М., ст. викл. Беспалов Д.О.

3. Строк подання студентом роботи до захисту 24 грудня 2024 року

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р.1. Встановлення ролі безпеки руху в оцінці ефективності транспортної системи міста Київ; Аналіз законодавчої та нормативної бази щодо забезпечення безпеки руху в місті Київ; Аналіз вулично-дорожньої мережі міста; Формування умов, які забезпечують безпеку руху на вулично-дорожній

									Лист
									4
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

мережі міста Київ; Обґрунтування вибору об'єкту дослідження; Збір вихідних даних.

Р.2. Встановлення оцінки інженерно-планувального рішення об'єкту дослідження щодо забезпечення організації руху та пішоходів.

Р.3. Розробка пропозицій щодо покращення об'єкту дослідження; Оцінка безпеки руху варіантів інженерного планування з використанням транспортного моделювання.

#### 5. Графічні матеріали за розділами:

Р.1. Мета і завдання дослідження; Існуючі поперечні профілі; Розташування об'єкту дослідження в планувальній системі м. Київ, первинний аналіз безпеки дорожнього руху.

Р.2. Дослідження факторів безпеки дорожнього руху, Аналіз існуючого стану вулиць Велика Кільцева і Соборна.

Р.3. Варіант ланувального рішення I SWOT аналізу; Варіант ланувального рішення II SWOT аналізу; Дослідження транспортно-експлуатаційних показників планувальних рішень за допомогою мікромоделювання; Дослідження транспортно-експлуатаційних показників планувальних рішень за допомогою макромоделювання; Дослідження безпеки руху існуючого стану та проектних рішень; Прийнятий варіант проектного рішення; Поперечні профілі; Поздовжні профілі; Вертикальне планування; Порівняльний аналіз; Висновки.

#### 6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	20.10.2024
Розділ 1. Аналітична частина	30.10.2024
Розділ 2. Науково-дослідницька частина	9.11.2024
Розділ 3. Розрахуново-планувальні рішення	23.11.2024
Висновки	24.11.2024

										Лист
										5
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

Список літератури	25.11.2024
Остаточне оформлення роботи	12.12.2024
Відправлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	19.12.2024
Попередній захист роботи на кафедрі	17.12.2024

### 7. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 1	ст. викл. Беспалов Д.О		
Розділ 2	ст. викл. Беспалов Д.О		
Розділ 3	ст. викл. Беспалов Д.О		

### 8. Дата видачі завдання 13 березня 2024 року

Зав кафедри \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_

<b>РЕЗЮМЕ</b> (summary) до кваліфікаційної випускної роботи студента		Нікушина Нікити Євгеновича Nikushyn Nikita	
Назва ВНЗ	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема	Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вулиці Соборна та Великої Кільцевої вулиці у м. Києві/ Increasing the level of road safety at the intersection of Soborna Street and Velika Kiltseva Street. Kyiv		
Освітній ступінь	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання		
Факультет	Урбаністики та просторового планування		
Кафедра	Міського будівництва		
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма/група	а Міське будівництво та господарство / МБГм23-1		
<b>Керівник</b>	професор Осетрін Микола Миколайович ст. викл. Беспалов Дмитро Олександрович		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор	Розділів	креслень формату А1
	85	3	14
Розділ 1 Аналітична частина	Встановлення ролі безпеки руху в оцінці ефективності транспортної системи міста Київ; Аналіз законодавчої та нормативної бази щодо забезпечення безпеки руху в місті Київ; Аналіз вулично-дорожньої мережі міста; Формування умов, які забезпечують безпеку руху на вулично-		

										Лист
										7
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

	дорожній мережі міста Київ; Обґрунтування вибору об'єкту дослідження; Збір вихідних даних.
Розділ 2 Науководослідна частина	Встановлення оцінки інженерно-планувального рішення об'єкту дослідження щодо забезпечення організації руху та пішоходів.
Розділ 3 Проектноконструктивні рішення	Розробка пропозицій щодо покращення об'єкту дослідження; Оцінка безпеки руху варіантів інженерного планування з використанням транспортного моделювання.
Висновки	Розроблені та впроваджені пропозиції щодо підвищення безпеки руху об'єкту проектування внаслідок влаштування планувального рішення в трьох рівнях задля розподілення транспортних потоків за напрямками та розділення різних типів користувачів користувачів. Це посприяло збільшенню рівня безпеки перетину на 70%.
<b>Ключові слова:</b> Довговічність, SSAM, Розподіл транспортного потоку, Багаторівневий перетин, Елементи транспортної мережі, Вулично-дорожня мережа Київа.	

Укладач \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024

										Лист
										8
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

## ВСТУП

Життя і здоров'я – найголовніший скарб кожної людини, тому необхідно зауважити, що безпека – це одна з основних потреб людини. Частиною такого глобального поняття як безпека є аспект, особливо актуальний в міському середовищі, це безпека дорожнього руху.

В Україні загалом один із найвищих рівнів смертності та травматизму внаслідок дорожньо-транспортних пригод у Європі. В столиці цей показник в 3 рази більше ніж в середньому по країні. Організація безпеки дорожнього руху залишається на низькому рівні, що неодноразово відзначали у своїх звітах експерти ВООЗ, Світового банку та інших міжнародних організацій. Особливе занепокоєння викликає той факт, що в 2016 році понад 42,6% загиблих у ДТП становили пішоходи та велосипедисти. Дорожньо-транспортні пригоди в Україні є провідною причиною смертності серед молоді віком 15–24 років і другою за поширеністю причиною смерті серед дітей 5–14 років [1].

Тому основною метою проекту буде запропонувати заходи щодо підвищення безпеки дорожнього руху на вулично-дорожній мережі Києва.

Предмет дослідження – заходи щодо підвищення безпеки дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міста Київ

Об'єкт дослідження – перетин вулиць Велика Кільцева та Соборна, як елемент вулично-дорожньої мережі Києва.

Задачі проекту:

1. Встановити роль безпеки руху в оцінці ефективності транспортної системи міста Києва;

									Лист
									9
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

2. Сформулювати умови які забезпечують безпеку руху на вулично-дорожній мережі міста;
3. Проаналізувати законодавчу та нормативну базу щодо забезпечення безпеки руху в містах;
4. Проаналізувати вулично-дорожню мережу міста і обґрунтувати вибір об'єкту досліджень;
5. Зібрати вихідні дані щодо об'єкту дослідження;
6. Дати оцінку інженерно планувального рішення об'єкту дослідження щодо забезпечення ефективності організації руху транспорту та пішоходів;
7. Розробити пропозиції щодо покращення роботи об'єкту дослідження;
8. Дати оцінку безпеки руху на прийнятому варіанті інженерно планувального рішення перетину з використанням транспортного моделювання;
9. Надати висновки стосовно використання заходів щодо покращення ефективності роботи вулично-дорожньої мережі міста.

										Лист
										10
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

## АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Керівник: \_\_\_\_\_

(підпис, дата)

\_\_\_\_\_

(підпис, дата)

									Лист
									11
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

## **1.1 Встановлення ролі безпеки руху в оцінці ефективності транспортної системи міста Київ**

Міжнародний та вітчизняний досвід оцінки транспортної системи міста показує, що базовими показниками ефективності є мінімізація транспортних витрат, екологічність та безпека руху. Ці показники допомагають визначити, наскільки ефективно транспортна система задовільняє потреби мешканців і підтримує розвиток міської інфраструктури.

Необхідність врахування безпеки руху в оцінці ефективності транспортної системи міста наряду переплітається з двома іншими факторами. В залежності від стану безпеки на дорозі залежить не тільки життя і здоров'я людей, а також економічні і екологічні аспекти, при виникненні аварії на певних ділянках дороги, особливо в «годину пік» виникають затори. Це породжує додаткові витрати палива і часу людей, що веде за собою підвищення транспортних витрат, викиду шкідливих речовин, а також призводить до нерівномірного навантаження на дорожню мережу.

Транспортну систему не можна назвати ефективною і працюючою належним чином без врахування впливу безпеки дорожнього руху у зв'язку з тим, що він вносить свої корективи.

Методами оцінки безпеки руху в місті є ведення офіційної статистики, дослідження якості інфраструктури (наявність підземних пішохідних переходів, велоінфраструктури тощо), опитування громадськості.

## **1.2 Аналіз законодавчої та нормативної бази щодо забезпечення безпеки руху в місті Київ**

Безпека дорожнього руху – це сукупність правил, заходів і засобів, створених для забезпечення умов безпечного пересування. Необхідність дотримання цих елементів спрямоване на захист життя та здоров'я всіх учасників руху.

									Лист
									12
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

Аналіз законодавчої та нормативної бази щодо забезпечення безпеки руху включає вивчення певної кількості літератури, спрямованої на регулювання безпеки дорожнього руху, а також систематизацію норм і правил для ефективного запобігання дорожньо-транспортним пригодам (ДТП).

Законодавча база щодо забезпечення безпеки руху регламентується наступними документами:

- Закон України "Про дорожній рух";
- Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності»;
- Закон України «Про транспорт»;
- Національна транспортна стратегія України до 2030 року;
- Правила дорожнього руху України (ПДР).

Нормативна база розроблена задля забезпечення безпеки руху регламентується наступними ключовими документами:

- ДБН Б 2.2-12:2019. – "Планування та забудова територій";
- ДБН В.2.3-5:2018 – "Вулиці та дороги населених пунктів";
- ДБН В.2.3-4:2015 – "Автомобільні дороги";
- ДБН Б.2.3-12:2011 – "Проектування вулично-дорожньої мережі";
- ДБН В.2.3-15:2007 – "Автомобільні дороги. Споруди транспортних розв'язок на різних рівнях";
- ДБН В.2.3-6:2009 – "Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Вимоги до охорони навколишнього середовища";
- ДБН В.2.3-22:2009 – "Мости та труби. Основні положення";
- ДСТУ Б В.2.3-11-2004. – "Споруди транспорту. Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови";
- ДСТУ Б В.2.3-12-2004. – "Споруди транспорту. Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови";
- ДБН В.2.5-28-2018. – " Природне і штучне освітлення";

									Лист
									13
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				



Вулично-дорожня мережа Києва за даними Київської міської ради складається з 2330 вулиць загальною довжиною понад 1667 км. [2]

Через постійне зростання рівня автомобілізації місто постійно потерпає від заторів і ця ситуація погіршується. Це обумовлено тим, що значна кількість перетинів не може забезпечити необхідну пропускну здатність. Також необхідно звернути увагу на рівень маятникових кореспонденцій з агломерації Києва, яка щодня складає орієнтовно 500-700 тисяч осіб, пересування яких відбувається переважно в «години пік».

Тому в «годину пік» вулиці міста мають низьку швидкість, високу щільність транспортного потоку. У зв'язку з цим виникає додатковий ризик виникнення ДТП у зв'язку з різким гальмуванням при русі в заторі.

Хоча найбільшу небезпеку для життя складають саме ділянки з високою дозволеною швидкістю, це магістралі загальноміського і районного значення. За даними патрульної поліції [3] за 2023 рік у Києві відбулося 1894 аварії з загиблими і травмованими, серед яких рівень смертності 5,4%. Показник кількості ДТП має тенденцію зростати, наприклад показники 2022 року на 27,5% менший за показники наступного.

Якщо брати приблизний розрахунок по кількості населення у місті (3,13 сотень тисяч [4]) за 2023 і кількості загиблих у ДТП (103 [3]) ми отримаємо показник – 32,87 померлих внаслідок ДТП на сто тисяч населення. Цей показник є значно вищий за показники інших країн та навіть середніх даних по Україні за даними від WorldLifeExpectancy [5], що наведені в наступній таблиці:

									Лист
									15
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

Таблиця 1.1

Статистика смертності в ДТП в європейських країнах(на 100 тис. населення)

Швеція	2,49	Франція	4,86	Румунія	7,89
Великобританія	2,58	Словенія	5,75	Польща	7,93
Нідерланди	2,81	Естонія	5,94	Хорватія	8,22
Швейцарія	2,82	Чехія	5,97	Туреччина	8,85
Данія	2,89	Португалія	6,11	Латвія	8,85
Норвегія	2,93	Угорщина	6,22	Чорногорія	9,01
Іспанія	2,94	Сербія	6,38	<b>Україна</b>	<b>9,11</b>
Ісландія	3,24	Болгарія	6,40	Молдова	9,90
Німеччина	3,54	Бельгія	6,61	Білорусь	11,16
Фінляндія	3,73	Люксембург	6,71	Литва	11,34
Ірландія	4,01	Греція	7,00	Албанія	12,32
Італія	4,72	Македонія	7,02	Росія	15,85
Австрія	4,74	Словаччина	7,30		

Більшість транспортних перетинів в Києві мають світлофорне регулювання, деякі вулиці загальноміського значення збудовані на естокадах, або включають багаторівневі перетини протягом своєї довжини.

Вздовж доріг часто встановлюються відбійники чи відсвічувальні стовбці.

Пішоходні переходи в більшості своїй мають наземний характер, також часто можна зустріти підземні переходи, особливо поблизу магістралей загальноміського та районного руху.

Проблемою в центральній частині міста може назвати припарковані машини вздовж крайніх смуг.

## 1.4 Аналіз факторів забезпечення безпеки руху

### 1.4.1 Аналіз аварійності на автомобільних вулицях і дорогах

#### України

Кількість смертельних дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в Україні вчетверо перевищує показники країн деяких Європейського Союзу. Щодня

										Лист
										16
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата					

внаслідок ДТП в нашій країні понад 100 осіб отримують травми, а понад 10 – втрачають життя.

Основними причинами транспортних нещасних випадків є такі:

1. Незадовільний стан доріг та дорожньої інфраструктури.
2. Порушення правил дорожнього руху та перевезення пасажирів.
3. Недотримання режиму праці та відпочинку водіями.
4. Ігнорування правил та вимог безпеки.
5. Технічна несправність або зношення транспортних засобів.
6. Керування транспортом у стані алкогольного сп'яніння [6].

Найпоширенішими видами дорожньо-транспортних пригод є:

- зіткнення транспортних засобів – 29,8%;
- перекидання транспортних засобів – 17,6%;
- наїзд на перешкоду – 5,2%;
- наїзд на пішохода – 36,8%;
- наїзд на велосипедиста – 2,9%;
- падіння пасажирів – 1,5%;
- інші події – 1,6%.

Більше 66% усіх автотранспортних правопорушень спричиняються діями водіїв, тоді як 25–30% стаються з вини пішоходів [7].

Варто зазначити, що, за даними Національної поліції, у 2020 році на дорогах України сталося 168 тисяч ДТП, що на 4,6% більше порівняно з 2019 роком [8]. Найпоширеніші причини ДТП в Україні:

1. Перевищення швидкості – 34%;
2. Порушення правил маневрування – 22%;
3. Недотримання правил проїзду перехресть – 8,5%;
4. Ігнорування безпечної дистанції – 7,5%;
5. Порушення правил проїзду пішохідних переходів – 6%;

									Лист
									17
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

6. Керування транспортом у стані алкогольного сп'яніння – 5% [8].

У населених пунктах найпоширенішою причиною ДТП є наїзд на пішоходів. Щороку внаслідок таких пригод травмується близько 10 тисяч осіб. За останні п'ять років травм зазнали близько 60 тисяч пішоходів. У містах понад половину ДТП стається на перехрестях, що зумовлено злиттям транспортних потоків. Це створює конфліктні ситуації, які значно підвищують ризик аварій [8].

#### **1.4.2 Дослідження частоти виникнення ДТП за типом конфліктної точки**

Під час дослідження роботи В. Єрєсова, Я. Рябеця «Удосконалені методики оцінки руху потенційної безпеки дорожнього руху» [9] авторами були проведені дослідження конфліктності дорожнього руху на вулично-дорожній мережі України відповідно до періоду з 1999-2003 рік. Обсяг вибірки становив понад 1000 перехресть. Узагальнені дані стали основою для створення більш розгорнутої кількості типів взаємодії між учасниками дорожнього руху, що включає пішоходів.

У результаті авторами були виділені вісім типів конфліктних точок, з яких чотири – з пішоходами і чотири – з транспортними засобами:

а – перехрещення транспортних потоків. Утворення конфліктної точки пов'язане з перпендикулярним перехрещенням руху транспортних засобів, частота виникнення ДТП в цьому типі є найбільшою і складає 20,6 %.

б – злиття транспортних потоків. Конфліктна точка утворюється внаслідок вливання потоку транспортних засобів на спільну смугу руху, частота виникнення ДТП в цьому типі дорівнює 14,8 %.

с – розгалуження транспортних потоків. Відсоток виникаючих ДТП у цих конфліктних точках відповідно результатів дослідження є найнижчою і складає 1,5 %.

									Лист
									18
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

d – зіткнення транспортних засобів перед стоп-лінією. Ця конфліктна точка частіше всього утворюється на регульованих перетинах, також в місцях частих заторів. Частіше всього це стається внаслідок різкого гальмування перед регульованим перетином, хоча і рідше виникає через неуважність водіїв в заторах. Показник поширення є середнім й складає 10,7 % від.

e – перехрещення пішохідних і транспортних потоків при в'їзді останніх на перехрестя. Конфліктна точка виникає на в'їздах на перехрестя, виникаючий відсоток ДТП становить 12,6 %.

f – перехрещення пішохідних і транспортних потоків при виїзді останніх із перехрестя. ДТП конфліктної точки f виникають доволі часто у зв'язку з намірами водіїв завершити початий маневр і складає 24,4 %.

g – перехрещення пішохідних і транспортних потоків при повороті останніх праворуч. Частота виникнення ДТП складає 8,6 %.

h – перехрещення пішохідних і транспортних потоків при повороті останніх ліворуч. Це найнижчий показник частоти виникнення ДТП, частка якої дорівнює 6,5%.

Можна зробити висновок, що найнебезпечнішою конфліктною точкою на перетині є перехрещення транспортних потоків. Це наштовхує на думку впливу багатьох факторів, як наприклад циклу світлофорного регулювання, актуальності дорожніх знаків, стану окремих елементів дорожньої інфраструктури, а найголовніше забезпечення трикутників видимості.

Для досліджуваного перетину характерними типами конфліктних точок, за класифікацією В. Єрєсова, Я. Рябеця, будуть злиття транспортних потоків, розгалуження транспортних потоків, перехрещення пішохідних і транспортних потоків при повороті останніх праворуч.

Якщо підрахувати показники отримані дослідниками виходить, що частка, яка припадає для ДТП з участю пішоходів складає 52,1 %. В результаті

										Лист
										19
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

можна зробити висновок щодо доцільності не допускати конфліктних точок з участю пішоходів, а саме провести відокремлення пішохідного потоку від транспорту.

В особливості природи пішохідної інфраструктури вона вимагає надання їй достатнього рівня зручності й безбар'єрності, хоча подібні вимоги створюють зони підвищеної небезпеки для життя пішоходів. Варіант створення переходу в іншому рівні дозволяє ізолювати пішохідний і транспортні потоки один від одного, хоча все одно існують випадки нехтування існуючою інфраструктурою. Тому задля мінімізації шкоди здоров'ю пропонується, за можливості, виконати обмеження швидкості руху транспорту до 30км/год відповідно до концепції Vision Zero [10].

#### **1.4.3 Аналіз елементів вулиць і доріг та їх вплив на безпеку дорожнього руху**

Облаштування основних елементів доріг включає ряд елементів, які забезпечують належні умови для безпечного пересування транспорту. Ось детальніше про основні з них:

Освітлення – важливий елемент для створення сприятливих умов для безпечного руху транспорту і пішоходів, особливо в темний час доби чи за поганих природніх умов.

Дорожні знаки – вони надають важливу інформацію водіям, вони поділяються на групи: попереджувальні, знаки пріоритету, заборонні, наказові, інформаційно-вказівна, знаки сервісу, таблички до дорожніх знаків. Знаки повинні бути розміщені з забезпеченням умов їх видимості, розташування на певні висоті, з забезпеченням прямого зорового контакту. Знаки виготовляються зі світловідбиваючих матеріалів, що дозволяє ефективно сприймати інформацію у темний час доби. Важливим критерієм є встановлення знаків, що відповідають актуальним дорожнім умовам і були

									Лист
									20
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

чітко зрозумілі водіям. Пошкоджені або неправильно розміщені знаки можуть вводити водіїв в оману, що збільшує ймовірність аварій.

Огородження – за функціональним призначенням поділяються на регулювальні та захисні. Захисні запобігають виїзду транспортних засобів за межі проїжджої частини, зменшують наслідки зіткнень і спрямовують транспорт на безпечну траєкторію. Вони встановлюються на небезпечних ділянках, таких як круті повороти, мости, високі узбіччя та медіани між протилежними напрямками руху. Регулювальний тип огороження призначений для направлення пішохідних потоків, наприклад у заборонених для переходу місцях.

Кожен із цих елементів відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки дорожнього руху, знижуючи ймовірність виникнення аварій і пом'якшуючи їх наслідки.

Стан дороги та її елементів має прямий вплив на безпеку дорожнього руху. Ось основні фактори, що визначають її стан:

Цілісність дорожнього покриття, а саме відсутність ям, тріщин чи інших пошкоджень знижує ризик виникнення непередбачуваних маневрів, покращує зчеплення між шинами та дорогою, що особливо важливо під час дощу або в зимовий період. Це також сприяє зниженню навантаження на увагу водія і зменшенню швидкості зношення покриття.

Наявність бар'єрів безпеки та огорож на небезпечних ділянках чи вздовж високошвидкісних магістралей, штучних споруд.

Чітка, неперервна та актуальна розмітка є важливим елементом для сприйняття ситуації на дорозі. Розмітка повинна бути чітко видимою навіть за умов низької освітленості та поганої погоди. Регулярне оновлення розмітки є важливим заходом для забезпечення безпеки, особливо на ділянках з високим

									Лист
									21
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

транспортним потоком та в місцях, де вона швидко втрачає свої властивості. Це дозволяє підтримувати ефективність розмітки та знижує ризик аварій.

Отже, стан дорожнього покриття, знаків та розмітки комплексно впливає на безпеку дорожнього руху, оскільки ці елементи визначають здатність водіїв ефективно орієнтуватися на дорозі та швидко і адекватно реагувати на зміни дорожніх умов. Регулярне технічне обслуговування та модернізація цих елементів є важливими заходами для забезпечення безпеки та зниження фактору ризику на проїжджій частині.

#### **1.4.4 Закордонний досвід**

Vision Zero – це концепція безпеки дорожнього руху, що передбачає створення транспортної інфраструктури, в якій учасники дорожнього руху не повинні гинути або отримувати серйозні травми в результаті дорожньо-транспортних пригод [10].

Основними принципами Vision Zero є:

1. Людська помилка неминуча, тому необхідно орієнтуватися на створення дорожньо-транспортної мережі, яка враховує людську схильність до помилок і пом'якшує їх наслідки.
2. Обмеження допустимих швидкостей. Внаслідок проведених досліджень було виявлено швидкості при яких найнижчий ризик смертельних випадків наведено в Таблиця 1.2.
3. Інфраструктурні заходи з влаштування доріг, що пробачають помилки водіїв. Серед цього можна зазначити заходи, саме зміна типу перетинів на більш безпечні варіанти (зокрема акцентується увагу на кругові типи перетинів), влаштування більш пологих поворотів.

									Лист
									22
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				





боку, у Highway Safety Manual покращення трикутників видимості асоціюється з підвищенням безпеки на 73% [11].

Більшість різних форм каналізації мають більш значний вплив на кількість аварій на чотирикутних перехрестях, ніж на Т-подібних, хоча деякі з наявних результатів є досить невизначеними. Існує тенденція, що чим комплексніші методи каналізації, тим важливіший їх вплив на аварії. Зокрема, згідно з метааналізом [11]:

- Введення фарбованої смуги для повороту ліворуч на Т-подібних перехрестях може знизити кількість аварій із травмами на 22%. Ефект збільшується до 27% при встановленні фізичної смуги для повороту ліворуч.
- Введення фізичної смуги для повороту ліворуч на чотирикутних перехрестях знижує кількість аварій із травмами приблизно на 4%. Ефект є негативним (кількість аварій із травмами зростає), коли смуга для повороту ліворуч є фарбованою.
- Повна фізична каналізація (смуги для поворотів ліворуч і праворуч, розділювальні смуги тощо) може зменшити кількість аварій із травмами на чотирикутних перехрестях на 27%.
- На відміну від цього, повна фізична каналізація на Т-подібних перехрестях не пов'язана з позитивними ефектами безпеки [11].

Встановлення знаків «стоп» на нерегульованих перехрестях має значний ефект на безпеку. Заміна світлофорів знаками «стоп» підвищує безпеку на односторонніх дорогах. Зокрема:

- Встановлення знаків «стоп» на Т-подібних перехрестях може зменшити кількість аварій із травмами приблизно на 20%.
- Встановлення двосторонніх знаків «стоп» на чотирикутних перехрестях може призвести до значного зменшення кількості

									Лист
									25
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

аварій із травмами на 35%, тоді як встановлення повних знаків «стоп» на чотирикутних перехрестях може зменшити кількість таких аварій на 45%.

- Заміна світлофорів знаками «стоп» на односторонніх міських дорогах може зменшити кількість аварій із травмами на 24%, а кількість пішохідних аварій на 18% [11]

Світлофорне керування також має позитивні ефекти на безпеку дорожнього руху. Відповідні цифри для Т-подібних перехресть дещо нижчі, ніж для чотирикутних. Зокрема [11]:

- Встановлення світлофорів на Т-подібних перехрестях може знизити кількість аварій із травмами приблизно на 15%.
- Встановлення світлофорів на чотирикутних перехрестях може знизити кількість аварій із травмами приблизно на 30% .
- Встановлення світлофорів на чотирикутних перехрестях може зменшити кількість зіткнень ззаду приблизно на 35% [11].

### **1.5 Збір вихідних даних.**

Об'єкт проектування знаходиться у Святошинському районі міста Києва на примиканні вулиці Соборної до Великої Кільцевої вулиці. Це магістралі районного і загальноміського значення відповідно. Збір метріалів щодо руху громадського транспорту було виконано за допомогою сайду Easy Way [12]. Через вулицю Соборна проходять маршрути громадського транспорту, серед якого є приміські маршрути (796, 301, 716, 374, 742, 741, 769). По Великій Кільцевій вулиці - є приміські маршрути (721, 796, 720, 301, 716, 820, 369, 717, 777, 769), автобуси (56, 57) і маршрутне таксі (556). Також Великою Кільцевою вулицею, відповідно Концепції розвитку велоінфраструктури в місті Києві [13] розроблений веломаршрут I категорії.

									Лист
									26
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				



брати помісячно, в літні місяці, особливо в Серпні, якщо дні тижня, то в понеділок.

Також взявши до уваги дані тяжких ДТП з Гугл карт [15], було виявлено 67 аварій, з яких 39 (58.2%) з участю пішоходів, на ділянці яка включає в себе перетин з вул. Соборна.

Натурні обстеження виявили гарний стан дорожнього покриття та бордюрного каменю.

Відсутність центральної розділювальної смуги по вулиці Соборна суперечить пункту 5.1.14 ДБН [16].

Наявні відбійники I класу вздовж центральної розділювальної смуги та майданчиків для розвороту на Великій Кільцевій вулиці.

На ділянці проектування спостерігається повна відсутність велоінфраструктури. Це потенційно зменшує загальну безпеку та зручність руху на проїжджій частині і тротуарах, через додатковий рух велосипедистів.

										Лист
										28
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

## Висновки першого розділу

Перетин вулиць Великої кільцевої і Соборної є важливою артерією для периферії Києва, через нього проходять значні транспортні потоки, що значною мірою включають маятникову кореспонденцію з агломерації міста. Натурні спостереження виявили систематичне утворення заторів в години пік, які часом пов'язані або з виниклими ДТП або стають складніші через них. Також було виявлено відсутність зручного переходу через Велику Кільцеву вулицю.

В першому розділі був проведений аналіз елементів, що впливають на безпеку дорожнього руху, закордонний досвід пов'язаний з дослідженнями забезпечення безпеки дорожнього руху, досліджений існуючий стан перетину та відбувся збір вихідних даних.

Аналіз елементів на вулично-дорожньої мережі продемонстрував необхідність їх усвідомленого проектування і подальшого відповідального утримання. Оскільки їх пасивні і активні ефекти спрямовані безпеку дорожнього руху необхідно вважати першочерговими і обов'язковими. Тому для подальшого дослідження є сенс продемонструвати прямі покращення цих елементів, або методів для їх обслуговування.

Під час дослідження існуючого стану відбувся попередній аналіз безпеки руху, який включає в себе частку в 58% ДТП з участю пішоходів, а також велику складність виконання маневру лівого повороту, що пов'язана зі зміною значної кількості смуг руху за короткий термін.

Серед безлічі факторів, які впливають на безпеку дорожнього руху, було встановлено основні, що мають значення на досліджуваному перетині – це щільність та склад транспортного потоку та значна розрахункова швидкість, ці фактори мають значний вплив на безпеку маневрування в межах проїжджої

										Лист
										29
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата					

частини, а також створюють високу загрозу для пішохода, який переходить в заборонених місцях.

Спираючись на данні транспортної моделі міста Київ 2019 року для години пік була отримана добова інтенсивність руху транспортного потоку, склад транспортного потоку та розподіл за напрямками.

Актуальність перетину визначається завдяки багатьом факторам. На даному перетині головною перевагою є гарна теоретична пропускна здатність, розвинена інфраструктура громадського транспорту, добрий стан дорожнього покриття. Серед недоліків можу вказати відсутність велосипедної інфраструктури, відсутність пішохідного переходу через Велику Кільцеву вулицю, небезпечний перехід через вул. Соборна, підвищену небезпеку для учасників дорожнього руху, в особливості для тих, що виконують маневр лівого повороту, у зв'язку зі значною складністю, обмеженні умови проєктування.

В підсумку для подальшого дослідження необхідно:

- визначити метод проведення аналізу безпеки дорожнього руху, який дозволить провести більш детальний аналіз об'єкту проєктування та подальших планувальних рішень;
- дослідити можливість зміни перетину, що забезпечить покращення показників безпеки дорожнього руху;
- надати рекомендації стосовно покращення елементів вулиць і доріг чи методів їх обслуговування.

								Лист
								30
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата			

# НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Керівник: \_\_\_\_\_

(підпис, дата)

\_\_\_\_\_

(підпис, дата)

									Лист
									31
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

## **2.1 Встановлення оцінки інженерно-планувального рішення об'єкту дослідження щодо забезпечення організації руху транспорту та пішоходів.**

### **2.1.1 Вибір методу дослідження безпеки дорожнього руху**

Для розробки ефективних планувальних рішень необхідно дослідити існуючий стан і прийти до певних висновків для прийняття подальших проектних рішень.

Була проаналізована стаття В. Єрєсова, Я. Рябеця «Удосконалені методики оцінки руху потенційної безпеки дорожнього руху» [9] в якій розглядались методики дослідження безпеки руху на перетині. Хоча мною було прийняте рішення не використовувати описані методи через певну теоретичність, працезатратність та неточність.

Тому для подальших досліджень буде застосовуватись автоматизований метод підрахунку за допомогою програмного забезпечення SSAM, що аналізує результати мікромодельовання створеного в PTV Visium. Цей метод я вважаю доцільним для використання у роботі, він не тільки надає кількісний показник безпеки дорожнього руху, а також створює візуалізацію конфліктних точок на перетині, що значно полегшує виявлення проблем та вибір методів їх усунення.

### **2.1.2. Проведення дослідження безпеки руху існуючого стану**

Для проведення дослідження безпеки руху існуючого стану першочергово необхідно розробити мікромодельовання перетину, це дозволить створити певну імітацію руху, надасть додаткові характеристики перетину та створить базу даних для подальшого аналізу.

									Лист
									32
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				



Рис. 1 Візуалізація під час проведення мікромоделювання в PTV Vissim

									Лист
									33
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				



Дослідження існуючого стану перетину показали наявність конфліктних точок перетину пішоходів і транспортних засобів, що виконують маневр правого повороту та відсутність пішохідного переходу через Велику Кільцеву вулицю, що породжує додаткові нерозраховані програмою конфліктні точки.

## **2.2 Дослідження доцільності зміни типу перетину**

### **Нерегульований перетин**

Основною проблематикою перетину є лівоповоротні потоки та пов'язана з нею небезпека. Існуючий стан і будь який інший варіант нерегульованого перетину не зможе забезпечити вирішення поставленої задачі.

### **Регульований перетин**

Влаштування регульованого перетину є недоречним, через наявність в перетині магістральної вулиці загальноміського значення безперервного руху, а саме Великої Кільцевої вулиці.

### **Саморегульований кільцевий перетин**

Влаштування саморегульованого кільцевого перетину є недоречним, так як інтенсивність руху на вулицях, що перехрещуються, значно відрізняються, наявності в примиканні магістральної вулиці загальноміського значення безперервного руху. Також причиною недоцільності влаштування подібного рішення є відсутність можливості забезпечити задану швидкість вздовж магістралі безперервного руху..

### **Аналіз доцільності влаштування перетину в різних рівнях**

Перевагою перетину в різних рівнях є каналізування та відокремлення транспортних потоків за напрямками, що може забезпечити повне вирішення проблеми лівого повороту та значне підвищення безпеки дорожнього руху на перетині, хоча подібне рішення потребує значних коштів для реалізації. Я вважаю найбільш доцільним і приймаю його для подальшої розробки проєктних рішень.

										Лист
										35
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

## 2.3 Дослідження методів покращення елементів вулиць і доріг

### Дорожня розмітка

Довговічність дорожньої розмітки впливає не тільки на економічний аспект, а також на безпеку руху. Чим менше часу треба витратити на ремонтні роботи, тим більше корисної роботи виконує елемент проїжджої частини по організації дорожнього руху. Тому пропонується підвищити довговічність дорожньої розмітки використовуючи технологію описану в статті Томаса Буртхарта [17].

На основних дорогах з інтенсивним транспортним навантаженням перевагу надають товстошаровим системам дорожньої розмітки: термопластик, що наноситься гарячим способом. В результаті пластик, що полімеризується на поверхні дороги є багатокомпонентним на основі уретану чи епоксиду без розчинників матеріалів. Товстошарове маркування найчастіше наноситься стохастично, цим досягається віброакустичний ефект, який попереджає водіїв про відхилення від смуги руху. Крім того, нерівність конструкції полегшують дренаж води, що покращує світловідбиваючу здатність у вологих умовах. Крім того, забезпечується захист наповнювача – світловідбивних кульок на структурній розмітці дії проїжджаючих транспортних засобів і снігоочисних машин, що посилює продуктивність маркування.

У Києві дорожня розмітка відновлюється раз у рік, коли результати дослідження Томаса Буртхарта показують довговічність новітнього типу розмітки в 3 роки при використанні звичайних і 5 років при використанні продвинутих матеріалів.

В додаток хочу зауважити, що результат заснований на польових дослідженнях ділянки траси з добовим транспортним потоком в 36 067

										Лист
										36
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

зведених одиниць. Тому я вважаю доцільним використання подібного типу розмітки під час реконструкції досліджуваного перетину

### **Опори освітлення**

На існуючому стані перетину встановлені опори освітлення з ЛЕД технологією. Але для забезпечення сталого рівня освітлення за будь яких умов пропонується застосувати технологію «розумного освітлення»

Впровадження технології «розумне освітлення» дійсно має переваги:

1. Енергозбереження: Перехід на LED-освітлення дозволяє зменшити споживання електроенергії до 50%, оскільки LED-лампи є набагато ефективнішими, перетворюючи майже всю отриману енергію на світло, а не на тепло, як це відбувається в традиційних лампах.
2. Економія завдяки «режиму затемнення»: Впровадження системи адаптивного освітлення дозволяє регулювати яскравість освітлення в залежності від потреб. У нічний час або в умовах, коли дорожній рух зменшується, можна використовувати режим затемнення або навіть повне відключення освітлення, що дозволить заощадити 35–40% витрат на електроенергію.
3. Індивідуальне керування: Завдяки адаптивному освітленню можна керувати кожною освітлювальною установкою окремо, що дає змогу реагувати на зміну умов руху або погодні умови, забезпечуючи оптимальне освітлення для кожної конкретної ситуації [18].

### **Дорожнє покриття**

Покращення довговічності та ремонтоздатності дорожнього покриття, за допомогою пропозицій Скрипченка Олександра В'ячеславовича, який провів дослідження на тему «Підвищення зчіпних властивостей асфальтобетонних

										Лист
										37
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					



реакцію і можливість влитися у транспортний потік на розрахунковій швидкості обумовленій типом магістралі.

Також через значну швидкість на Великій Кільцевій вулиці і розроблену Концепцію розвитку велоінфраструктури міста Київ [13] пропонується влаштування велоінфраструктури за межами проїжджої частини. Це дозволить реструктуризувати транспортний потік на проїжджій частині виключивши з нього велокористувачів.

Проведення дослідження концепції *Vision Zero*, ціль якої зменшити кількість смертельних випадків на дорогах до нуля, пропонується виконати зміну швидкості на якій довгостроково перебувають транспортні засоби в залежності від можливості утворення тих чи інших конфліктних ситуацій. Тому пропонується для розрахунку швидкості поворотних маневрів приймати значення до 30 км/год, це гранична допустима швидкість при якій ДТП з участю пішоходу закінчується без смертельних випадків. Щодо основних довгострокових швидкостей відповідно до типу магістралі в концепції запропоновано застосовувати певні швидкості, що залежать від можливої аварійної ситуації (лобове зіткнення, бокове зіткнення, зіткнення по ходу руху), тому для забезпечення максимальної швидкості руху по Великій кільцевій вулиці вводжу пропозицію каналізувати транспортні потоки за допомогою влаштування огорожень I групи з обох частин проїжджої частини.

Стан основних елементів доріг наразі є задовільним, але варто наголосити про можливість модернізації деяких елементів та важливість проведення періодичного обслуговування та їх заміни.

									Лист
									39
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

## Висновки другого розділу

Під час наукового дослідження було проведення аналізу літератури щодо методу оцінки безпеки дорожнього руху. Досліджувані методи були засновані на спостереженнях і мають певну гіпотетичність. Тому для дослідження об'єкту проектування було проведене мікромоделювання в PTV Vissim, за результатами якого в програмному забезпеченні SSAM відбувся остаточний аналіз безпеки руху на об'єкті проектування. Вибір подібного методу пов'язаний з мінімізацією людської помилки та відповідно до подальшої можливості аналізу впливу планувальних рішень на транспортну інфраструктуру Києва.

Відбулось дослідження методів покращення елементів вулиць, щодо можливості покращення їх впливу на характеристику безпеки дорожнього руху, а саме покращення довговічності і ремонтоздатності дорожнього покриття, влаштування системи «розумного освітлення», що забезпечить адаптивне освітлення відповідно до погодних умов та влаштування покращеної дорожньої розмітки, яка є довговічною, має кращі світловідбивні властивості в негоду та створює віброакустичний ефект.

Також відповідно до поставленого перед собою завдання був створений перелік пропозицій для прийняття подальших проєктних рішень:

- зміна типу перетину на багаторівневий;
- влаштування підземного пішохідного переходу на об'єкті досліджень;
- створення велоінфраструктури;
- розробка мережі перехідно-швидкісних смуг;
- за можливості прийняти швидкість при повороті 30 км/год;
- влаштувати каналізування магістралей та інших її елементів за допомогою огорожень I типу;

									Лист
									40
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

- провести модернізацію елементів вулиць за допомогою тонкошарового цементного дорожнього покриття; впровадження системи «розумного освітлення»; влаштування продвинутої дорожньої розмітки.

										Лист
										41
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

## РОЗРАХУНКОВО - ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

Керівник: \_\_\_\_\_

(підпис, дата)

\_\_\_\_\_

(підпис, дата)

								Лист
								42
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата			

### **3.1 Розробка рішень основної задачі проєкту - підвищення безпеки дорожнього руху**

Основним методом підвищення безпеки дорожнього руху є відокремлення поворотних потоків і учасників дорожнього руху, оптимізування швидкості транспортних засобів під час виконання поворотних маневрів, влаштування системи перехідно-швидкісних смуг, впровадження додаткових елементів транспортної мережі, зокрема огорожень І групи.

Для виконання лівого повороту в існуючому стані необхідно перетнути як мінімум 4 смуги руху з розрахунковою швидкістю 80 км/год, у випадку виїзду з вулиці Соборна ще й за певний проміжок дороги, що дорівнює 300м. Це є великою проблемою для пропускної здатності і безпеки руху на перетині, враховуючи наявний попит лівого повороту, який дорівнює 73,9% з вулиці Соборна і 12% з Великої Кільцевої вулиці.

Відповідно до концепції Vision Zero [10] людська помилка є лише питанням часу, тому в проєкті проводимо відокремлення пішохідного руху через влаштування підземних пішохідних переходів, а під час виконання поворотних маневрів розрахункова швидкість прийнята 30 км/год, що є граничною швидкістю збереження життя потенційно збитого пішохода. Також згідно рекомендації для магістралей з великою швидкістю було проведення зменшення інтенсивності руху з можливим боковим зіткненням через перенаправлення лівопоротних потоків в інші рівні та влаштування вздовж проїжджих частин огорожень І групи, щоб запобігти нещасним випадкам на приміагістральній території та пом'якшити їх в межах магістралі вцілому.

Вирішенням цієї було прийнято в рішенні влаштувати багаторівневий перетин, тому для подальшого проєктування і аналізу буде розроблено два варіанти: трьохрівневий перетин з тунелем і естакадою, залишаючи Велику

									Лист
									43
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

Кільцеву вулицю в існуючій площині; дворівневий перетин з кільцевим рухом за допомогою влаштуванням естокади вдовж Великої Кільцевої вулиці.

Прийняті варіанти допоможуть обробити дві ситуації, а саме повне та часткове каналізування лівоповоротних потоків. Для аналізу ефективності розроблених варіантів необхідно провести дослідження за допомогою додаткового програмного забезпечення, а саме PTV VISSIM, PTV VISSUM та провести техніко-економічну оцінку проєкту.

Також планується влаштування велоінфраструктури, що дозволить прибрати з дороги велосипедистів. Це забезпечить підвищення зручності й безпеки усіх учасників дорожнього руху.

### **Проектування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину**

Для вулиць, магістралей та їхніх окремих ділянок створюється типовий поперечний профіль, який визначається в межах червоних ліній. Це передбачає, що склад елементів, їхні розміри та взаємне розташування залишаються незмінними по всій довжині магістралі або її окремих частин у межах встановлених кордонів.

Основні складові поперечного профілю включають:

- проїжджу частину;
- тротуари для пішоходів;
- велодоріжки або велосмуги;
- розподільчі смуги, що відокремлюють проїжджу частину від тротуарів;
- зони для підземних інженерних мереж, які обмежують можливості будівництва, а також висаджування дерев чи великих чагарників;
- зелені зони, які допомагають зменшити шкідливий вплив транспорту на довкілля та підвищують візуальну привабливість магістралей.

									Лист
									44
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

Відповідно до п. 5.1.13 ДБН [16], ширина розподільчих смуг визначається з урахуванням:

- розташування підземних комунікацій;
- зелених насаджень;
- потреби зниження негативного впливу транспорту на довкілля.

Водночас мінімальна ширина розподільчих смуг не повинна бути меншою за параметри, зазначені в таблиці 5.5 ДБН [16].

### **Обґрунтування вибору розрахункової швидкості на перетині магістралей**

Геометричні розміри елементів перетину визначаються на основі розрахункової швидкості руху, яка забезпечує необхідний рівень комфортності проїзду через ці елементи. Розрахункова швидкість повинна відповідати нормативним швидкостям, що залежать від категорії магістралей, які пересікаються.

Задана швидкість руху ( $V_3$ ) – це мінімальна швидкість проїзду перетину магістралі, яку задано згідно отриманого завдання 30 км/год.

Нормативна швидкість руху — це максимальна швидкість, яку дозволяється підтримувати на перетині магістралей з урахуванням вимог безпеки дорожнього руху. Вона регламентується нормами та правилами дорожнього руху для забезпечення безпеки учасників дорожнього руху –  $V_n$ .

При проектуванні розрахункова швидкість не може бути більша за нормативну.

$$V_{\text{розн}} \leq V_n \quad (1.1)$$

Оптимальна швидкість руху ( $V_{\text{опт}}$ ) – це швидкість транспорту на перетині, при якій досягається теоретично максимальна пропускна здатність цього перетину. Розрахункова швидкість повинна забезпечувати максимальну

								Лист
								45
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата			



Для подальшого проєктування розрахункова швидкість на багаторівневого перетину було визначено відповідно до п.6.3.1 ДБН [16], а саме:

II типу – з повною розв’язкою руху в різних рівнях з всіма безперервними та відокремленими потоками;

III типу – з повною розв’язкою руху в різних рівнях, де прямі потоки безперервні та відокремлені, а поворотні потоки безперервні, але можуть мати ділянки суміщення.

Таблиця 3.1

**Таблиця розподілу інтенсивності руху транспорту в «години-пік» на перетині Великої Кільцевої вулиці та вулиці Соборна за напрямками**

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)		
	1	2	3
1	0	80%	20%
2	88%	0	12%
3	73,9%	26,1%	0

Опираючись на дані Таблиця 3.1 та розглядаючи лівоповоротний напрямок 3-1, можна зробити висновки та обрати розрахункову швидкість на перетині відповідно табл. 6.2 ДБН [16] і прийняти:

Для перетину II типу – 60 км/год.

Для перетину III типу – 50 км/год.

У зв'язку з визначенням класу багаторівневого перетину для двох варіантів проєктування як II й III необхідно визначити радіуси заокруглень, що зможуть забезпечити обрані показники.

Для багаторівневого перетину II класу розрахункова швидкість на лівоповоротних з'їздах була визначена, як 60 км/год. Відповідно радіус для лівоповоротного з'їзда був становлений, як 160 м.

Для багаторівневого перетину III класу розрахункова швидкість на лівоповоротних з'їздах була визначена, як 50 км/год. Відповідно радіус для лівоповоротного з'їзда був становлений, як 110 м.

$$V_{\text{розр}}^{\text{II}} = 60 \text{ км/год}$$

$$V_{\text{розр}}^{\text{III}} = 50 \text{ км/год}$$

Таблиця 3.2

Визначення розрахункових швидкостей для ліво- і правоповоротних потоків на з'їздах

Розрахункова швидкість руху в середній частині з'їздів, км/год	Найменші радіуси, м, за умови поперечного похилу віражу, ‰				
	20	30	40	50	60
15	12	12	12	-	-
20	15	15	15	15	15
30	35	35	35	35	30
40	65	65	60	55	55
45	87,5	85	80	75	72,5
50	110	105	100	95	90
60	160	150	140	135	130

Після отримання результатів розрахунків радіусів заокруглення було проведено перевірку можливості влаштування їх на об'єкті проектування. Через наявність територіальних обмежень радіуси заокруглень правоповоротних з'їздів були зменшені і прийняті 35 м. Таким чином забезпечиться задана швидкість в середній частині з'їздів 30 км/год, що забезпечує виконання створеної рекомендації у науково-дослідницькому розділі.

Отже, після аналізу існуючого положення було прийнято рішення про влаштування ліво- та правоповоротних з'їздів з радіусами заокруглень які задовільняють задану швидкість на перетині. Тому для подальшого розрахунку використовується наступна формула:

$$V_z \leq V_{\text{розр}} \leq V_n \quad (1.4)$$

$$30 \leq V_{\text{розр}} \leq 80.$$

Приймаємо розрахункову швидкість, що дорівнює розрахунковій швидкості:

$$V_{\text{розр}} = 30 \text{ км/год}$$

Рекомендована розрахункова швидкість на лівоповоротних з'їздах була прийнята у відповідності до п. 6.3.1 (табл. 6.2) ДБН [16] у зв'язку з визначенням класу багаторівневого перетину, як II й III, та прийняття розрахункової швидкості для двох варіантів проектування однаковою, а саме 30 км/год, була визначений радіус заокруглень для ліво- правоповоротних з'їздів – 35 м.

Після визначення розмірів елементів багаторівневого перетину в плані та встановлення величин радіусів заокруглень треба встановити допустиму швидкість руху транспорту  $V_{\text{доп}}$  на з'їздах за формулою:

$$V_{\text{доп}} = \sqrt[2]{gR \cdot (\varphi_n + i_n)} \quad (1.4)$$

де  $\varphi_n$  – коефіцієнт поперечного зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини (приймають 0,4 – 0,45);

$i_n$  – поперечний похил покриття проїжджої частини (приймаємо 0,02).

$$V_{\text{доп}} = \sqrt[2]{g \cdot 35 \cdot (0,42 + 0,02)} = 44,25 \text{ км/год}$$

### **Розрахунок ширини проїзної частини магістралей**

Для вирішення задачі по визначенню ширини проїзної частини необхідно визначити тип магістралі, розрахувати пропускну здатність однієї смуги руху, коефіцієнт світлофорного регулювання.

										Лист
										49
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

1. Визначаємо пропускну здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600V_p}{l_a + l_6 + V_p t_p + (k_e - k_1)V_p^2 / [2g(\phi + f \pm i)]} \quad (1.5)$$

де  $V_p$  – швидкість руху транспорту, яка приймається залежно від категорії магістралі та умов руху на ній, м/с;

$t_p$  – 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/с<sup>2</sup>);

$\phi$  – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїзної частини;

$f$  – коефіцієнт опору коченню;

$i$  – поздовжній похил ділянки магістралі.

$$N_{\text{см1-3}} = \frac{3600 * 22,22}{5 + 3,5 + 22,22 * 1 + \frac{(1,6 - 1,1) * 22,22^2}{[2g(0,425 + 0,02 + 0,02)]}}$$

$$N_{\text{см1-3}} = 1384 \text{ авт/год}$$

$$N_{\text{см2}} = \frac{3600 * 16,667}{5 + 3,5 + 16,667 * 1 + \frac{(1,6 - 1,1)16,667^2}{[2g(0,425 + 0,02 + 0,02)]}}$$

$$N_{\text{см2-5}} = 1485 \text{ авт/год}$$

2. Встановлюємо коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність кожної магістралі:

										Лист
										50
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата					

$$\delta = \frac{L}{L + V_p^2/(2a) + V_p^2/(2b) + V_p(t_{\text{ч}} + 2t_{\text{ж}})/2} \quad (1.6)$$

$$\delta_3 = \frac{1100}{1100 + 16,667^2/(2 * 1) + 16,667^2/(2 * 1) + 16,667(30 + 2 * 5)/2}$$

$$\delta_{1-3} = 0,64$$

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

$a$  – прискорення автомобіля при розгоні (0,8 – 1,2 м/с<sup>2</sup>);

$b$  – сповільнення автомобіля при гальмуванні (0,6 – 1,5 м/с<sup>2</sup>);

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

3. Визначаємо спроможну пропускну здатність окремої смуги руху транспорту з врахуванням коефіцієнту світлофорного регулювання для вул. Соборна:

$$N'_{\text{см}} = N_{\text{см}} \cdot \delta \quad (1.7)$$

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

$\delta$  – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі.

$$N'_{\text{см1-2}} = N_{\text{см1-2}} = 1384 \text{ авт/год}$$

$$N'_{\text{см3}} = N_{\text{см3}} \cdot \delta_3 = 1485 * 0,64 = 955 \text{ авт/год}$$

4. Визначаємо мініальну необхідну кількість смуг руху для транспортних засобів для кожної магістралі:

$$n = \frac{N_{\text{розр}}}{N'_{\text{см}}} \quad (1.8)$$

$$n_{1-2} = \frac{N_{\text{розр1-2}}}{N'_{\text{см1-2}}} = \frac{4209}{1384} = 3,05 \text{ приймаємо } 4$$

$$n_3 = \frac{N_{\text{розр3}}}{N'_{\text{см3}}} = \frac{1293}{955} = 1,4 \text{ приймаємо } 2$$

										Лист
										51
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					



Коефіцієнт  $k_n$  було враховано так, щоб змоделювати зупинку громадського транспорту на крайній лівій смузі, а саме зниження її пропускної здатності удвічі. Це дозволяє розрахунково імітувати зупинку громадського транспорту на проїзdnій частині.

8. Перевіряємо виконання умови для магістралі загальноміського значення:

$$N_{\text{маг}} \geq N_{\text{розр}} \quad (1.12)$$

$$N_{\text{маг1-2}} \geq N_{\text{розр1-2}}$$

$$4152 \geq 4209$$

Отже, умова не виконана. Зупинки в кишенях є доцільним елементом для влаштування вздовж Великої Кільцевої вулиці.

### **Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів**

У отриманих даних транспортної моделі Києва 2019 року відомості про пішохідний рух відсутні. Тому інтенсивність пішохідного руху визначено зворотнім шляхом, опираючись на дані існуючого стану. Відомо, що вздовж Великої Кільцевої дороги прокладений тротуар для пішохідного руху шириною 3 м, а вздовж вулиці Соборна прокладений тротуар шириною 0,75 м. Відповідно визначаємо кількість смуг руху.

Оскільки не задано розміри інтенсивності пішохідного руху, варто прийняти ширину пішохідної частини тротуарів згідно з ДБН [16] та встановити пропускну здатність. Оскільки вулиця Соборна являє собою магістраль районного значення, то необхідно збільшити ширину пішохідної зони тротуару до 2,25 м. Величину пропускної здатності пішохідної частини тротуару  $N_{\text{тр}}$  встановлюємо за формулою:

$$N_{\text{тр}} = N_{\text{п.см.}} \cdot B_{\text{тр}}/0,75 \quad (1.13)$$

$N_{\text{п.см.}}$  – пропускна здатність однієї смуги руху, піш./год.

								Лист
								53
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата			





Відповідно до поставленої задачі забезпечення безпеки дорожнього руху ширина однієї смуги руху кругового перетину прийнята 4 м..

Ширина проїзної частини на кільці дорівнює:

$$B_K = b \cdot n \quad (2.5)$$

$$B_K = 4 \cdot 2 + 4 \cdot 0,5 = 9 \text{ м}$$

Радіус зовнішнього кільця визначається за формулою:

$$R_{\text{зовн}} = R_0 + B_K \quad (2.4)$$

$$R_{\text{зовн}} = 30 + 9 = 39 \text{ м}$$

### 3.3 Проєктування поздовжніх профілів перетину магістралей

Поздовжній профіль визначає висотне положення магістралі або вулиці.

Проєктування поздовжнього профілю включає нанесення проєктної лінії та визначення поздовжніх похилів. Початковими матеріалами для проєктування є горизонталі, нанесені на детальні плани Києва масштабу 1:2000, а також межі проєктування. Поздовжні профілі магістралей оформлюють у вигляді креслень  $M_{\text{гориз}} 1:1000$   $M_{\text{верт}} 1:100$ .

Основні завдання при проєктуванні поздовжнього профілю – це:

- мінімізація обсягів будівельних робіт;
- забезпечення вимог безпеки руху;
- ефективність водовідведення.

Проєктування поздовжніх профілів магістралей розпочинається з встановлення мінімального кроку проєктування, тобто мінімальної відстані між точками переломлення поздовжнього профілю, яка визначається відповідно до вимог ДБН [16]. На територію вузла у визначених межах перетину вимоги до величини мінімального кроку проєктування не розповсюджуються.

									Лист
									56
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

Особливістю проєктування поздовжніх профілів магістралей, які перетинаються, є необхідність ув'язки цих профілів у точці перетину їх осей в плані. На першому етапі проєктування важливо забезпечити, щоб кільцевий острівець лежав в одній площині. Це дозволяє досягти зручності і безпеки для руху транспорту та пішоходів, а також покращити ефективність використання дорожньої інфраструктури.

Спочатку були запроєктовані поздовжні профілі магістралей 1-2 і 3 за допомогою програмного забезпечення CIVIL 3D. Далі, необхідно провести прив'язку право- та лівоповоротних з'їздів, тому для них також будуються поздовжні профілі.

Перетин запроєктовано на схилі, також поздовжній профіль був забезпечений мінімальним похилом 5 %.

Для економії простору і мінімізації будівельних робіт ухил для влаштування штучних споруд був прийнятий максимальний, а саме для магістралі загальноміського значення безперервного руху цей параметр дорівнює 50 % згідно таблиці 5.1 ДБН [16].

Побудова вертикальних кривих відбулась за допомогою даних таблиці 5.7 ДБН [16].

Для мінімізації будівельних робіт при розробці варіанту планувального рішення II влаштування тунелю з північно-західній частини перетину та естокади з південно-східного, це рішення було обумовлено рельєфом в межах проєктування.

Також розроблено варіант планувального рішення I з влаштуванням кільцевого саморегульованого перетину під Великою Кільцевою вулицею з підняттям останньої.

При вирішенні задачі необхідно, щоб проєктна лінія поздовжнього профілю осі штучної споруди, яка проєктується над (під) поверхнею землі

									Лист
									57
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата				

(розрахункова схема її проектного профілю показана на рис. 5), пройшла через точку з відміткою Н2.

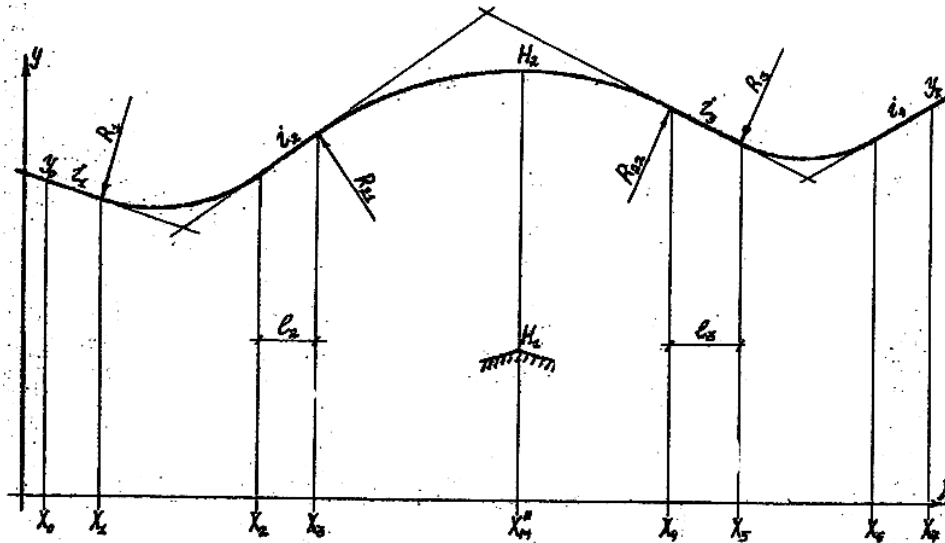


Рис. 3 Розрахункова схема проектного поздовжнього профілю  
Величину відмітки  $H_2$  визначають за виразом

$$H_2 = H_1 + h_{\text{габ}} + h_{\text{буд}} + d + B_{\text{маг}} \cdot i_{\text{п}}/2, \quad (13)$$

Для варіанту з кільцем:

$$H_{2\text{к}} = H_1 + 5,5 + 1,8 + 0,5 + 19 \cdot 0,02 = 8,18 \text{ м}$$

Для варіанту з трьохрівневим перетином:

$$H_{2\text{пер}} = H_1 + 5,5 + 1,8 + 0,5 + 5,5 \cdot 0,02 = 7,91 \text{ м}$$

де  $h_{\text{габ}}$  – габаритна висота отвору штучної споруди (шляхопроводу, естакади або тунелю), м;

$h_{\text{буд}}$  – будівельна висота конструкцій прогонів штучної споруди (приймається за аналогом або укрупненими розрахунками), м;

$d$  – товщина шару дорожнього одягу на штучній споруді (фактично шарів асфальтобетону), м;

$B_{\text{маг}}$  – ширина проїжджої частини магістралі, яка проходитиме по штучній споруді, м;

$i_{\text{п}}$  – величина поперечного похилу проїжджої частини цієї магістралі.

### 3.4 Планування поверхневого стоку в межах перетину магістралей

Правильне планування поверхневого стоку – один з головних факторів безпеки руху та довговічності дорожнього покриття.

										Лист
										58
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

Планування водовідвідних систем і споруд розроблено опираючись на данні з місцевих природних, архітектурно-планувальних і санітарно-гігієнічних умов.

В роботі дотримана вимога щодо найменшої величини поздовжнього похилу магістралі (для асфальтобетонних покриттів 5‰), рекомендований поперечних похилів, згідно табл. 5.6 ДБН [16], для проїзної частини дорівнює 20‰ забезпечить необхідний водостік уздовж лотків магістралей та з'їздів.

### **3.5 Розробка вертикального планування в межах перетину магістралей**

Вертикальне планування території магістралей, як на підходах до перетину магістралей, так і в межах перетину, здійснюється за допомогою проєктних горизонталей. Оформлення креслення виконано в масштабі 1:2000, при цьому висота перерізу проєктних горизонталей становить 0,20 м.

При вертикальному плануванні території магістралей були дотримані вимоги безпеки та зручності руху, а саме влаштування систем водовідведення біля крайної правої смуги, розташування дощеприймальних колодязів обумовлене перехватом потоків та розміщенням у найнижчих точках задля запобіганню підтоплення. Крім того, була врахована мінімізація земляних робіт, що дозволяє знизити витрати на будівництво та зменшити вплив на навколишнє середовище.

При виконанні вертикального планування багаторівневого перетину були створені коридори основані на поздовжньому профілі та поперечних профілів завдяки програмному забезпеченню CIVIL 3D. Далі завдяки програмі були побудована площина з влаштуванням вертикального планування з кроком 20 см. Далі відбулась перевірка і коригування поздовжніх профілів і вручну довершена схема вертикального планування проїжджої частини.

									Лист
									59
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

Після побудови проєктних горизонталей в межах проїжджої частини були нанесені горизонталі на поверхні пішохідної та велосипедної інфраструктури, смуг зелених насаджень і направляючих острівців. При цьому враховувалася величина підвищення цих елементів над проїзною частиною, зокрема висота бордюрного каменю була прийнята 15 см. Пошили на проїзній частині та тротуарах визначаються згідно з вимогами ДБН [16] і були прийняті 20‰.

На кресленні вертикального планування перетину були показані підпірні стінки при влаштуванні штучних споруд.

Було виконано винесення окремими фрагментами розрізів варіантів входів до пішохідних тунелів.

### **3.6 Розміщення дощеприймальних колекторів**

При виконанні кваліфікаційної роботи магістра окремих розрахунок для визначення збору поверхневого стоку в межах проєктування не проводився. Натомість було розроблено конструктивне рішення для водовідведення з поверхні території магістралі, що включає розміщення зливоприймальних споруд у лотках проїзної частини. Принципи їх розміщення такі:

- дощеприймальники встановлюються в найнижчих точках проїзної частини.
- забезпечується перехват поверхневого стоку, який надходить з проїзної частини та тротуарів магістралей.

Далі необхідно провести розміщення зливоприймальних споруд вздовж Великої Кільцевої вулиці, так як її ширина більше 15 м. і принцип водовідведення прийнятий односкатним, то відповідно до пункту ДБН [16] відстань між дощеприймальними колодязями не повинна перевищувати 60 м.

Решту елементів за ширини проїзної частини до 15 м. приймаємо конструктивно на відстанях, залежно від поздовжнього похилу прийнятих

									Лист
									60
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

відрізків магістралі (розміщення в найвищих точках є недоречним, тому ці ділянки виключаються) за даними, які були отримані з Табл. 9.1 ДБН [16]:

- при похилі ділянки магістралі до 4‰ – прийняти відстань 50 м;
- при похилі в межах 4-6‰ – прийняти відстань 60 м;
- при похилі в межах 6-10‰ – прийняти відстань 70 м;
- при похилі в межах 10-30‰ – прийняти відстань 80 м.

Оглядові колодязі розміщуються залежно від діаметра водостоку та повинні розташовуватись один від одного на відстанях, наведених в таблиці 9.2 (ДБН [16]). Для вулиці Соборна значення діаметру труб водостоку прийняті мінімальними, а саме до 0,45 м., тому розташування оглядових колодязів прийнято на відстані не більше 50 м. один від одного. Для Великої Кільцевої дороги, значення діаметра водостоку прийняті 1,0 м., тому розташування оглядових колодязів прийнято на відстані 150м.

### **3.7 Перекладка підземних інженерних мереж**

Розміщення інженерних мереж виконано ламаними лініями по периметру розроблених варіантів багаторівневих перетинів ламаними лініями, враховуючи додатки И. 1 та И. 2 ДБН [21] в межах існуючих червоних ліній, якщо цьому не передують непереборні обставини.

Дослідивши територію навколо ділянки проєктування та вздовж вулиці Соборна, було виявлено садибну забудову з наявними на території септиками. Тому вздовж вулиці Соборна було прийнято рішення не прокладати побутову каналізацію.

У зв'язку з прийняттями рішення про розробку багаторівневих перетинів з'їзди і заїзди на них потребують влаштування додаткових смуг для пришвидшення і гальмування, що зменшує доступну для прокладання інженерних комунікацій місце. Для вирішення цієї задачі необхідно розмістити комунікації в єдиному тунелі, а саме силові кабелі, труби газо-, тепло-,

										Лист
										61
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

водопостачання. Побутову каналізацію, кабелі освітлення та дощову каналізацію розміщено поза тунелями, у зв'язку з проектними потребами та неможливістю влаштування каналізації поруч з мережею водопостачання.

Подібне рішення забезпечує значну економію простору, а також підвищує зручність виконання ремонтних і обслуговуючих робіт інженерних мереж.

### **3.8 Визначення обсягів земляних робіт**

Визначення обсягів земляних робіт було проведено за допомогою програмного забезпечення CIVIL 3D, для зменшення кількості похибок та людського фактору в цілому.

Це забезпечить точніше визначення трудомісткості й грошової оцінки робіт.

									Лист
									62
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

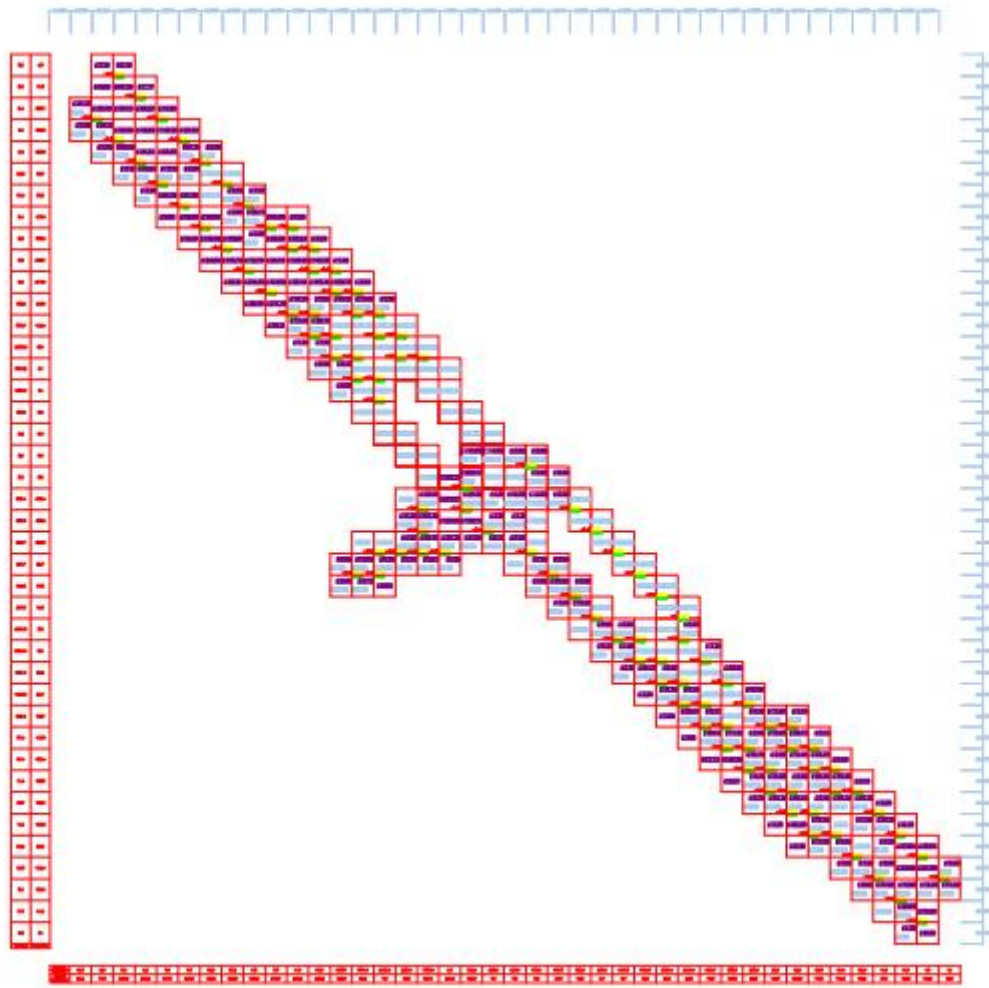


Рис. 4 План земляних робіт варіанту вланувального рішення II

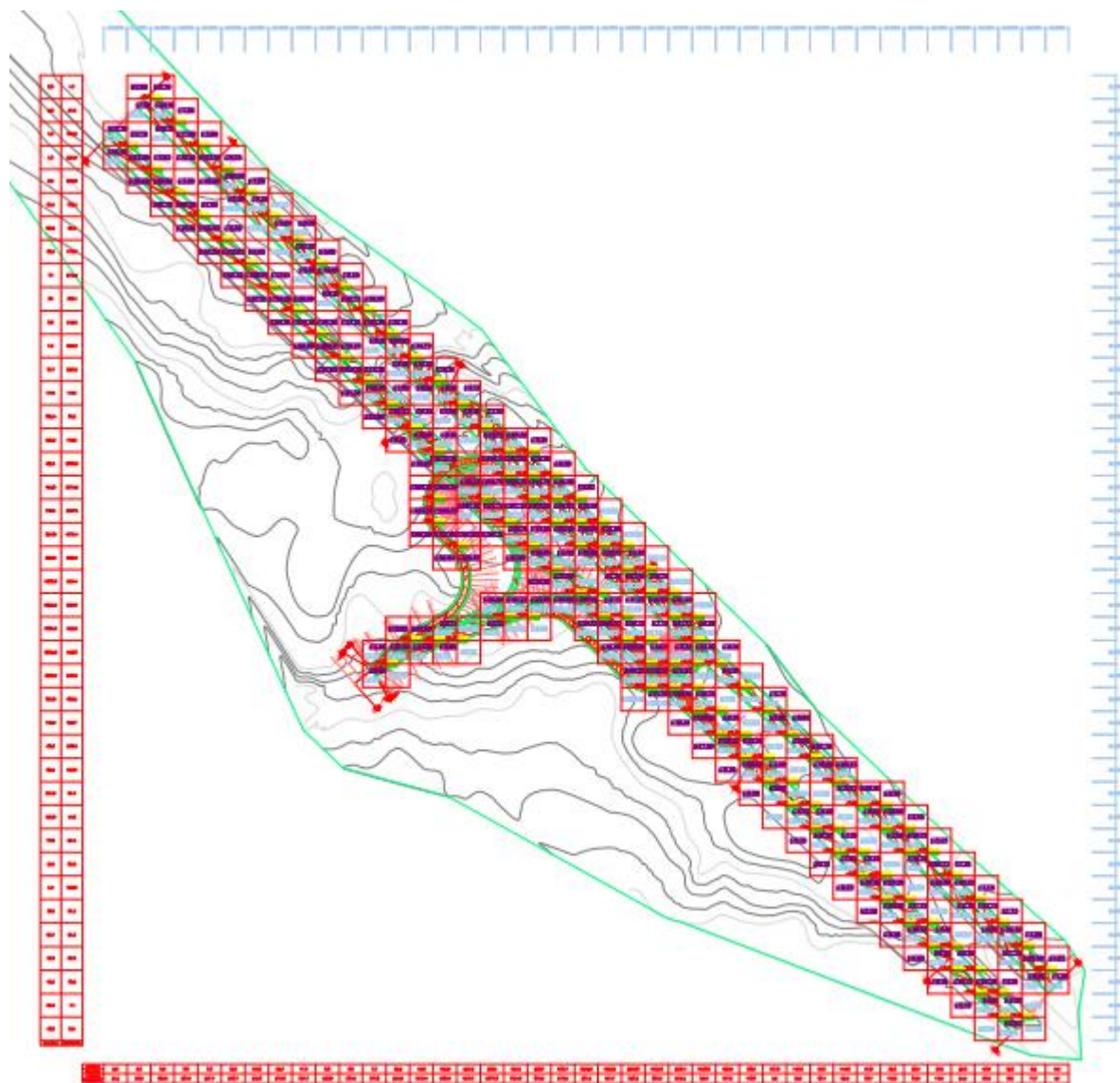


Рис. 5 План земляних робіт варіанту вланувального рішення II

										Лист
										64
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

### 3.9 Проведення аналізу результатів макро- та мікромоделювання

Для якісного аналізу прийнятих рішень при розробці даної кваліфікаційної роботи були розроблені моделі на макро та мікро рівні.

Ці рішення були розроблені за допомогою програмного забезпечення PTV Vissum та PTV Vissim відповідно завдяки дистанційному доступу до навчальної науково-дослідної лабораторії просторового планування та моделювання транспортних потоків.

#### 3.9.1 Макромоделювання

Макромоделювання необхідно проводити для визначення впливу прийнятих рішень на рівні міста Київ.

В лабораторії мені був наданий доступ до транспортної імітаційної моделі Києва, яка була взята як основа. Спочатку були визначені дані існуючого стану системи, надалі відбулась побудова проєктних рішень.

Опісля аналізу отриманих результатів була отримана наступна таблиця:

*Таблиця 3.5*

#### Порівняльна таблиця отриманих результатів макромоделювання

	Середній пробіг ІТ, %	Середній час поїздки ІТ, %
Існуючий стан	100	100
Багаторівневий перетин з кільцем	100,48	99,86
Перетин в трьох рівнях	100,46	99,85

Також відбулась побудова ізохрон транспортної доступності найближчого транспортного району до перетину, в цьому випадку це район 95.

Загалом зміна типу перетину вулиці Соборна та Великої Кільцевої вулиці позитивно впливає на транспортну інфраструктуру Києва. Це пов'язано з каналізуванням транспортних потоків, особливо цьому сприяє вирішення проблеми лівого повороту.

Запропоновані варіанти дещо збільшують загальний пробіг ІТ по місту, що очікувано через геометричні особливості запропонованих варіантів.

Окрім цього запропоновані варіанти зменшують середній час поїздки в місті, це пов'язано зі зменшенням кількості пробок на перетині, що в загальному позитивно вплинуло на транспортну мережу в цілому.

При виконанні аналізу впливу перетину на громадський транспорт змін майже не було виявлено, це пов'язано з особливістю побудови нових варіантів перетину, та щоб не зламати існуючі закладені в модель маршрути ГТ я був змушений залишити для них існуючу мережу.

Аналіз ізохрон транспортної доступності ІТ і ГТ показав покращені показники для найближчого до перетину транспортного району.

Найкращі показники після аналізу отриманих даних показав варіант трьохрівневого перетину, як по впливу на загальний час поїздки ІТ в мережі, так і збільшення відстані подоланою населенням 95 транспортного району за нормативний час, а саме 45 хв для найкрупніших міст.

### **3.9.2 Мікромодельювання**

Мікромодельювання – модельювання на рівні досліджуваного перетину для визначення більш точних даних.

Першим етапом було розробка існуючого стану, це буде основою для порівняння проєктних рішень. Надалі відбулася побудова проєктних рішень перетину і збір даних.

Всі результати були виведені в Таблиця 3.6, Таблиця 3.7

									Лист
									66
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

Таблиця 3.6

	Сер. час затримки	Сер. к-сть зупинок	Сер швидкість	Сер. час затримки стоячи
Існуючий стан	358,8	19,72	8,93	177,42
Варіант з колом	7,16445	0,0280	60,95	0,136
Варіант трьохрівневого перетину	5,97	0,05	62,68	0,61

Таблиця 3.7

	Відстань всього	Загальний час руху	Час затримки	Всього зупинок	Сумарний час затримки стоячи
Існуючий стан	5374,73	2166917,4	1890503,84	103894	80285,7
Варіант з колом	8156,11	466204,1	52591,08	469	5395,37
Варіант трьохрівневого перетину	8575,84	506468,8	62796,40	246	1199,80

Аналіз отриманих даних показав збільшення відстані руху транспортних засобів на перетині, що є передбачуваними змінами у зв'язку з геометричними особливостями проєктних варіантів.

Але загалом запроєктовані варіанти мають значно кращі показники середньої швидкості, часу перебування ТЗ на перетині, зменшення сумарної кількості зупинок. Це пов'язано з повним або частковим каналізуванням лівоповоротного потоку, що дозволяє зменшити кількість небезпечних та незручних маневрів в межах перетину.

Отже, з точки зору впливу на пропускну здатність, планувальні рішення є доцільними для впровадження.

Найкращими показниками зарекомендував себе трьохрівневий перетин, це пов'язано з повним каналізуванням транспортних потоків.

### **3.10 Оцінка безпеки дорожнього руху за результатами мікромоделювання**

									Лист
									67
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

SSAM комплекс програмного забезпечення, що дозволяє автоматизувати процес виявлення конфліктних ситуацій, завдяки аналізу даних траєкторій руху окремих транспортних засобів. Вихідні дані можна отримати завдяки результатам мікромоделювання дорожнього руху, яке проводиться за допомогою програмного забезпечення, такого як PTV Vissim. Завдяки такій автоматизації можна швидко виявляти потенційно небезпечні ситуації на дорогах, що допомагає у плануванні і вдосконаленні дорожньої інфраструктури з урахуванням безпеки руху.

Тому для аналізу були використані раніше розроблені моделі мікромоделювання. Отримані результати були внесені в Таблиця 3.8.

Таблиця 3.8

**Кількість конфліктних точок отриманих за допомогою аналізу безпеки дорожнього руху у програмному забезпеченні SSAM**

	Бокове зіткнення (Crossing)	Попутне зіткнення (Rear end)	Зіткнення при зміні полоси (Lane change)	Всього
Існуючий стан	6	9477	1145	10628
Варіант I	311	448	1665	2424
Варіант II	782	134	1988	2904

Проектні варіанти показують значне зниження конфліктних точок на 72-77%, що можна вважати успіхом.

**3.11 Визначення транспортно-експлуатаційних витрат існуючого перетину**

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

$$D = 0,01 \cdot C_{од} \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a \quad (2.1)$$

де  $C_{од}$  – 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 м<sup>2</sup> дорожнього покриття перетину.

Річні дорожні витрати існуючого стану перетину:

$$D_k = 0,01 * 34080000 * (0,05 + 0,01) + 37916 * 80 = 3\,135\,653 \text{ грн}$$

### **3.12 Визначення транспортно-експлуатаційних і техніко-економічних показників проєкту**

#### **1. Кошторисно-фінансовий розрахунок**

Кошторисно-фінансовий розрахунок будівництва запроєктованих перетинів складають за

									Лист
									69
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				



Таблиця 3.9

**Кошторисно-фінансовий розрахунок багаторівневого перетину з  
саморегульованою кільцевою розв'язкою**

№ з/п	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт	Загальна вартість, грн.
1.	Земляні роботи	тис.м <sup>3</sup>	300	26896	8 068 800
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м <sup>2</sup>	4500	45667	205 501 500
3.	Влаштування дорожнього одягу тротуарів	м <sup>2</sup>	1500	17298	25 947 000
4.	Влаштування водовідведення				
4.1	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.	10000	3668	36 680 000
4.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	15000	68	1 020 000
5.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	6233	3 116 500
6.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	15000	123	1 845 000
7.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м <sup>2</sup>	10000	3183	31 830 000
8.	Влаштування штучної споруди	м <sup>2</sup>	17000	17443	296 531 000
Проміжна сума					610 539 800
9.	Перекладання інженерних мереж	%	15%	Σ(1-7) * 0,15	91 580 970
Остаточна сума					702 120 770

										Лист
										71
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата					

Таблиця 3.10

## Кошторисно-фінансовий розрахунок перетину в трьох рівнях

№ з/п	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт	Загальна вартість, грн.
1.	Земляні роботи	тис.м <sup>3</sup>	300	33260	9 978 000
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м <sup>2</sup>	4500	41407	186 331 500
3.	Влаштування дорожнього одягу тротуарів	м <sup>2</sup>	1500	16676	25 014 000
4.	Влаштування водовідведення				
4.1	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.	10000	3360	33 600 000
4.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	15000	58	870 000
5.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	5905	2 952 500
6.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	15000	97	1 455 000
7.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м <sup>2</sup>	10000	2013	20 130 000
8.	Влаштування штучної споруди	м <sup>2</sup>	17000	5243	89 131 000
Проміжна сума					369 462 000
9.	Перекладання інженерних мереж	%	15%	$\Sigma_{(1-7)} * 0,15$	55 419 300
Остаточна сума					424 881 300

										Лист
										72
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата					

При складанні кошторисів на будівельні роботи традиційно використовують каталоги Єдиних районних одиничних розцінок. Але у зв'язку відсутністю даних у відкритому доступі були використані значення одиничних розцінок з методичних вказівок [22].

## 2. Річні експлуатаційні витрати

Річні дорожні витрати після реконструкції  $D'$  складаються з витрат на обслуговування штучної споруди та дорожнього одягу.

$$D = D^{\text{дор}} + D^{\text{спор}} \quad (2.19)$$

$$D^{\text{дор}} = 0,01 \cdot C_{\text{од}} \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a \quad (2.20)$$

$$D_{\text{кіл}}^{\text{дор}} = 0,01 \cdot 45667 \cdot 4500 \cdot (0,05 + 0,01) + 45667 \cdot 80 = 3\,776\,661 \text{ грн}$$

$$D_{\text{Зрівн}}^{\text{дор}} = 0,01 \cdot 41407 \cdot 4500 \cdot (0,05 + 0,01) + 41407 \cdot 80 = 3\,424\,359 \text{ грн}$$

$$D^{\text{спор}} = 0,01 \cdot C_{\text{од}} \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a \quad (2.21)$$

$$D_{\text{кіл}}^{\text{спор}} = 0,01 \cdot 296\,531\,000 \cdot (0,05 + 0,01) + 17443 \cdot 150 = 2\,794\,369 \text{ грн}$$

$$D_{\text{Зрівн}}^{\text{спор}} = 0,01 \cdot 2186 \cdot 17000 \cdot (0,05 + 0,01) + 2186 \cdot 150 + 0,01 \cdot 3057$$

$$\cdot 17000 \cdot (0,05 + 0,01) + 3057 \cdot 225 = 1\,069\,204 \text{ грн}$$

$$D_{\text{кіл}} = 3\,776\,661 + 2\,794\,369 = 6\,571\,030 \text{ грн}$$

$$D_{\text{Зрівн}} = 3\,424\,359 + 1\,069\,204 = 4\,493\,563 \text{ грн}$$

$a$  – показник річних витрат на 1 кв.м. дороги, був отриманий з методичних вказівок [22], а штучної споруди з Симпозіуму транспортного моделювання [23].

Для оцінки ефективності влаштування варіантів перетину у порівнянні з існуючим станом, доцільно розрахувати величину  $\Delta D$ , вона показує величину зміни витрати після реконструкції, у порівнянні з існуючим станом:

$$\Delta D = D' - D \quad (2.20)$$

$$\Delta D_{\text{кіл}} = 6\,571\,030 - 3\,135\,653 = 3\,435\,377 \text{ грн}$$

$$\Delta D_{\text{Зрівн}} = 4\,493\,563 - 3\,135\,653 = -1\,257\,910 \text{ грн}$$

										Лист
										73
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

де  $\Delta Д$  – різниця дорожніх витрат планувального рішення та існуючого стану, грн.

### 3. Річні транспортні втрати

Річні транспортні витрати  $\Sigma K'$  - зведена грошова величина, що розраховує витрати людського робочого часу на рух транспорту в межах перетину визначають за формулою:

$$\Sigma K' = T_{\text{внтр}} / 3600 * 365 / 0,085 * S \quad (2.27)$$

$$\Sigma K'_{\text{існ}} = 2166917,4 / 3600 * 365 / 0,085 * 81,3 = 210\,137\,877 \text{ грн}$$

$$\Sigma K'_{\text{кільць}} = 466204,1 / 3600 * 365 / 0,085 * 81,3 = 45\,210\,371 \text{ грн}$$

$$\Sigma K'_{\text{з рівн}} = 506468,8 / 3600 * 365 / 0,085 * 81,3 = 49\,115\,060 \text{ грн}$$

$T_{\text{внтр}}$  - загальний час руху в межах перетину, год. Показники отримані за результатами мікромоделювання з Таблиця 3.7.

$S$  – середня заробітна плата в м. Київ за 2023 рік за даними ПФУ (Пенсійний фонд України) складає 14308 грн [24].

Очікуваний соціально-економічний ефект від реконструкції  $\Delta K$  встановлюється наступним чином:

$$\Delta K_{\text{кільць}} = 45\,210\,371 - 210\,137\,877 = -164\,927\,506 \text{ грн}$$

$$\Delta K_{\text{з рівн}} = 49\,115\,060 - 210\,137\,877 = -161\,022\,817 \text{ грн}$$

Отже, після влаштування будь якого з варіантів багаторівневого перетину річні дорожні витрати знизились понад 160 000 000 грн.

### 4. Термін окупності капіталовкладень

Для розрахунку терміну окупності капіталовкладень ( $T_0$ ) для планувальних рішень використано формулу:

$$T_0 = \frac{C}{(K + Д) - (K' + Д')} \quad (2.28)$$

										Лист
										74
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

де  $C$  – загальна вартість будівництва варіанта планувального рішення перетину магістралей, грн.;

$K$  і  $K'$  – річні транспортні втрати для існуючого стану і варіанту після реконструкції, грн.;

$D$  і  $D'$  – річні дорожні втрати для існуючого стану і варіанту після реконструкції, грн.

$$T_{0 \text{ кільце}} = \frac{702\,120\,770}{(210\,137\,877 + 3\,135\,653) - (45\,210\,371 + 6\,571\,030)} = 4,35 \text{ років}$$

$$T_{0 \text{ з рівня}} = \frac{424\,881\,300}{(210\,137\,877 + 3\,135\,653) - (49\,115\,060 + 4\,493\,563)} = 2,66 \text{ років}$$

### 5. Коефіцієнт окупності капіталовкладень

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень, що показує річний відсоток окупності вкладених коштів в реконструкцію перетину:

$$E = \frac{1}{T_0} \quad (2.29)$$

$$E_{\text{кільце}} = \frac{1}{4,35} * 100\% = 22,98\%$$

$$E_{\text{з рівня}} = \frac{1}{2,66} * 100\% = 37,59\%$$

									Лист
									75
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

## Висновки третього розділу

В розрахунково-технічному підрозділі була виконана робота з розробки двох планувальних рішень пріоритетним завданням яких було підвищення безпеки дорожнього руху в межах перетину, розглянуто вказані складові елементи перетину та їх більш детальний нормативний та конструктивний розбір.

Для розробки був взятий до уваги перелік рекомендацій складений в другому розділі. Відповідно до якого планувальні рішення були розроблені зі зміною типу перетину на багаторівневий. Загалом підвищення безпеки руху відбулось завдяки розгалуженню транспортних потоків за напрямками та відокремлення їх від таких користувачів, як велосипедисти та пішоходи.

Результатом роботи стали два планувальних рішення, а саме дворівневого перетину з саморегульованим кільцевим рухом під ним, що забезпечує часткове каналізування лівоповоротного потоку, та трьохрівневий перетин з влаштуванням тунелю та естокади, що забезпечує повну каналізацію напрямів усіх потоків.

Загалом серед прийнятих проєктних рішень є зміна типу перетину, влаштування велоінфраструктури, підземних пішохідних переходів, багато уваги приділено влаштуванню системи перехідно-швидкісних смуг, створення центральної розділювальної смуги на під'їзді до перетину зі сторони вулиці Соборна, організація «кишень» для зупинки громадського транспорту, розміщення огорожень I типу вдовж Великої Кільцевої вулиці.

Дослідження проведені в навчальній науково-дослідницькій лабораторії просторового планування та моделювання транспортних потоків в таких програмах, як PTV Vissum та PTV Vissim, а також Surrogate Safety Assessment Model надали певні результати, щодо розроблених варіантів. З точки зору ефективності перетину, вона значно зросла, це видно через зменшення

									Лист
									76
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

кількості зупинок, середнього часу проходження меж перетину, зростання середньої швидкості, тощо. З точки зору безпеки руху, поставлені задачі були виконані планувальні рішення розв'язки в різних рівнях полегшило лівоповоротні маневри, що зменшило ДТП водіїв та збільшило пропускну здатність, що зменшує вірогідність влаштування заторів, а отже і зіткнень транспортних засобів по ходу руху до мінімуму. Якщо брати до уваги данні, що були отримані після аналізів результатів мікромодельювання, то кількість конфліктних точок знизилось щонайменше на 72,9%.

Як основний варіант під час розробки було обрано перетин в трьох рівнях, його показники пропускну здатності є найбільшими, хоча кількість конфліктних точок, відповідно до результатів мікромодельювання, є на 10% більшою за варіант з кільцем. Останнім аргументом за трьохрівневий перетин це ціна його влаштування, що виявилася на 39,5% меншою за варіант з кільцем, хоча й потребує колосальну суму в розмірі 424,9 млн.грн.

								Лист
								77
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата			

## ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Міжнародний та вітчизняний досвід оцінки транспортної системи міста показує, що базовими показниками ефективності є мінімізація транспортних витрат, екологічність та безпека руху. Безпека дорожнього руху є невід'ємною частиною транспортної мережі міста, оскільки вона істотно впливає на неї вцілому і потребує окремого вивчення, постійного моніторингу і вирішення виникаючих проблем.

В рамках дослідження законодавчих і державних норм, щодо забезпечення безпеки руху було досліджено 16 джерел.

Законодавчі документи регламентують сукупність правил для учасників дорожнього руху, стратегії і настанови щодо розвитку транспортної інфраструктури та управління нею.

Нормативна база розроблена задля створення певних правил проектування транспортної інфраструктури та її елементів, які засновані на забезпеченні безпечних умов для всіх учасників дорожнього руху та ефективності застосування ресурсів та простору. Для розроблення проєкту і прийняття кожного рішення були застосовані норми і правила на які є посилання в контексті роботи.

Умови, що забезпечують безпеку дорожнього руху в місті Києві поділяються на планувальні та інфраструктура. До планувальних умов належать прийняті рішення при будівництві існуючої інфраструктури та її елементів, що нормується нормативною і законодавчою базою. До інфраструктурних умов належить стан і склад наявного транспортного потоку в місті, його розділення за допомогою багаторівневих розв'язок, велодоріжок, позавуличних пішохідних переходів.

Вулично-дорожня мережа Києва за даними Київської міської ради складається з 2330 вулиць загальною довжиною понад 1667 км. [2]

									Лист
									78
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

Через постійне зростання рівня автомобілізації місто постійно потерпає від заторів і ця ситуація погіршується. Це обумовлено тим, що значна кількість перетинів не може забезпечити необхідну пропускну здатність. Також необхідно звернути увагу на рівень маятникових кореспонденцій з агломерації Києва, яка щодня складає орієнтовно 500-700 тисяч осіб, пересування яких відбувається переважно в «години пік».

Дослідження безпеки дорожнього руху об'єкту дослідження було виконане в програмному забезпеченні SSAM, де за результатами моделювання був отриманий показник 10628 конфліктних точок, переважно усі з конфліктом по ходу руху. Така значна кількість конфліктних точок пов'язана зі складністю при виконанні маневру лівого повороту, учасники яких постійно заважають транспортним засобам, що спричиняє затори, де може виникнути різка зупинки і в наслідку чого попутне зіткнення.

На жаль, отримані дані аналізу безпеки дорожнього руху не враховують взаємодію пішоходів і транспортних засобів. Попередній аналіз безпеки дорожнього руху показав, що 58% ДТП відбувається з участю пішоходів.

Було проведення дослідження можливостей покращення елементів вулиць і доріг та створений список рекомендацій, а саме за допомогою влаштування тонкошарового цементного дорожнього покриття; впровадження системи «розумного освітлення»; влаштування продвинутої дорожньої розмітки.

Результатом роботи стали два планувальних рішення, а саме дворівневий перетин з саморегульованим кільцевим рухом під магістраллю безперервного руху, що забезпечує часткове каналізування лівоповоротного потоку, та трьохрівневий перетин з влаштуванням тунелю та естокади, що забезпечує повну каналізацію напрямів усіх потоків.

									Лист
									79
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

Внаслідок дослідження безпеки дорожнього руху за допомогою програмного забезпечення SSAM планувальні рішення зменшили кількість конфліктних точок на 72,9-77%, що можна вважати успіхом.

Якщо брати до уваги данні, що були отримані після аналізів результатів мікромодельювання, то кількість конфліктних точок знизилось щонайменше на 72,9%.

Так як мною поставленим завданням було підвищити безпеку руху на перетині щонайменше на 10%, яке було успішно виконано, то мною було прийняте рішення через кращі показники в макро (0,01%) і мікромодельювання (16,6%), значну економію коштів міста Києва (278 млн. грн.) в особливості воєнного стану, як основний варіант під час розробки було обрано перетин в трьох рівнях. Він поступається другому варіанту тільки більшою кількістю конфліктних точок на 19,8% та на 44% більшою кількістю зупинок.

Загалом прийняте мною рішення каналізувати транспортні потоки за напрямком та всі подальші планувальні рішення позитивно вплинули на транспортну мережу досліджуваного об'єкту та Києва вцілому. Подібне рішення значно полегшує пересування по периферії міста, зменшує ризики для життя і здоров'я учасників дорожнього руху, а також зменшує їх негативний екологічний вплив від транспортних засобів.

									Лист
									80
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				

## ПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Розпорядження №481, Київ, 14 червня 2017.
- [2] Київавтодор, «Цікаві факти про вулиці й мости столиці,» [Онлайновий]. Available: <https://kyivavtodor.kyivcity.gov.ua/news/4214.html>.
- [3] «Статистика Патрульна поліція,» [Онлайновий]. Available: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>.
- [4] «АпострофКиїв Скільки людей зараз живе в Києві,» [Онлайновий]. Available: <http://surl.li/fuvqes>.
- [5] «World Life Expectancy,» [Онлайновий]. Available: <http://surl.li/fqduaal>.
- [6] О. Н. Гаркуль В. В, ПРИЧИНИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД В УКРАЇНІ, Полтава, 2019.
- [7] В. Т. О.В. Запотоцька, ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПРАВОПОРУШЕНЬ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, Прикарпатський юридичний вісник, 2019.
- [8] Н. А. Г. Буряк В. Ю., ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ЗАХОДИ ПРОФІЛАКТИКИ ДТП, Дніпро: Збірник матеріалів XVI Міжнародна науково практична конференція "Транспортна безпека: правові та організаційні аспекти", 2021.
- [9] Я. Р. В. Єресов, Удосконалені методики оцінки руху потенційної безпеки дорожнього руху, Правова інформатика №2, 2006.
- [10] С. & Н. N. Tingvall, Vision Zero - An ethical approach to safety and mobility, 1999.
- [11] Е. Р. Р. Е. George Yannis, Effectiveness of road safety measures at junctions, National Technical University of Athens Department of Transportation Planning and Engineering.
- [12] «Easy Way,» [Онлайновий]. Available: <http://surl.li/yuuqtu>.
- [13] Концепція розвитку велоінфраструктури в місті Києві.
- [14] «ДТП Києва,» 2014. [Онлайновий]. Available: <https://texty.org.ua/mod/datavis/apps/dtp2012/>.
- [15] «Гугл карти Карти важких ДТП міста Київ,» [Онлайновий]. Available: <http://surl.li/kkulwy>.
- [16] ДБН В.2.3.5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів».
- [17] Т. Е. Burghardt, «HIGH DURABILITY – HIGH RETROREFLECTIVITY SOLUTION FOR A STRUCTURED ROAD MARKING SYSTEM,» *International Conference on Traffic and Transport Engineering*, pp. 1096-1102, 2018.
- [18] В. Г. О.М. Сінчук, «Аналіз сучасного стану та перспектив розвитку систем штучного зовнішнього освітлення в Україні,» *Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Випуск 1/2022*, pp. 55-60, 4 Квітень 2022.
- [19] С. О. В'ячеславович, «Підвищення зчипних властивостей асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг», Київ, 2017.
- [20] ГБН В.2.3-37641918-555:2016.
- [21] ДБН 2.2-12:2019 "Планування та забудова територій", Київ: Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019.

										Лист
										81
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

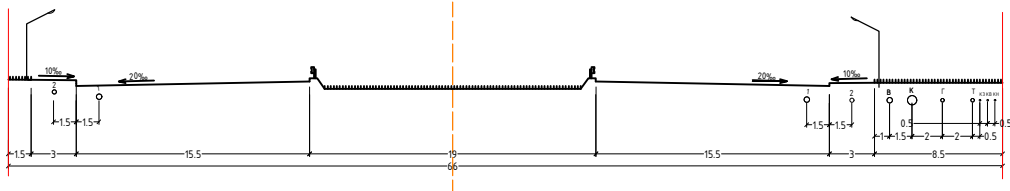


# ДОДАТКИ

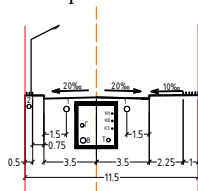
										Лист
										83
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата					

## Існуючий стан

Поперечний профіль існуючого стану  
магістралі загальноміського значення Великої  
Кільцевої вулиці М1:500



Поперечний профіль існуючого стану  
магістралі загальноміського значення вулиці  
Соборна М1:500



### Умовні позначення:

1 - Водостік;  
2 - Кабелі освітлення;  
В - Водогін;  
К - Каналізація побутова;  
Г - Газопровід високого тиску;

Т - Теплопровід;  
КЗ - Кабелі зв'язку;  
КВ - Кабелі високої напруги;  
КН - Кабелі низької напруги.



