

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування

Кафедра міського будівництва

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

доц. Приймаченко О.В.

«_____» _____ 2025 р.

**Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра**

на тему:

«Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині

вул. Сверстюка - вул. Туманяна у м. Києві»

Виконав: студент 4 курсу, групи МБГ-21-1
Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»
Спеціальність:
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ОПП: «Міське будівництво та господарство»

Шилак Андрій Валентинович

(прізвище та ініціали)

Керівник: Чередніченко П.П.

(прізвище та ініціали)

Беспалов Д.О.

(прізвище та ініціали)

м. Київ - 2025

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **урбаністики та просторового планування**

Кафедра: **міського будівництва**

Освітньо-кваліфікаційний рівень: **бакалавр**

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво» Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна інженерія» Спеціалізація:

«Міське будівництво та господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц. Приймаченко О.В.

“ _____ ” _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Шилаку Андрію Валентиновичу

1. Тема проєкту: «Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Сверстюка - вул. Туманяна у м. Києві»

керівники проєкту: доцент Чередніченко П.П.; ст. викл. Беспалов Д.О.

затверджені наказом вищого навчального закладу № 587/25/25 від 14.05.25

2. Термін подання студентом проєкту 16.06.2025

3. Вихідні дані до проєкту: *матеріали генерального плану м. Києва; нормативно-законодавча база на проєктування; матеріали транспортної комплексної схеми м. Києва; учбово-методична література; навчальна версія Транспортної моделі м. Києва та його приміської зони; літературний пошук; натурні обстеження.*

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

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

№ розділу з/п	Найменування розділів пояснювальної записки	Орієнтовний об'єм пояснювальної записки (аркушів ФА4)
1	Вступ	≤ 2
2	Аналітичний розділ	≤ 10
3	Розрахунково-проектний розділ	≤ 20
4	Конструктивний розділ	≤ 5
5	Висновки	≤ 2
6	Список використаної літератури	≤ 2
	Разом	≤40

4. Перелік графічних матеріалів проекту

1	детальний аналіз існуючого положення - опорний план перетину 1:1000, роль і місце вузла на ВДМ (ситуаційна схема), існуючі поперечні профілі 1:200, інтенсивності на підходах і на перетині з визначенням маневрів, аналіз щодо дотримання положень ДБН, транспортна модель існуючого положення, опис проблем на перетині, задачі.	1
2	Варіанти інженерно-планувальних рішень - планувальне рішення №1 М1:1000; планувальне рішення №2 М1:1000, SWOT - аналіз планувальних рішень.	1
3	проектні поперечні профілі М1:200.	1
4	Обґрунтування вибору планувального рішення - теплові карти; висновок щодо вибору планувального рішення: аргументи і обґрунтування.	1
5	поздовжні профілі М1:1000, М1:100.	1
6	вертикальне планування 1:1000, схема перекладання інженерних мереж, конструктивні рішення: дорожні одяги, розрізи підземних пішохідних переходів, конструкції огорожень.	1
7	висновки - ТЕП, текстові пояснення.	1
	Разом	7

5. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Етапи дипломного проекту	Термін виконання етапу проекту	Примітка
1	Видача завдання	02.05.2025	
2	Збір вихідних даних	12.05.2025	
3	Робота над графічною частиною проекту	10.06.2025	
4	Оформлення пояснювальної записки	13.06.2025	
5	Подача на рецензію та перевірку на плагіат	16.06.2025	
6	Захист проекту	24.06.2025	

Студент _____ Шилак А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Чередніченко П. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

					Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
						4
Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Зміст

ВСТУП	6
АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1. Детальний аналіз та характеристики дорожньо-транспортного вузла	9
1.2. Аналіз конфліктних точок перетину	12
1.3. Концепція розвитку велоінфраструктури	14
РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1. Обґрунтування вибору розрахункової швидкості на перетині магістралей	18
2.2. Розрахунок ширини проїзної частини магістралей	19
2.3. Визначення доцільності влаштування регульованої схеми організації дорожнього руху на перетині магістралей	22
2.4. Розрахунок та проєктування геометричних розмірів саморегульованого кільцевого перетину	23
2.5. Проєктування поперечних профілів магістралей	24
2.6. Проєктні пропозиції	26
2.7. Порівняння проєктних пропозицій	29
2.8. Проєктування поздовжніх профілів	32
2.9. Вертикальне планування перетину в межах його території	32
2.10. Розрахунок обсягів земляних робіт	33
2.11. Кошторисно-фінансовий розрахунок	33
2.12. Визначення техніко-економічних показників	34
КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	41
3.1. Перекладка підземних інженерних мереж	42
3.2. Позавуличний пішохідний перехід	42
3.3. Освітлення	43
3.4. Розміщення дощеприймальних колекторів	44
3.5. Дорожній одяг	44
3.6. Озеленення	45
3.7. Зупинки громадського транспорту в «кишенях»	45
3.8. Дорожні знаки	45
Загальний висновок	47
Список використаної літератури	50
Додатки	51

ВСТУП

У цій роботі розглядаються заходи з підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вулиць Євгена Сверстюка та Ованеса Туманяна у місті Києві.

Реалізація подібних заходів, як правило, потребує суттєвих капіталовкладень, навіть при реконструкції одного транспортного вузла. Саме тому особливого значення набуває обґрунтування доцільності запропонованих рішень шляхом аналізу ефективності їх впливу на організацію руху та безпеку всіх учасників дорожнього руху.

Об’єкт - перетин вул. Сверстюка - вул. Туманяна розташоване у Дніпровському районі м. Києва, на території житлового масиву Лівобережний (Лівобережка).

Предмет - підвищення рівня безпеки дорожнього руху.

Актуальність теми. Безпека дорожнього руху залишається одним із ключових викликів як для українських міст, так і в європейському контексті. Постійно високий рівень ДТП потребує впровадження ефективних інженерних і організаційних рішень, орієнтованих на зменшення аварійності. В Україні ця проблема регулюється Законами України «Про дорожній рух» та «Про національну поліцію», а також стратегічними програмами розвитку транспортної інфраструктури.

Європейський досвід демонструє ефективність комплексного підходу до забезпечення безпеки руху через модернізацію інфраструктури, контроль швидкості та підвищення обізнаності учасників дорожнього руху. Україна поступово імплементує ці підходи в національну практику.

Мета. Провести всебічний аналіз існуючого стану вулично-дорожньої мережі в межах перехрестя вул. Євгена Сверстюка та вул. Ованеса Туманяна у місті Києві, зокрема організації дорожнього та пішохідного руху, аварійності, геометричних характеристик.

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

На основі виявлених недоліків розробити інженерно-планувальні рішення, що спрямовані на підвищення рівня безпеки дорожнього руху.

Завдання дослідження. Виконати аналіз існуючого стану транспортного вузла на перетині вул. Сверстюка та вул. Туманяна.

Виявити проблеми та недоліки: у функціонуванні самого перехрестя та у роботі прилеглих елементів вулично-дорожньої мережі.

Розробити інженерно-планувальні рішення щодо покращення рівня безпеки дорожнього руху.

Здійснити транспортне моделювання функціонування вузла за допомогою програмного забезпечення PTV VISSIM (SSAM).

Оцінити та порівняти інженерно-планувальні рішення перетину з урахуванням їх впливу на безпеку дорожнього руху та техніко-економічну ефективність з подальшим вибором оптимального варіанту для реалізації.

Сформулювати висновки, що підтверджують доцільність та ефективність втручання в організацію руху на даному транспортному вузлі.

					Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
						7
Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

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

1.1. Детальний аналіз та характеристики дорожньо-транспортного вузла

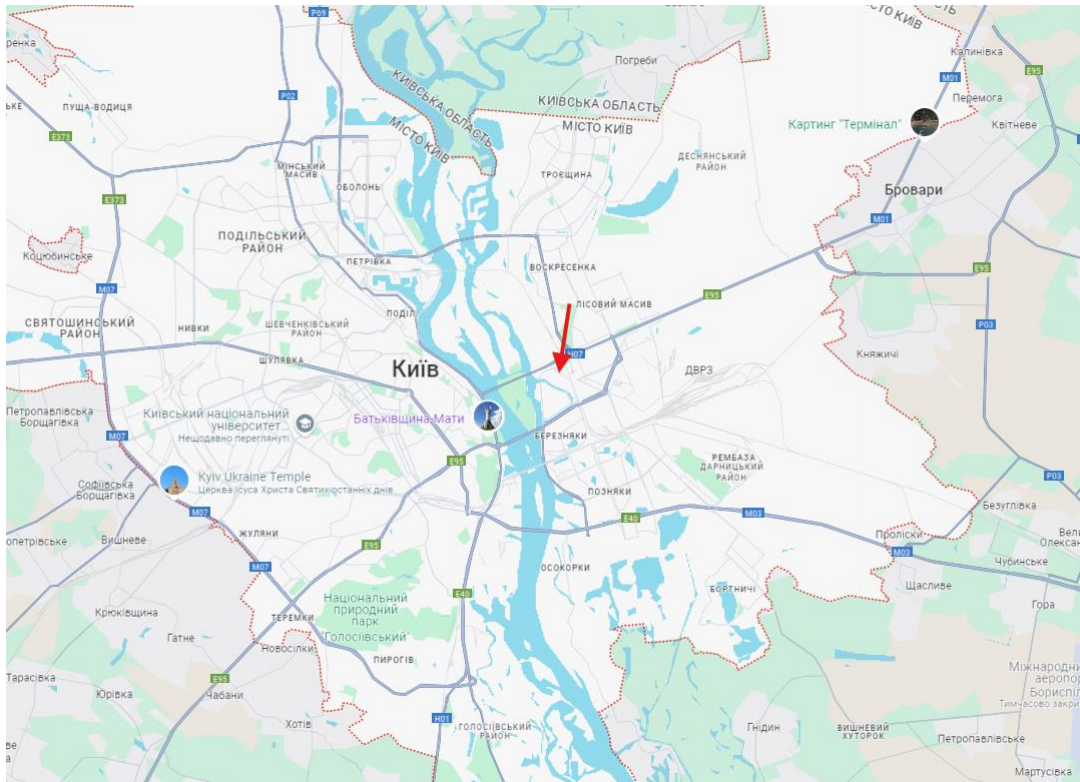


Рис. 1.1 - Положення перетину в м. Київ

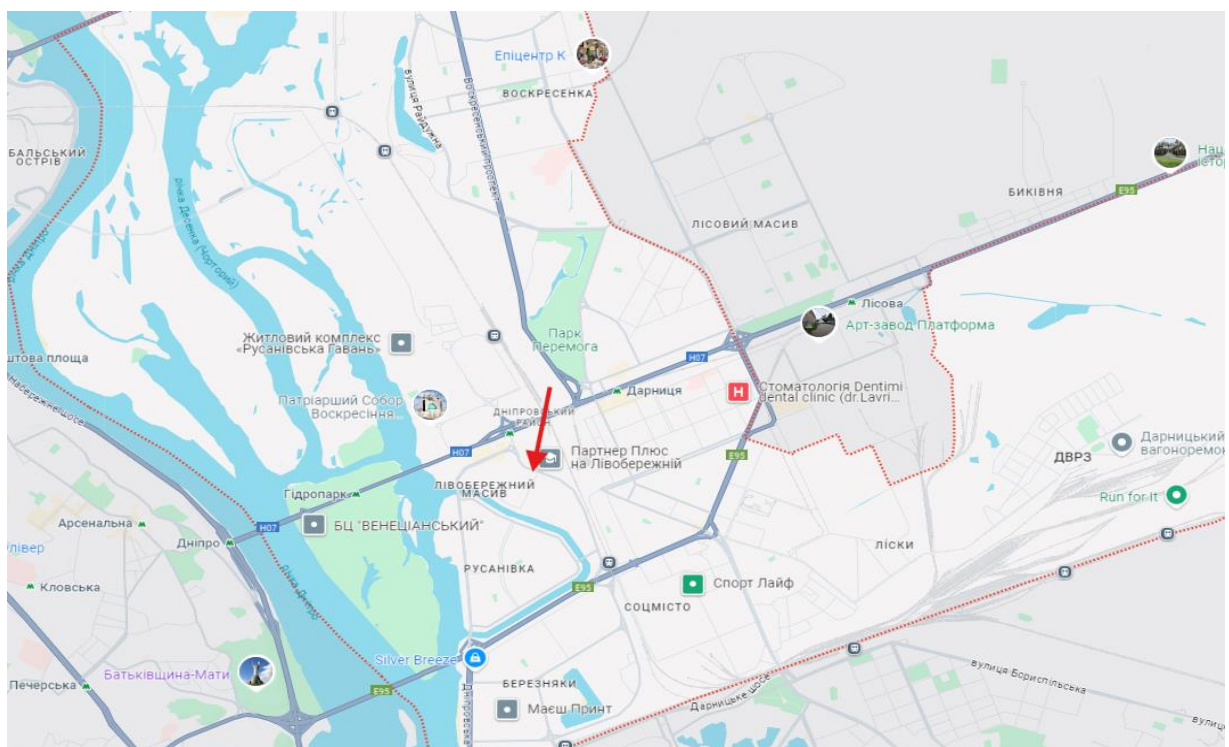


Рис. 1.2 - Положення перетину частини Дніпровського району в м.Київ

Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата



Рис. 1.3 – Вид зверху на існуючий перетин вул.Сверстюка та вул.Туманяна

Досліджуваний перетин відіграє важливу роль у структурі вулично-дорожньої мережі Дніпровського району міста Києва, оскільки вулиці Сверстюка та Туманяна забезпечують транспортне обслуговування житлової частини масиву Лівобережний.

Перехрестя утворене вулицею Євгена Сверстюка, яка належить до магістралей районного значення та забезпечує зв'язок вулиці Раїси Окіпної з проспектом Соборності, і вулицею Ованеса Туманяна - житловою вулицею місцевого значення. Вузол є однорівневим, функціонує зі світлофорним регулюванням та наземними пішохідними переходами.

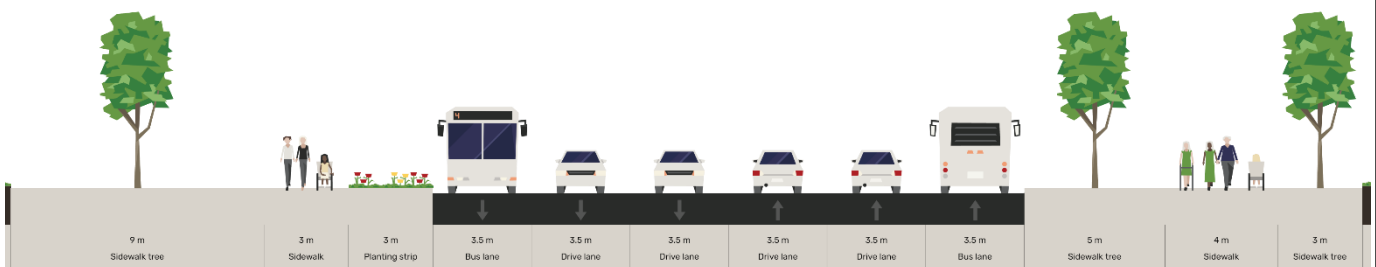


Рис. 1.4 - Типовий поперечний профіль вулиці Сверстюка (Розріз 1-1)

Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

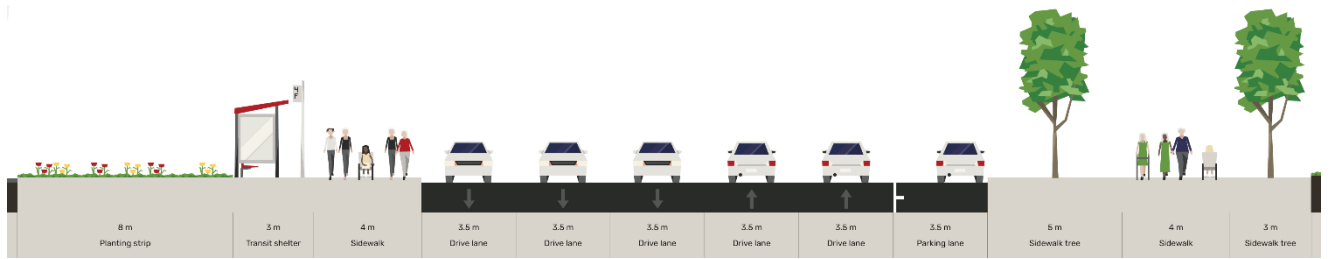


Рис. 1.5 - Типовий поперечний профіль вулиці Сверстюка (Розріз 2-2)

Характеристики вулиці Сверстюка:

- протяжність вулиці 800 м;
- ширина магістралі в межах червоних ліній 50 м;
- ширина смуги руху 3.5 м;
- ширина тротуару 3 м та 4 м.

Недоліки:

- відсутність центральної розділювальної смуги;
- відсутність укріпленої смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем;
- наявність нерегламентованого паркування на крайніх смугах руху;
- відсутність острівців безпеки;
- неефективне регулювання світлофорних фаз;
- занадто широкі смуги руху;
- відсутність велосипедної інфраструктури;
- наявність примикання в'їзду/виїзду з прилеглої забудови прямо на перехрестя.
-

Вулиця Сверстюка є важливою частиною маршрутної мережі наземного громадського транспорту. У межах ділянки дослідження здійснюють перевезення: автобуси - №503, 509, 535.

Зупинка громадського транспорту поблизу перетину з вул. Туманяна, яка не має повноцінної посадочної кишені та викликає додаткові конфлікти між транспортними засобами.

Вулиця Ованеса Туманяна належить до вулиць місцевого значення і виконує функцію під'їзду до житлових кварталів, шкільних закладів та з'єднання з вулицею Сверстюка. У досліджуваній ділянці вулиця має двосторонній рух, одна смуга в кожному напрямку. Покриття - асфальтобетонне, із частковими слідами пошкоджень. Ширина проїзної частини становить 6,0 м, що дозволяє лише мінімально допустиме розходження двох легкових автомобілів.

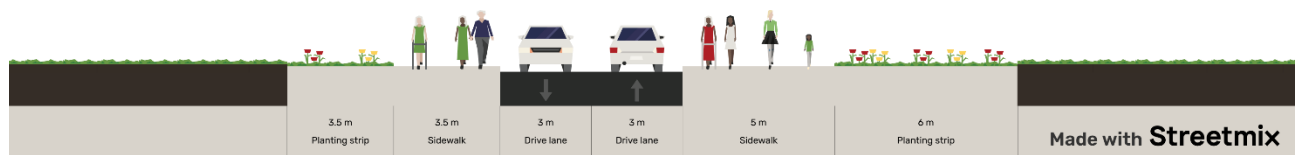


Рис. 1.6 - Типовий поперечний профіль вулиці Туманяна (Розріз 3-3).

Характеристики вулиці Туманяна:

- протяжність вулиці 400 м;
- ширина вулиці в межах червоних ліній 24 м;
- ширина смуги руху 3 м;
- ширина тротуару 3 м та 5 м.

Недоліки:

- відсутність укріпленої смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем;
- відсутність розділювальної смуги між проїзною частиною і тротуаром;
- паркування по краях смуги та на тротуарах;
- недостатній рівень освітлення;
- відсутність розмітки;
- відсутність велосипедної інфраструктури.

По цій вулиці маршрути громадського транспорту не пролягають.

1.2. Аналіз конфліктних точок перетину

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

Рух великогабаритного та транзитного вантажного транспорту по вул. Сверстюка дозволений лише з дотриманням місцевих обмежень (не більше 4,5 т у денний час) [2]. Вулиця Туманяна має житловий статус і не придатна для проїзду габаритних транспортних засобів через вузьку проїзну частину та пішохідну активність.

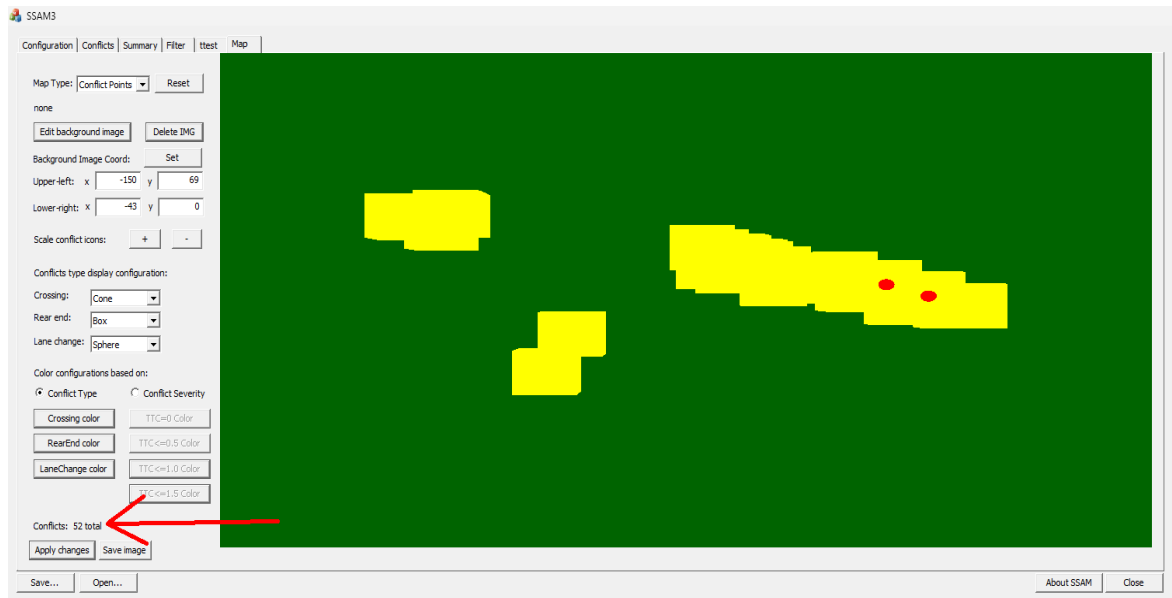


Рис. 1.7 – Аналіз конфліктних точок існуючого положення.

Для оцінки рівня безпеки існуючої організації дорожнього руху на перетині виконано аналіз конфліктних ситуацій з використанням програмного комплексу SSAM (Surrogate Safety Assessment Model) у моделі з PTV VISSIM було виявлено 52 конфліктні точки в межах ділянки аналізу. На зображенні (див. рис. 1.7) візуалізовано місця потенційно небезпечних взаємодій між транспортними засобами та пішоходами. Більшість конфліктів зосереджені в зоні головного потоку по вул.Сверстюка. Однією з ключових причин є наявність паркування автомобілів на крайніх смугах проїзної частини, що створюють додаткові зони сплетення та збільшують ризик ДТП(див. рис. 1.3). Також сюди можна віднести лівоповоротний рух з Сверстюка на Туманяна, Через неоптимізоване світлофорне регулювання виникають конфлікти з пішоходами при правоповоротному маневрі з Сверстюка та правоповоротному заїзді з Туманяна на магістраль. На цьому ж перетині знаходиться з'їзд та виїзд до забудови.

1.3. Концепція розвитку велоінфраструктури

Щодо велоінфраструктури, то відповідно до Концепції розвитку велосипедної інфраструктури в місті Києві [9], по вулиці Євгена Сверстюка передбачено прокладання велосипедного маршруту I категорії. Це один із основних напрямків веломережі міста, що забезпечує зв'язок між житловими масивами. Реалізація маршрутів I категорії має найвищий пріоритет у межах розвитку велосипедної інфраструктури.

Вулиця Ованеса Туманяна, відповідно до тієї ж концепції, розглядається як частина маршрутів II категорії - тобто сполучних вулиць, що мають інтегрувати локальні райони з магістральними велонапрямами.

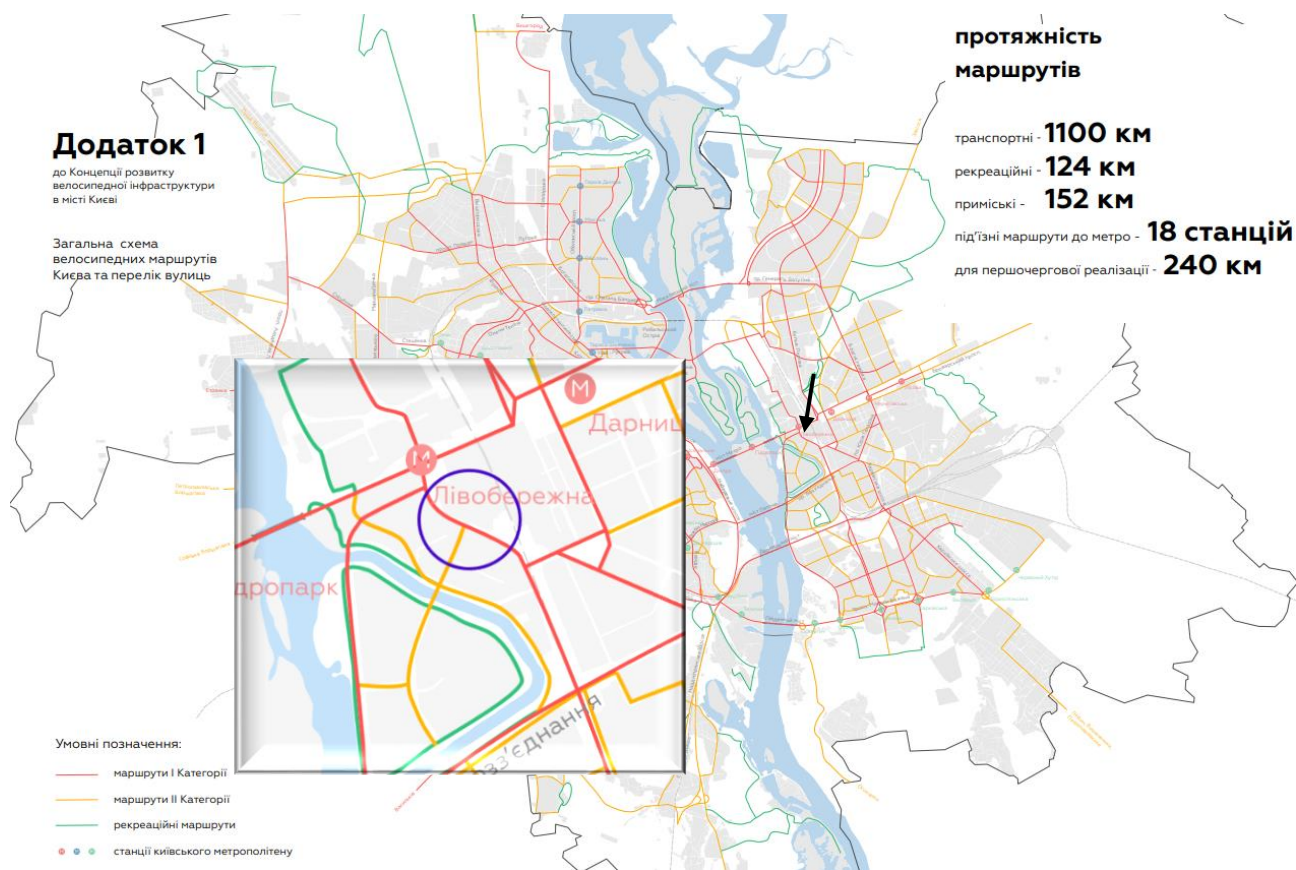


Рис. 1.8 - Загальна схема велосипедних маршрутів Києва.

Оскільки в роботі досліджується реальна вулично-дорожня мережа міста Києва, з існуючою забудовою та сформованою транспортною системою, для аналізу та проєктування використовуються офіційні дані.

Зокрема, інтенсивність транспортних потоків на перетині вулиць Євгена Сверстюка та Ованеса Туманяна отримано на основі навчальної версії транспортної моделі м.Києва.

Табл. 1.1

Напрямок магістралі		Вихід, пр.од/год			Σ вих, пр.од/год
		1	2	3	
Вхід, пр.од/год	1	-	320	30	350
	2	430	-	63	493
	3	35	165	-	200
Σ вхід, пр.од/год		465	485	93	1043

Пікова інтенсивність транспортного потоку на перетині

Для подальшого аналізу використовується добовий пік, як найнавантаженіший часовий інтервал.

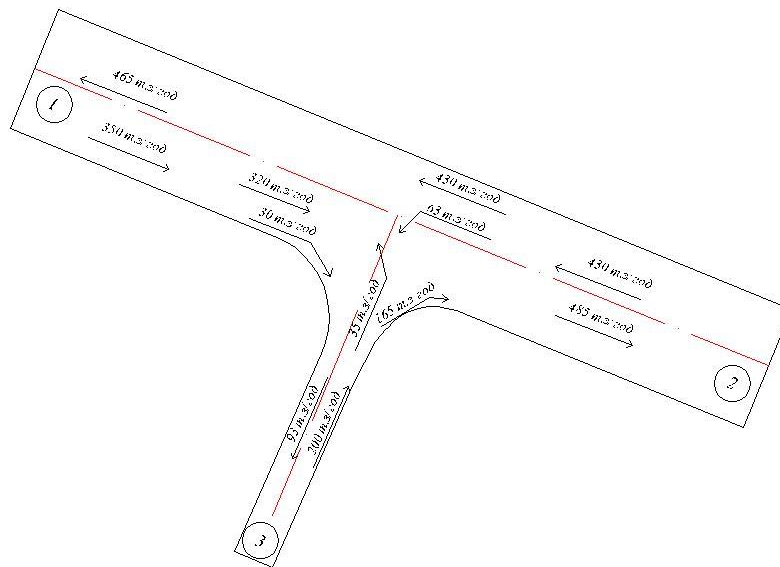


Рис. 1.9 – Схема розподілу інтенсивностей за напрямками руху.

Аналітичні висновки:

Незважаючи на важливу функціональну роль, геометричні та організаційні характеристики перехрестя є недостатньо ефективними для забезпечення комфортного й безпечного пересування всіх учасників дорожнього руху.

Виявлено низку критичних недоліків: відсутність розділювальної смуги руху, острівців безпеки, велосипедної інфраструктури, засобів заспокоєння руху,

неоптимізовані світлофори, а також нерегламентоване паркування на крайніх смугах руху та тротуарах, що суттєво наражає водіїв на небезпеку та смушує маневрувати у потоці створюючи небезпеку на дорозі.

Проаналізувавши кількість конфліктних точок на перетині магістралей, можна зробити висновок, що поточна організація дорожнього руху не забезпечує належного рівня безпеки. Скупчення конфліктних ситуацій у зонах інтенсивного транспортного і пішохідного руху вказує на наявність проблем перетину, що підвищує ризик аварійних ситуацій, особливо в години-пік.

Окрему увагу слід приділити велосипедистам, як учасниками руху. Адже поїздка на велосипеді можуть замінити використання приватного транспорту. Елементи інфраструктури повністю відсутні, що суттєво обмежує їх безпечне пересування.

Узагальнюючи результати аналізу, можна констатувати, що існуюча схема організації дорожнього руху на перетині не відповідає сучасним вимогам безпеки та комфорту пересування. Тому дана ділянка потребує проектного втручання, з можливістю таких заходів щодо підвищення рівня безпеки дорожнього руху: перепланування геометрії перетину, облаштування островців безпеки, напрямної ромітки, розділювальних смуг, зменшення ширини смуг для зниження швидкості, оптимізацію світлофорного регулювання, виділення смуг для громадського транспорту, впровадження антипаркувальних заходів, заспокоєння трафіку через візуальні засоби (контрастна розмітка, кольорове покриття), розробку велоінфраструктури, надання пріоритету немоторизованим учасникам руху, додаткове освітлення пішохідних переходів.

Додаткова інформація про детальний аналіз перетину вул. Сверстюка та вул. Туманяна представлена на листі №1 графічної частини проекту.

РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

					Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		17

2.1. Обґрунтування вибору розрахункової швидкості на перетині магістралей

На основі розрахункової швидкості визначаються усі геометричні параметри перетину, зокрема – радіуси заокруглень на заїзд на вїзд з кільцевого перетину, а також граничні значення радіусів самого кільцевого перетину. Усі ці значення підібрані відповідно до нормативних вимог, в залежності від кожної магістралі, які перетинаються.

Нормативна швидкість – це гранично-допустима швидкість рух перетину магістралей з урахуванням усіх вимог щодо безпеки дорожнього руху та діючого регламенту правил дорожнього руху [1]. Значення розрахункової швидкості ($V_{розр}$) не повинно перевищувати нормативну (V_n).

$$V_{розр} \leq V_n \quad (2.1)$$

За нормами [1], швидкість V_n не повинна перевищувати **60 км/год**; за правилами дорожнього руху [6] швидкість V_n не повинна бути більшою за **50 км/год**.

Приймаємо $V_n = 50$ км/год.

Розрахункова швидкість може забезпечити максимальну пропускну здатність перетину, тобто тоді вона повинна бути не меншою ніж оптимальна швидкість перетину.

$$V_{опт} \geq V_{розр} \geq V_3, \quad (2.2)$$

Задана швидкість руху – це мінімальна швидкість, яку треба забезпечити на перетині згідно із завданням на проектування – V_3 .

Максимальну пропускну здатність забезпечує швидкість 30 км/год. Так як у нас варіант №1 розглядається як кільцевий перетин, то для нього швидкість буде встановлена під час проектування геометрії СКП.

Оптимальна швидкість руху – це така швидкість руху на перетині, за якої досягається теоретична максимальна пропускну здатність перетину.

Оптимальна швидкість руху транспорту ($V_{опт}$) може бути визначена за формулою:

$$V_{опт} = \sqrt{\frac{(l_a + l_b) \cdot 2g \cdot (\varphi + f \pm i)}{k_e - k_1}}, \quad (2.3)$$

					Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
						18
Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(5+2) \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot (0,4+0,02+0,02)}{1,6-1,1}} = 10,99 \text{ м/с} = 39,56 \text{ км/год} \approx 40 \text{ км/год}$$

Приймаємо $V_{\text{опт}} = 40 \text{ км/год}$.

Для подальших розрахунків приймаємо $V_{\text{розр}} = V_3 = 30 \text{ км/год}$.

2.2. Розрахунок ширини проїзної частини магістралей

Проектування геометричних параметрів поперечних профілів магістралей виконується за тією ж логікою, що й для перегонів магістральних вулиць.

Щоб визначити ширину проїзної частини на перетині, спочатку встановлюється потрібна кількість смуг для руху транспорту окремо для кожної з магістралей.

Для цього використовується покроковий алгоритм нижче:

1. Визначаємо пропускну здатність однієї із смуг руху транспорту на магістралі:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600V_{\text{розр}}}{l_a + l_b + V_{\text{розр}}t_p + (k_e - k_1)V_{\text{розр}}^2/[2g(\phi + f \pm i)]} \quad (2.4)$$

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

$$N_{\text{см (3)}} = \frac{3600 * 13,9}{5 + 2 + 13,9 * 1 + (1,6 - 1,1) * 13,9^2/[2 * 9,81(0,4 + 0,02 + 0,02)]} = 1560 \text{ (авт/год)}$$

Усі умовні позначення для розрахункових формул наведені в додатках (додаток А).

2. Для кожної з магістралей встановлюємо коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність:

$$\delta = \frac{L}{L + V_{\text{розр}}^2/(2a) + V_{\text{розр}}^2/(2b) + V_{\text{розр}}(t_{\text{ч}} + t_{\text{ж}})/2} \quad (2.5)$$

$t_{\text{ч}}$, $t_{\text{ж}}$ – тривалість червоного та жовтого сигналів світлофора для даної магістралі (для магістралі 1-2 приймаємо $t_{\text{ч}} = 66 \text{ с}$, $t_{\text{ж}} = 3 \text{ с}$, для магістралі 3 приймаємо $t_{\text{ч}} = 83 \text{ с}$, $t_{\text{ж}} = 3 \text{ с}$.

$$\delta_{(1-2)} = \frac{420}{285 + \frac{16,7^2}{2 * 1} + \frac{16,7^2}{2 * 1,05} + 16,7 * (63 + 3)/2} = 0,34$$

$$\delta_{(3)} = \frac{1080}{1106 + \frac{13,9^2}{2 * 1} + \frac{13,9^2}{2 * 1,05} + 13,9 * (80 + 3)/2} = 0,59$$

3. Для кожної з магістралей визначаємо пропускну здатність смуги руху транспорту (враховуємо вплив світлофорного регулювання):

$$N'_{см} = N_{см} \cdot \delta, \quad (2.6)$$

$$N'_{см(1-2)} = 1509 \cdot 0,34 = 510(\text{авт/год})$$

$$N'_{см(3)} = 1560 \cdot 0,59 = 913(\text{авт/год})$$

4. На кожній магістралі визначаємо необхідну кількість смуг руху транспорту:

$$n = \frac{N_{розр}}{N'_{см}}, \quad (2.7)$$

Табл. 2.1

Напрямок магістралі		Вихід			Σ вих
		1	2	3	
Вхід	1	0	320	30	350
	2	430	0	63	493
	3	35	165	0	200
Σ вхід		465	485	20	<u>980</u>

$$\square_{розр} (1-2) = 493 \text{ авт/год}$$

$$\square_{розр} (3) = 200 \text{ авт/год}$$

Так як у нас два варіанти на проектування (варіант №1 – СКП, варіант №2 – Т-подібний перетин, лист №2 графічної частини проекту), то для наступних розрахунків враховуємо обидва варіанти.

$$n (1-2) = 493/510 = 0,967$$

$$\square (3) = 200/913 = 0,219$$

Порівнюємо отриману величину кількості смуг руху з вимогами ДБН [1]. Для проектування ми приймаємо ціле більше число, але яке не перевищує 3 смуги в одному напрямку для магістралей районного значення та для житлової вулиці не перевищує 2 смуги руху в одному напрямку.

Варіант №1:

$n_{(1-2)} = 1$ смуга руху в одному напрямку

$n_{(3)} = 1$ смуга руху в одному напрямку

Варіант №2:

$n_{(1-2)} = 3$ смуги руху в одному напрямку

$n_{(3)} = 1$ смуги руху в одному напрямку

У цьому варіанті проектного рішення збережено існуючу кількість смуг смуг руху. Це відповідає функціональному призначенню магістралі районного значення.

5. *Визначаємо пропускну здатність кожної магістралі в одну сторону:*

$$N_{\text{маг}} = N'_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (2.8)$$

Варіант №1:

$$N_{\text{маг}(1-2)} = 510 \cdot 1 = 510 (\text{авт/год})$$

$$N_{\text{маг}(3)} = 913 \cdot 1 = 913 (\text{авт/год})$$

Варіант №2:

$$N_{\text{маг}(1-2)} = 510 \cdot 2,7 = 1377 (\text{авт/год})$$

$$N_{\text{маг}(3)} = 913 \cdot 1 = 913 (\text{авт/год})$$

Відповідно до умови забезпечення пропускну здатності магістралі:

$$N_{\text{маг}} \geq N_{\text{розр}}, \quad (2.9)$$

Варіант №1:

$$N_{\text{маг}(1-2)} : 527 > 493$$

$$N_{\text{маг}(3)} : 913 > 200$$

Варіант №2:

$$N_{\text{маг}(1-2)} : 1377 > 493$$

$$N_{\text{маг}(3)} : 913 > 200$$

Умова виконується.

6. *Визначаємо доцільність влаштування «кишень» для зупинки громадського транспорту.*

Так як у нас магістраль (3) є житловою вулицею, то маршрути громадського транспорту по ній проходити не будуть.

Знайдемо пропускну здатність магістралі (1-2) в одну сторону, враховуючи зупинки громадського транспорту в крайній правій смузі.

$$N_{\text{маг}} = N'_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (2.8)$$

Варіант №1:

$$N_{\text{маг}(1-2)} = 510 \cdot 1 = 510 (\text{авт/год})$$

Варіант №2:

$$N_{\text{маг}(1-2)} = 510 \cdot (0,5 + 0,8 + 1) = 1173 (\text{авт/год})$$

Для варіанту №1 влаштовуємо зупинки громадського транспорту в «кишенях», для варіанту №2 враховуємо коефіцієнт k_n так, щоб змоделювати зупинку громадського транспорту на крайній правій смузі.

2.3. Визначення доцільності влаштування регульованої схеми організації дорожнього руху на перетині магістралей

1. Пропускна здатність однієї смуги руху транспорту на перетині з регульованою схемою ОДР визначимо за наступною формулою:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot (t_3 - 0,5V_{\text{сер}}/a)}{t_0 T_{\text{ц}}}, \quad (2.10)$$

Для цього знаємо середню швидкість на перетині:

$$V_{\text{сер}} = \frac{V_{\text{поч.}} + V_{\text{розр.}}}{2}, \quad (2.11)$$

$$V_{\text{сер}(1-2)} = (6+60)/2 = 9,17 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{сер}(3)} = (6+50)/2 = 7,78 \text{ м/с}$$

Тоді:

$$N_{\text{см}(1-2)} = \frac{3600 \cdot (42 - 0,5 \cdot 9,17/1)}{2 \cdot 108} = 624 (\text{авт/год})$$

$$N_{\text{см}(3)} = \frac{3600 \cdot (25 - 0,5 \cdot 7,78/1)}{2 \cdot 108} = 352 (\text{авт/год})$$

2. Пропускна здатність проїзної частини магістралей:

$$N_{\text{п.ч.}} = 2N_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (2.12)$$

Варіант №1:

$$N_{п.ч(1-2)} = 2 \cdot 624 \cdot 1 = 1248 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

$$N_{п.ч(3)} = 2 \cdot 352 \cdot 1 = 704 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

Варіант №2:

$$N_{п.ч(1-2)} = 2 \cdot 624 \cdot 2,7 = 3370 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

$$N_{п.ч(3)} = 2 \cdot 352 \cdot 1 = 704 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

Величини коефіцієнтів ефективності використання смугу руху транспорту приймаємо ті ж, що і у формулі (2.8).

Після отриманих розрахунків визначаємо пропускну здатність перетину при регульованій схемі ОДР:

$$N_{пер} = \Sigma N_{п.ч.} \quad (2.13)$$

Варіант №1:

$$N_{пер} = 1248 + 704 = 1952 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

Варіант №2:

$$N_{пер} = 3370 + 704 = 4074 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

Перевіряємо виконання умови нерівності для обох варіантів:

$$N_{пер} > N_{розр}$$

Варіант №1:

$$1952 > 980$$

Варіант №2:

$$4074 > 980$$

Після розрахунку та перевірки виконання умови нерівності, можемо зробити висновок про доцільність влаштування регульованого перетину для обох варіантів проектування.

2.4. Розрахунок та проектування геометричних розмірів саморегульованого кільцевого перетину

Для визначення геометричних параметрів саморегульованого кільцевого перетину розраховується довжина ділянки лінії переплетення. Ця ділянка є ключовим елементом кільцевої розв'язки, оскільки впливає на рівень безпеки руху та пропускну здатність перетину. При її збільшенні спрощується процес сплетення та розплетення транспортних потоків.

Радіус внутрішнього кільця R_0 та довжину лінії переплетення на СКП визначаємо за табл. Б.1 додатку Б.

Приймаємо: $L_n = 25$ (м); $R_0 = 25$ (м).

Визначаємо необхідну кількість смуг руху на СКП:

$$n = \frac{N_P^{max}}{N_{ПР}} + 1, \quad (2.14)$$

Визначаємо N_P^{max} . Для цього встановлюємо інтенсивності у всіх перерізах на кільці за табл. Б.2 додатку Б.

Тоді:

$$n = \frac{528}{600} + 1 = 1,88, \text{ приймаємо } 2 \text{ смуги руху на кільці};$$

Визначаємо ширину проїзної частини на кільці:

$$B_K = n \cdot b, \quad (2.15)$$
$$B_K = 2 \cdot 4 = 8(\text{м})$$

Визначаємо радіус зовнішнього кільця:

$$R_{зovн} = R_0 + B_K, \quad (2.16)$$
$$R_{зovн} = 25 + 8 = 33(\text{м})$$

Радіуси заїзду та з'їзду з кільця приймаємо від 20 м. до 29м., ти самим спонукаючи водіїв знизити швидкість для підвищення безпеки руху.

2.5. Проектування поперечних профілів магістралей

Розробка поперечних профілів магістралей є невід'ємною частиною при проектуванні вулиць та доріг. Усі розміри та розташування будь-яких елементів поперечних профілів визначаються згідно з актуальними нормативами, які зазначені у таблиці 5.1 ДБН [1]. До елементів вулиці та доріг входять: проїзна частина, пішохідна частина (тротуар), розподільча смуга (розміщується між тротуаром та проїжджою частиною), смуги для підземних інженерних мереж, смуги для озеленення. Усі ці елементи разом визначають функціональні характеристики та форму поперечних профілів магістралей. Проектні поперечні профілі відображено у вигляді графічних креслень на листі №3.

1. Розрахунок ширини проїзної частини магістралей

$$B_{\text{маг}} = 2nb + r + 2\Delta, \quad (2.17)$$

Варіант №1:

$$B_{\text{маг}(1-2)} = 2 * 1 * 3 + (2 * 0,5 + 0,7) + 2 * 0,5 = 8,7(\text{м})$$

$$B_{\text{маг}(3)} = 2 * 1 * 3 + 2 * 0,5 = 7(\text{м})$$

Варіант №2:

$$B_{\text{маг}(1-2)} = 2 * 3 * 3 + (2 * 0,5 + 2) + 2 * 0,5 = 22(\text{м})$$

$$B_{\text{маг}(3)} = 2 * 1 * 3 + 2 * 0,5 = 7(\text{м})$$

2. Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів

Визначення ширини тротуарів здійснюється з урахуванням категорії магістралі та прогнозованої інтенсивності пішохідного руху. У зв'язку з відсутністю даних щодо перспективної розрахункової пішохідної інтенсивності, кількість смуг руху на тротуарі приймається згідно з нормативними вимогами ДБН [1]. Для магістралі районного значення (1-2) приймаємо мінімальну ширину тротуару – 3 (м) по обидва боки вулиці. Для житлової вулиці (3) – приймаємо 3 (м) з обох боків вулиці, хоча згідно з вимогами ДБН [1] мінімально допустима ширина тротуару становить 1,5 (м) Таке рішення обґрунтовується необхідністю забезпечення комфортних умов для пішоходів, а також з урахуванням перспективного розвитку забудови та зростання пішохідної інтенсивності. Приймаємо ці рішення для обох варіантів інженерно-планувально рішення.

Тоді максимальна пропускна здатність буде дорівнювати:

$$3/0,75 * 1000 = 4000 \text{ ос/год}, \quad (2.18)$$

Для розрахунків приймається припущення, що прогнозована інтенсивність пішохідного руху на тротуарі складатиме половину пропускної здатності, тобто 2000 ос/год. Це також дозволяє зробити запас на майбутнє з урахуванням можливого зростання інтенсивності.

Ширину наземних пішохідних переходів вздовж магістралей, що проектуються, приймаємо мінімально-допустимою величиною – 4 (м) на двох вулицях. Таке рішення зумовлено необхідністю безпечного двостороннього руху по ньому пішоходів та людей з інвалідністю.

					Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		25

3. Проектування велосипедної інфраструктури

В існуючому положенні велоінфраструктура на перетині повністю відсутня, що змушує велосипедистів рухатись або по тротуарах, створюючи конфлікти з пішоходами, або рухатись проїзною частиною серед транспортного потоку, що є небезпечним і неприйнятним з точки зору безпеки дорожнього руху. У рамках проекту передбачено повноцінне впровадження велоінфраструктури, розроблене згідно вимог ДБН [1] та спираючись на концепції розвитку велосипедної інфраструктури в місті Києві [9].

Ширину велодоріжки приймаємо згідно табл. 5.11 ДБН [1]. Для вул. Сверстюка проектуємо велодоріжку шириною – 2,5 (м) з двостороннім рухом з обох боків вулиці, для вул. Тумяняна – 1,85 (м) з одностороннім рухом з одного боку вулиці (варіант №1), 3 (м) з двостороннім рухом з одного боку вулиці (варіант №2).

Велопереїзди повинні розміщуватись паралельно пішохідному переходу на відстані 0,5 (м) та забезпечувати прямолінійне і безперервне продовження велодоріжки. Ширина велопереїзду повинна дорівнювати ширині велодоріжки або не бути меншим за її.

2.6. Проектні пропозиції

У рамках даного дослідження проаналізовано два варіанти підвищення рівня безпеки дорожнього руху шляхом розробки наступних інженерно-планувальних рішень:

Саморегульований кільцевий перетин



Рис. 2.1 – Приклад саморегульованого кільцевого перетину

Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Саморегульований кільцевий перетин — це тип перехрестя, де кілька вулиць чи магістралей з'єднуються через спільний рух навколо центрального острівця, без участі світлофорного регулювання. Рух транспортних засобів здійснюється проти годинникової стрілки, із пріоритетом транспорту, що вже знаходиться на кільці. Такий тип перетину може поєднувати від трьох до шести (а іноді й більше) напрямків, а форма центрального острівця адаптується до місцевих умов: це може бути коло, еліпс, трикутник або багатокутник.

Переваги саморегульованих кільцевих перетинів:

Підвищення безпеки руху: завдяки зниженню швидкості перед в'їздом на кільце, наслідки можливих зіткнень менш критичні, а кількість конфліктних точок зменшується (з 32 до 8 у порівнянні з класичним чотиристороннім перехрестям). *Зменшення затримок:* за умови середньої інтенсивності потоку, кільце дозволяє транспорту рухатися без зупинки, що знижує час очікування у порівнянні зі світлофорним регулюванням. *Гнучкість у геометрії:* якщо при складному перехресті із 5–6 напрямками світлофорна схема ускладнюється, то на кільці це вирішується геометрично за рахунок розміру центрального острівця. *Екологічна ефективність:* зменшується кількість зупинок і стартів, а відповідно з цим знижуються викиди шкідливих газів, шумове навантаження. *Низькі витрати на експлуатацію:* відсутність світлофорів і автоматичних систем знижує витрати на обслуговування.

Обмеження та недоліки:

Потреба у більших просторових ресурсах: для організації повноцінного кільця необхідна значно більша площа, ніж для звичайного світлофорного перехрестя. *Непридатність для дуже високої інтенсивності:* при великих потоках або значній частці лівоповоротних маневрів кільце може втратити ефективність без введення багатосмугового або турбокільця. *Необхідність у догляді за острівцем:* якщо передбачене озеленення або естетичне оформлення центральної частини — це тягне додаткові витрати на утримання.

Ризики при неправильному проєктуванні: занадто малий діаметр або надто короткі ділянки переплетення можуть спричинити затори чи хаотичний в'їзд, що знижує переваги кільця.

Однорівневий регульований перетин типу «Т» (т-подібний)

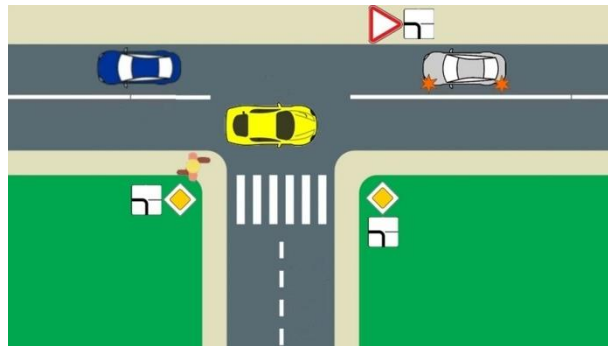


Рис. 2.2 – Приклад т-подібного перетину

Однорівневий Т-подібний перетин — це тип планувального рішення, при якому одна з вулиць є наскрізною (головною), а інша примикає до неї під прямим або близьким до прямого кутом, утворюючи конфігурацію у вигляді літери «Т». Такий перетин реалізується в одному рівні, без естакад або тунелів, і, як правило, керується світлофорним регулюванням. Цей тип перехрестя широко застосовується у вулично-дорожній мережі міст, особливо в умовах щільної забудови та обмеженого простору, де неможливо облаштувати розв'язку більш складної конфігурації (кільце, багаторівневу схему тощо).

Переваги Т-подібного перетину:

Простота планувальної структури: зрозуміла конфігурація для водіїв, пішоходів і проєктувальників. *Компактність:* не потребує значної площі, що є перевагою в щільній міській забудові. *Можливість чіткого регулювання потоків:* легко організовується за допомогою світлофорного об'єкта. *Підходить для середньої інтенсивності руху:* забезпечує задовільний рівень обслуговування за умов правильно підбраного циклу світлофора. *Легко адаптується до змін:* можливе майбутнє розширення, каналізація потоків або трансформація в інші типи вузлів.

Недоліки Т-подібного перетину:

Конфліктність маневрів: особливо при виконанні лівоповоротних і розворотних маневрів з другорядної вулиці. *Затримки через регулювання:* усі напрямки руху не можуть обслуговуватись одночасно без конфліктів, що потребує черговості фаз. *Висока залежність від коректної роботи світлофора.* *Обмежені можливості для безпечного руху пішоходів та велосипедистів:* якщо не впроваджені додаткові елементи (острівці, буфери, фізичні розмежування).

На листі №2 у вигляді графічних креслень відображені варіанти інженерно планувальних рішень для перетину вул. Сверстюка та вул. Туманяна, де розписані сильні та слабкі сторони, можливості та загрози при їх впровадженні.

2.7. Порівняння проєктних пропозицій

Одним із важливих критеріїв при виборі планувального рішення є кількість потенційних конфліктних точок, оскільки саме вони визначають імовірність виникнення аварійних ситуацій. Далі розглянуто результати аналізу конфліктів для обох варіантів за допомогою моделювання в середовищі PTV VISSIM та інструменту SSAM.

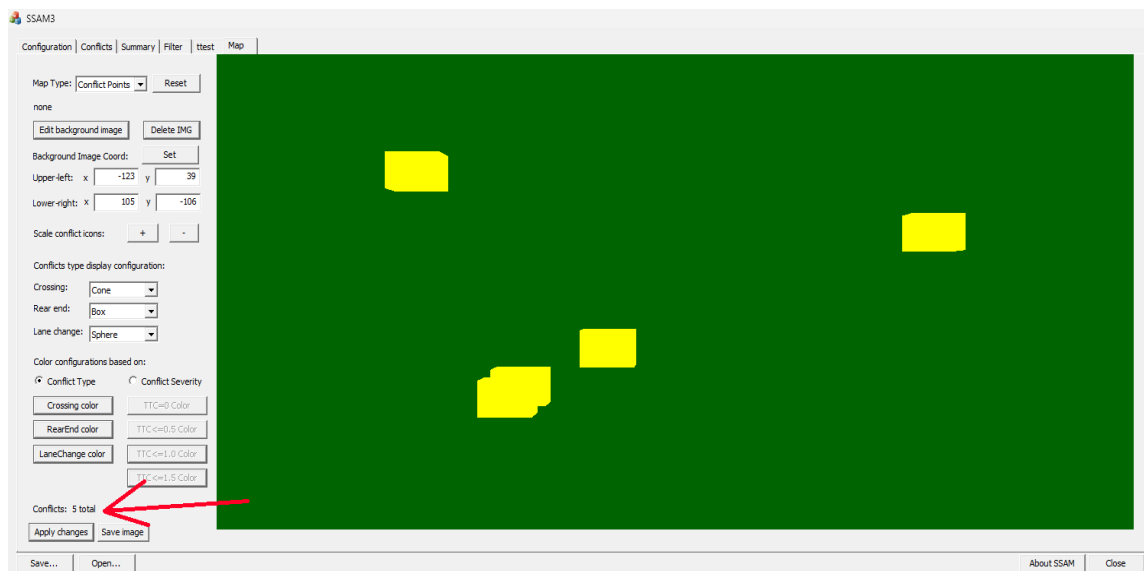


Рис. 2.3 – Результат аналізу кількості конфліктних точок на СКП

Проаналізувавши варіант №1 у програмі SSAM – саморегульований кільцевий перетин, було виявлено лише 5 конфліктів, усі з яких класифікуються як низькоризикові (ТТС – час до зіткнення $> 1,5$ с.), які виникають переважно під час перебудови на кільці або злиття потоків при в'їзді. Також така кількість зумовлена тим, що всі переходи передбачено в підземному виконанні, що повністю усуває контакт між пішоходами та транспортними засобами на проїзній частині.

Відсутність світлофорного регулювання, зниження швидкості руху на кільці та просторове розділення учасників (вело- і пішохідної інфраструктури) забезпечує мінімальний рівень конфліктності та підвищує рівень безпеки дорожнього руху.

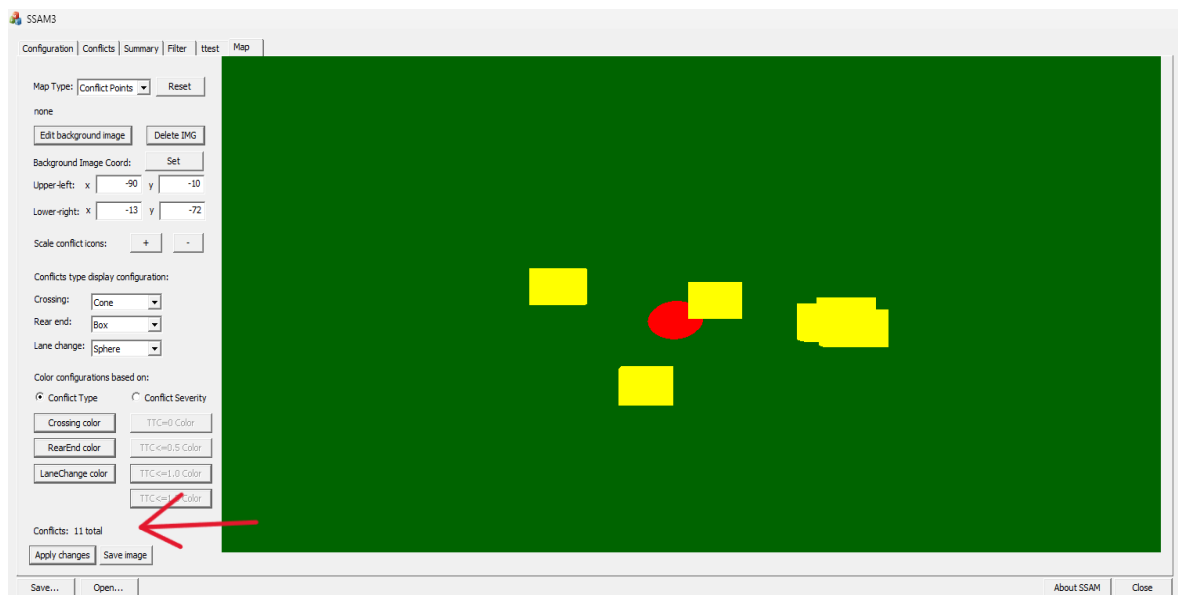


Рис. 2.4 – Результат аналізу кількості конфліктних точок на Т-подібному перетині

У проєктному Т-подібному варіанті реалізовано повне світлофорне регулювання з розділенням усіх напрямків руху. Виявлений конфлікт між рухом з вул. Туманяна та пішоходами на вул. Сверстюка усунуто завдяки введенню окремої пішохідної фази. Для додаткового підвищення безпеки впроваджено фазу «всі стоять», що дозволяє завершити усі маневри та знижує ризик непередбачуваних дій учасників руху.

Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

За результатами моделювання в SSAM, загальна кількість конфліктів на перетині склала 11, з яких один – червоного кольору, що вказує на низький рівень ТТС. Цей конфлікт пов'язаний із лівоповоротним маневром з вул. Сверстюка на вул. Туманяна.

Додаткові заходи безпеки, такі як: роздіювальна смуга шириною 2 м., острівцець безпеки, підвищений пішохідний перехід по вул. Туманяна, напрямна розмітка, велопереїзди з пішохідними переходами та окремі крайні праві смуги для громадського транспорту (які були запарковані автомобілями), сприяють покращенню організації дорожнього руху та безпеки.

Висновок до порівняння існуючого та проєктних рішень:

У результаті моделювання трьох варіантів організації руху було встановлено, що найбільшу кількість конфліктних ситуацій зафіксовано в існуючому положенні – 52 конфліктні точки. Основними причинами цього є: неефективне світлофорне регулювання, наявність припаркованих авто на крайніх смугах руху та на тротуарах, відсутність засобів захисту пішоходів, відсутність велоінфраструктури, а також наявність в'їзду/виїзду з прилеглої забудови прямо на перехрестя, який створює додаткові точки конфліктів, знижує оглядовість і призводить до непередбачуваних маневрів. У проєктних рішеннях цей в'їзд було усунуто, що може підвищити прогнозованість дорожньої ситуації.

У варіанті Т-подібного перетину кількість конфліктів знижено до 11, з яких 1 має критичну ситуацію (лівоповоротний маневр з Сверстюка на Туманяна), реалізовано чітке розділення фаз, впроваджено розділювальну смугу та острівцець безпеки, велопереїзди, підвищений перехід, додано фазу «всі стоять». Реалізація усіх цих заходів значно покращило безпеку руху.

Найвищий рівень безпеки показав саморегульований кільцевий перетин (СКП), де було виявлено лише 5 конфліктів, усі з низьким рівнем ризику. Завдяки піздемним переходам, геометричному зниженню швидкості та відсутності фазових перетинів, це рішення є найбільш безпечним серед розглянутих.

2.8. Проектування поздовжніх профілів

При проектуванні поздовжніх профілів магістралей визначається їх висотне положення і існуючому та проектному стані. Вихідними даними для побудови профілів є геодезична основа(топографічна зйомка) та червоні лінії. На основі цих даних наносять проектні лінії та похили поверхні згідно з нормами, наведеними у таблиці 5.7 ДБН [1].

Принципи проектування поздовжніх профілів та їх характеристики розписані та відображені у вигляді графічних креслень на листі №5.

2.9. Вертикальне планування перетину в межах його території

Під час вертикального планування перетину в межах його території враховуються вимоги щодо безпеки руху, зручність пересування пішоходів, стійкість конструкції дорожнього одягу, а також ефективного поверхневого водовідведення.

Ухили на проїжджій частині та тротуарах приймаються відповідно до ДБН [1]: 20‰ та 15‰ відповідно.

Запроектване рішення вертикального планування відображено на листі №6 графічної частини проекту.

Також при проектуванні водовідведних систем і споруд слід враховувати місцеві умови: природні, архітектурно-планувальні, санітарно-гігієнічні. Для забезпечення ефективного водовідведення вздовж магістралей слід дотримуватись вимог щодо найменших поздовжніх похилів. У найнижчих місцях проїжджої частини необхідно встановити колодязі, адже там буде збиратись поверхневий стік. Також потрібно встановити колодязі так, щоб перехопити стік від проїжджої частини та тротуару перед перетином.

Вертикальне планування відображено у вигляді графічного креслення на листі №6.

2.10. Розрахунок обсягів земляних робіт

При плануванні перетину магістралей виконується значний обсяг земляних робіт – формуються виїмки та насипи для проїжджої частини та тротуарів. Для оцінки обсягів використовуються робочі поздовжні профілі. На кожному з них по пікетах наносять лінію існуючої поверхні та проєктну відмітку осі магістралі, на ключових точках визначають «чорні»(існуючі) та проєктні відмітки. Їх різниця дозволяє порахувати виїмки та насип.

Варіант №1:

Насип – 2491,7 м³ , зрізка – 423,4 м³.

Варіант №2:

Насип – 655,4 м³ , зрізка – 1609,2 м³.

Обсяги земляних робіт є важливим для оцінки планувального рішення з економічної точки зору, його розрахунок відображено у додатку В.

2.11. Кошторисно-фінансовий розрахунок

Кошторисно-фінансовий розрахунок будівництва обох варіантів запроєктованого перетину наведено у вигляді таблиці Excel. Вихідною основою для розрахунків слугували обсяги будівельних робіт. Для складання кошторису використано каталоги з різними одиничними розцінками, які враховують вартість одиниці кожного виду робіт.

Табл. 2.2

№ з/п	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт Варіант №1	Загальна вартість, грн.	Обсяг робіт Варіант №2	Загальна вартість, грн.
1.	Земляні роботи	Зрізка м ³	350	423,4	148190	1609,2	563220
		Насип м ³	250	2491,7	622925	655,4	163850
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м ²	7500	3952,9	29646750	5671,3	42534750
3.	Влаштування дорожнього одягу тротуарів та велодоріжок	м ²	1500	3597,43	5396145	3605,69	5408535
4.	Влаштування водовідведення						
4.1	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.	100000	363,1	36310000	363,1	36310000
4.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	23500	11	258500	10	235000
5.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	889	444500	1098	549000
6.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	21000	16	336000	16	336000
7.	Влаштування дорожнього огороження	шт.	3400	-	-	95	323000
8.	Встановлення обмежувальних стовпчиків	шт.	1500	-	-	64	96000
9.	Демонтаж нежитлової будівлі(супермаркет)	м ³	550	25000	13750000	-	-
10.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м ²	20000	1212,57	24251400	-	-
11.	Влаштування LED-світильників з кронштейном для освітлення пішохідних переходів	м ²	13500	-	-	4	54000
Проміжна сума					111164410		86573355
12.	Перекладка підземних інженерних комунікацій	%	15%	$\Sigma_{(1-7)} \cdot 0,15$	16674661,5	$\Sigma(1-7) \cdot 0,15$	12986003,25
Остаточна сума					127839071,5		99559358,25
			Різниця	28279713,25			

Кошторисно-фінансовий розрахунок

2.12. Визначення техніко-економічних показників

Для того, щоб зрозуміти, чи дає реконструкція перетину позитивний ефект у довгостроковій перспективі, варто проаналізувати, скільки коштів витрачається на цей перетин до та після змін.

Річні дорожні витрати

Для цього розрахуємо річні дорожні витрати на утримання перетину в існуючому стані (позначаємо як Д), а також після впровадження для двох проектних рішень (Д₁' – для варіанту №1, Д₂' – варіант №2). У це розрахунок будуть входити витрати на ремонт покриття, щоденне утримання, дрібні відновлювальні робота та інші потреби, пов'язані з експлуатацією перетину.

Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

Кваліфікаційна робота бакалавра

Лист

34

$$T_{\text{дод.1 вхід}} = 350 \cdot (99/30) \cdot (1/3600) \cdot (365/0,1) = 1171 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{дод.1 вихід}} = 465 \cdot (99/30) \cdot (1/3600) \cdot (365/0,1) = 1556 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{дод.2 вхід}} = 493 \cdot (100/30) \cdot (1/3600) \cdot (365/0,1) = 1667 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{дод.2 вихід}} = 485 \cdot (100/30) \cdot (1/3600) \cdot (365/0,1) = 1639 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{дод.3 вхід}} = 200 \cdot (91/25) \cdot (1/3600) \cdot (365/0,1) = 738 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{дод.3 вихід}} = 93 \cdot (91/25) \cdot (1/3600) \cdot (365/0,1) = 344 \text{ авт/рік}$$

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

$$\sum T_{\text{дод}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n, \quad (2.25)$$

$$T_{\text{дод}} = 7114 \text{ авт/рік}$$

Річні дорожні втрати до реконструкції:

$$\sum K = \left(\sum T_{\text{год}} + \sum T_{\text{дод}} \right) \cdot S$$

$$\sum K = (17003 + 7114) \cdot S = 3\,858\,554,4 \text{ грн}$$

Після реконструкції для варіанту №1 СКП:

Табл. 2.3

Таблиця інтенсивності руху транспорту в «години-пік» на перетині магістралей за напрямками, авт./год

Напрямок в'їзду до перетину	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)		
	1	2	3
1	0	320	30
2	430	0	63
3	35	165	0

Табл. 2.4

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

Напрямок в'їзду до перетину	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)		
	1	2	3
1	0	7,94	4,68
2	6,7	0	8,8
3	7,78	5,8	0

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

Напря́м в'їзду до перетину	Напря́м виїзду з перетину магістралей			Всього за напрямками в'їзду
	1	2	3	
1	0	2540,8	140,4	2681,2
2	2881	0	554,4	3435,4
3	272,3	957	0	1229,3
Всього за напрямками виїзду	3153,3	3497,8	694,8	7345,9

Річні транспортні витрати ($\Sigma K'$) на рух транспорту в межах перетину:

$$\Sigma K' = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{3600 \cdot 365}{\beta} * S, \quad (2.26)$$

$$K' = (7345,9/3600) \cdot (365/0,1) \cdot 160 = 1\,191\,668,2 \text{ грн}$$

Очікуваний соціально-економічний результат від реконструкції перетину ΔK встановлюємо наступним чином:

$$\Delta K = K' - K, \quad (2.27)$$

$$\Delta K = 1\,191\,668,2 - 3\,858\,554,4 = -2\,666\,886,2$$

Отже, після влаштування саморегульованого кільцевого перетину магістралей, річні дорожні витрати зменшаться на 2 666 886,2 грн або на 69,12%.

Термін окупності капіталовкладень (T_0):

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

$$T_0 = \frac{127\,839\,071,5}{(3\,858\,554,4 + 3\,231\,937,5) - (1\,191\,668,2 + 2\,470\,562,5)} = 38 \text{ років.}$$

Коефіцієнт окупності капіталовкладень саморегульованого кільцевого перетину:

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

$$E = \frac{1}{38} = 0,027 = 2,7\%$$

Після реконструкції для варіанту №2 Т-подібний:

Табл. 2.6

Таблиця інтенсивності руху транспорту в «години-пік» на перетині магістралей за напрямками, авт./год

Напря́м в'ї́зду до перетину	Напря́м виї́зду з перетину магістралей (<i>j</i>)		
	1	2	3
1	0	320	30
2	430	0	63
3	35	165	0

Табл. 2.7

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

Напря́м в'ї́зду до перетину	Напря́м виї́зду з перетину магістралей (<i>j</i>)		
	1	2	3
1	0	3,22	2,39
2	3,22	0	3,42
3	2,8	2,9	0

Табл. 2.8

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

Напря́м в'ї́зду до перетину	Напря́м виї́зду з перетину магістралей			Всього за напрямками в'їзду
	1	2	3	
1	0	1030,4	71,7	1102,1
2	1384,6	0	215,46	1600,06
3	98	478,5	0	576,5
Всього за напрямками виїзду	1482,6	1508,9	287,16	3278,66

Річні транспортні витрати ($\Sigma K'$) на рух транспорту в межах перетину:

$$\Sigma K' = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} \frac{3600 \cdot 365}{\beta} * S, \quad (2.26)$$

$$K' = (3278,66/3600)*(365/0,1)*160 = 531\,871,5 \text{ грн}$$

Очікуваний соціально-економічний результат від реконструкції перетину ΔK встановлюємо наступним чином:

$$\Delta K = K' - K, \quad (2.27)$$

$$\Delta K = 531\,871,5 - 3\,858\,554,4 = -3\,326\,682,9$$

Отже, після влаштування Т-подібного перетину магістралей, річні дорожні витрати зменшаться на 3 326 682,9 грн або на 86,22%.

Термін окупності капіталовкладень (T_0):

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

$$T_0 = \frac{99\,559\,358,25}{(3\,858\,554,4 + 3\,231\,937,5) - (531\,871,5 + 3\,544\,562,5)} = 33 \text{ роки.}$$

Коефіцієнт окупності капіталовкладень Т-подібного перетину:

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

$$E = \frac{1}{33} = 0,031 = 3,1\%$$

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ:

У межах розрахунково-проектного розділу було виконано порівняльний аналіз двох варіантів інженерно-планувальних рішень перетину вулиць Сверстюка та Туманяна: саморегульованого кільцевого перетину (СКП) та удосконаленого Т-подібного перетину зі світлофорним регулюванням. Для кожного з рішень детально проаналізовано геометричні параметри, умови організації руху, кількість конфліктних точок, просторові обмеження, а також можливості для пішоходів, велосипедистів і громадського транспорту. Проведене транспортне моделювання в PTV VISSIM у поєднанні з оцінкою конфліктності в SSAM дозволило кількісно порівняти рівень безпеки кожного з варіантів. За результатами аналізу встановлено, що СКП забезпечує найменшу кількість конфліктів, сприяє природному уповільненню транспорту без використання світлофорів, покращує оглядовість, знижує аварійність і формує значно безпечніше середовище для всіх учасників дорожнього руху.

Незважаючи на необхідність часткового вивільнення території для реалізації такого рішення, впровадження СКП є цілком виправданим з огляду на його довгострокові переваги у сфері безпеки, експлуатаційної ефективності та створення сталої, комфортної міської інфраструктури. Відтак, саме варіант СКП обрано як основне проєктне рішення для подальшої реалізації. Крім того, з метою забезпечення максимальної безпеки пішоходів на кільцевому перетині в проєкті передбачено облаштування підземних пішохідних переходів, що повністю усувають точки перетину транспортних і пішохідних потоків, знижуючи ризики до мінімуму. Таким чином, у контексті проєктування сучасного міського простору, людське життя та безпека дорожнього руху є безумовними пріоритетами, які не можуть і не повинні розглядатися крізь призму вартості реалізації інженерних рішень.

КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

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

3.1. Перекладка підземних інженерних мереж

Підземні інженерні мережі розміщені у межах поперечних профілів вулиць: нижче рівня тротуарів та смуг зелених насаджень на 1.7 м, де не висаджені дерева. Прокладка підземних комунікацій здійснюється в колекторі, розміри якого складають: висота – 1,5 м, ширина -1 м. Довжина колектора складає 696,1 м.

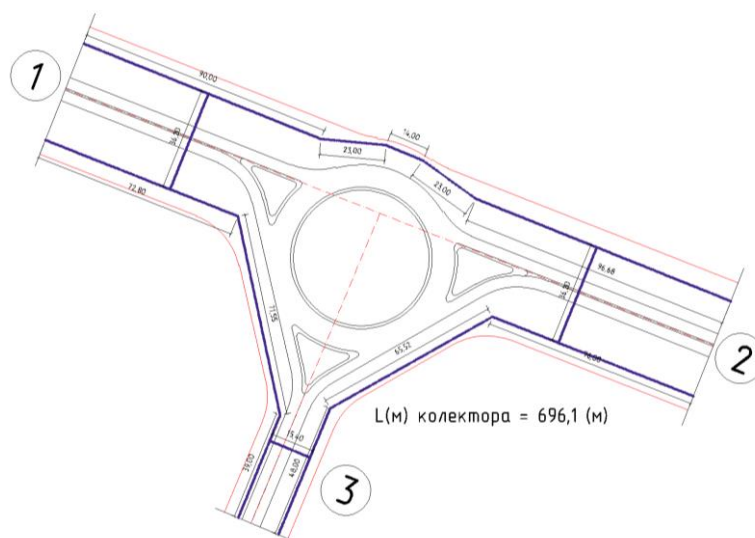


Рис. 3.1 – План перекладки комунікацій

3.2. Позавуличний пішохідний перехід

Позавуличні пішохідні переходи рекомендується влаштовувати на перетинах з саморегульованим кільцевим рухом в різних рівнях з проїжджою частиною. Це спеціальні інженерні споруди, які були розроблені задля підвищення рівня безпеки руху пішоходів і велосипедистів.

Ширину пішохідного тунелю приймають в залежності від категорії магістралей, які перетинаються. Ширина, яка мінімальна для такого переходу, становить 3 метри в міських умовах. Підземні переходи повинні бути виконані з мінімальною різницею від рівня вуличного тротуару до підлоги та з урахуванням розміщення підземних інженерних комунікацій ((ДБН [1] п. 6.4.12).

Входи у тунель облаштовані з одного боку за рахунок сходових клітин, з іншого боку – за рахунок пандуса. Розмір сідців становить 38 сантиметрів у ширину та 12 сантиметрів у висоту. Кожна сходові клітина містить 12 сходинок, після чого облаштована проміжна площадка довжиною 1,5 метра.

Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Огородження парапетного типу зроблено висотою 50 сантиметрів відносно тротуару.

Поперечні розрізи підземних пішохідних переходів зображено на рис.Г.1 додаток Г.

3.3. Освітлення

Освітлювальні опори слід розміщувати конструктивно з обох боків проїзної частини з кроком 40 метрів або менше. Велика увага приділена освітленню з'їздів та заїздів на СКП, зупинкам громадського транспорту.

Система зовнішнього освітлення має виконувати три основні функції:

1. Забезпечення безпеки дорожнього руху - через покращення видимості в темну пору доби та в умовах обмеженої видимості, що дозволяє водіям завчасно розпізнавати перешкоди, розмітку та знаки.
2. Організація руху та орієнтування - освітлення сприяє кращій читаємості простору, допомагає водіям правильно оцінити геометрію дороги, напрямок поворотів, розв'язки, пішохідні переходи тощо.
3. Підвищення комфорту та сприйняття міського середовища - сучасне освітлення формує відчуття безпеки, знижує психологічну напругу, зменшує ризик ДТП і сприяє комфортному пересуванню як водіїв, так і пішохідів.

У проєктному рішенні передбачено встановлення сучасної системи зовнішнього освітлення на основі енергоефективних LED-світильників ТЕСЕО виробництва компанії Schréder. Запроєктовано встановлення опор висотою 9 метрів з консольним кронштейном, що забезпечує оптимальний розподіл світлового потоку на проїзній частині, пішохідних переходах та велосипедних доріжках.

Світильники ТЕСЕО характеризуються високою рівномірністю освітлення, низьким енергоспоживанням та повною відповідністю вимогам «темного неба» ($ULOR = 0\%$), що дозволяє мінімізувати світлове забруднення.

Адаптивне управління рівнем освітленості забезпечує покращену видимість у нічний час та автоматичне зниження яскравості за умов низького транспортного потоку, що сприяє зменшенню експлуатаційних витрат. Таким чином, використання таких світильників не лише покращує умови видимості для водіїв та пішоходів, але й безпосередньо впливає на підвищення рівня безпеки дорожнього руху у темну пору доби(приклад використання Рис.Д.1 Додаток Д).

3.4. Розміщення дощеприймальних колекторів

Розрахунки поверхневого стоку в межах перетину магістралей не потрібно визначати, а слід приймати конструктивно.

При вирішенні проблеми водовідведення з поверхні території магістралей передбачено конструктивне розміщення дощеприймальних колекторів, які розміщуються у лотках проїзної частини за такими принципами:

- 1) Встановлення колодязів у самих низьких місцях проїзної частини;
- 2) Повинно бути забезпечено перехват поєвхневого стоку, який буде направлений з проїзної частини та тротуарів магістралей, які перетинаються, до початку примикання.

Решту зливоприймальних споруд розміщують конструктивно на відстанях, залежно від поздовжнього похилу ділянки магістралі:

- 1) при похилі ділянки магістралі до 5‰ – прийнято відстань в 50 м;
- 2) при похилі ділянки в межах 5-6‰ – прийнято відстань в 60 м;
- 3) при похилі ділянки в межах 6-10‰ – прийнято відстань в 70 м;
- 4) при похилі ділянки в межах 10-30‰ – прийнято відстань в 80 м.

3.5. Дорожній одяг

Дорожній одяг складається з кількох шарів матеріалів, що працюють разом для забезпечення міцності покриття, рівності проїзної частини та надійного розподілу навантаження від транспортних засобів на основу. Якість та правильність конструкції безпосередньо впливають на комфорт, довговічність дороги і, найважливіше, — на рівень безпеки дорожнього руху.

Пошкоджене або нерівне покриття збільшує ризик ДТП, особливо у місцях інтенсивного руху чи зупинок громадського транспорту.

У проєкті передбачено влаштування нового гнучкого дорожнього одягу, який забезпечує стабільну роботу впродовж усього року та сприяє безпечному пересуванню транспорту і пішоходів. Тип конструкції обрано з урахуванням транспортного навантаження, геологічних умов і вимог до експлуатаційної надійності(згідно п.8 ДБН [1]).

Поперечні розрізи дорожнього одягу згідно з додатком Е.

3.6. Озеленення

Зелені насадження відіграють важливу роль у формуванні комфортного міського середовища - вони зменшують вплив шуму, пилу, шкідливих викидів та сприяють покращенню мікроклімату вулиць. Разом із тим, озеленення не повинно створювати перешкод для руху транспорту й пішоходів, особливо в межах перехресть.

Відповідно до вимог нормативної документації (ДБН [1], п. 11.2–11.9), у межах так званого трикутника видимості не допускається розміщення дерев і кущів заввишки понад 0,5 м, оскільки це може обмежувати огляд. Тому в зоні перетину доцільно передбачати лише низьке газонне озеленення, яке не впливає на безпеку дорожнього руху.

3.7. Зупинки громадського транспорту в «кишенях»

Зупинки громадського транспорту запроєктовано в «кишенях» за межами перехрестя. Враховуючи наявність лише однієї смуги руху в одному напрямку, облаштування зупинки на проїзній частині є недопустимим через створення перешкод загальному потоку. Конструкція зупинкового вузла передбачає заїзну частину довжиною 20 м, посадковий майданчик - 20 м, виїзну частину - 15 м(відповідно до п.5 ДБН [1]). Ширина посадкового майданчика становить 3 м. Прийняті параметри відповідають нормативним вимогам та забезпечують безпечну висадку і посадку пасажирів без порушення пропускну здатності смуги руху.

3.8. Дорожні знаки

Дорожні знаки є стандартизованими графічними символами встановленої форми, кольору та розміру, що розміщуються на вулично-дорожній мережі з

метою регулювання, інформування та попередження учасників дорожнього руху. Їх застосування спрямоване на підвищення рівня безпеки руху, чітку організацію транспортних потоків та забезпечення орієнтування в просторі.

1. Попереджувальні знаки використовуються для завчасного інформування водіїв про наближення до потенційно небезпечних ділянок дороги та вказують на характер можливої небезпеки.
2. Знаки пріоритету визначають порядок проїзду на перехрестях, у місцях перетину потоків або на звужених ділянках проїзної частини.
3. Заборонні знаки встановлюють певні обмеження в русі або скасовують їх, регламентуючи допустимість певних маневрів чи доступ окремих видів транспорту.
4. Наказові знаки позначають обов'язкові напрямки руху, дозволяють або обмежують доступ до окремих ділянок дороги для окремих категорій учасників, а також вводять або скасовують регламентовані правила.
5. Інформаційно-вказівні знаки застосовуються для інформування учасників дорожнього руху про особливості режиму, напрямки руху, розташування населених пунктів або об'єктів.

У межах проєктного рішення передбачено застосування дорожніх знаків відповідних категорій, відповідно до вимог ДСТУ [7] та схем організації дорожнього руху. Їх розміщення забезпечує зрозумілу навігацію, інформування учасників руху, а також підвищує загальний рівень безпеки на ділянці проєктування. Умовні позначення дорожніх знаків показано у додатку Є, рис. Є.1.

Загальний висновок

У межах дослідження існуючого стану організації дорожнього руху на перетину вул. Сверстюка та віл. Туманяна в місті Києві, визначено основні проблеми та недоліки перетину, які негативно впливають на рівень безпеки, та розроблено проєктні інженерно-планувальні рішення, які будуть спрямовані на їх усунення.

Під час аналізу існуючого стану було виявлено:

Неефективну геометрію перетину, хаотичне паркування на смугах руху, конфлікти між пішоходами та транспортом, перевищення швидкості на в'їздах до перетину, прямий в'їзд із забудови прямо на перехрестя, який створює додаткову небезпеку, широкі смуги руху шириною 3,5 м, повністю відсутня велоінфраструктура.

Для вирішення цих проблем було розроблено два варіанти планувальних рішень:

Варіант №1 – Саморегульований кільцевий перетин

Варіант №2 – Т-подібне примикання.

При проєктуванні СКП, було розроблено такі рішення та встановлені геометричні параметри:

Передбачено фізичне розділення потоків через геометрію кільця, напрямні островці та підземні переходи, внутрішній радіус кільця – 25 м, зовнішнього – 33 м, 2 смуги руху на кільці шириною 4 м кожна, напрямні островці, зупинки громадського транспорту в «кишенях» шириною заїзду 3 м, розділювальна смуга шириною 0,7 м, укріплена смуга 0,5 м між крайньою смугою руху та бортовим каменем, звуження смуг руху з 3,5 м до 3 м, вилучення небезпечного заїзду на перетин з боку забудови, повністю з 0 розроблена велоінфраструктура згідно [9].

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

При проектуванні Т-подібного примикання:

Розділювальна смуга шириною 2 м з острівцем безпеки, напрямна розмітка, відрегульовано світлофорні фази, що повністю розводить потоки та пішоходів, укріплена смуга 0,5 м між крайньою смугою руху та бортовим каменем, звуження смуг руху з 3,5 м до 3 м, вилучення небезпечного заїзду на перетин з боку забудови, повністю з 0 розроблена велоінфраструктура згідно [9], влаштування сучасного LED-освітлення пішохідних переходів та велопереїздів, використання тактильної плитки та жовтих сигнальних смуг.

Під час порівняння двох проєктних рішень перетину вул. Сверстюка та вул. Туманяна, було виявлено переваги та недоліки кожного з них:

У варіанті №2 було передбачено класичне світлофорне регулювання з окремими фазами для кожного напрямку.

Переваги:

Відносно невисока вартість у реалізації, мінімальне втручання у геометрію перетині, простота будівельних робіт.

Недоліки:

Велика кількість конфліктних точок зберігається з наявною критичною точкою (лівоповоротний маневр з вул. Сверстюка на вул. Туманяна), залежність від світлофорного регулювання, лише умовно обмежене зниження швидкості – поведінка водіїв фізично не змінюється.

У варіанті №1 – саморегульований кільцевий перетин:

Переваги:

Зменшення конфліктних точок до мінімуму, суцільний поділ потоків за напрямками, відсутність світлофорної залежності, повністю усунуто конфлікти з пішоходами завдяки підземним пішохідним переходам, окрема велоінфраструктура, ефективне зниження швидкості за рахунок геометрії перетину та вузьких смуг 3 м. Усі ці заходи значно підвищують рівень безпеки дорожнього руху на перетині вул. Сверстюка та вул. Туманяна у м. Києві.

Недоліки:

Вища вартість реалізації, більший обсяг будівельних та земляних робіт.

Хоча Т-подібне примикання виглядає більш реалістичним для впровадження умовах українських міст через його простоту та економічність, воно хоч і дає зміни щодо підвищення рівня безпеки дорожнього руху відносно існуючого положення, проте поведінка учасників дорожнього руху змінюється незначно, а конфлікти залишаються.

СКП, попри вищу вартість реалізації, є стратегічно доцільним рішенням, оскільки кардинально змінює логіку та поведінку руху, знижує швидкість і кількість значних ДТП.

Таким чином, саморегульований кільцевий перетин було прийнято як основне проєктне рішення, оскільки воно найбільш відповідає меті роботи – підвищенню рівня безпеки дорожнього руху на перетину вул. Сверстюка та вул. Туманяна у місті Києві.

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці і дороги населених пунктів».
2. ДСТУ 2587:2021 «Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови».
3. ДСТУ 8732:2017 «Планування і забудова територій. Загальні положення».
4. ДСТУ Б В.2.3-37641918-2018 «Дороги автомобільні. Методи розрахунку пропускної здатності нерегульованих перехресть в одному рівні».
5. ДБН В.2.3-22:2009 «Трамвайні та тролейбусні лінії. Загальні положення проектування».
6. Правила дорожнього руху України, затверджені постановою КМУ №1306 від 10.10.2001 (зі змінами).
7. ДСТУ 4100:2021 «Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Основні правила щодо встановлення».
8. Каталоги Єдиних районних одиничних розцінок (ЕРЕР) на будівельні роботи.
9. Концепція розвитку велоінфраструктури в місті Києві
<https://kmr.gov.ua/sites/default/files/3033-dodatok.pdf>
10. ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги».
11. Методика визначення економічної ефективності від реалізації заходів з підвищення безпеки дорожнього руху (постанова КМУ №138 від 25.01.2006). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/138-2006-п#Text>
12. Traffic Conflict Technique Manual, Institute of Transport Economics (TØI), Norway. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=2859>
13. SSAM – Surrogate Safety Assessment Model, Federal Highway Administration (FHWA), U.S. Department of Transportation. <https://github.com/OSADP/SSAM>
14. Посібник з використання PTV VISSIM для моделювання дорожнього руху.
<https://www.ptvgroup.com/en/solutions/products/ptv-vissim/>

15. Urban Street Design Guide, National Association of City Transportation Officials (NACTO), 2013. <https://nacto.org/publication/urban-street-design-guide/>

16. Каталоги LED-світильників (Schreder, Philips та ін.):

<https://www.schreder.com/en/products/street-lighting>

Додатки

Додаток А

Умовні позначення для розрахункових формул

(2.3 і 2.4)

l_a – середня довжина автомобіля (приймається – 5 м);

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

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

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

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

φ – коефіцієнт зчеплення коліс з покриттям проїзної частини (приймається для середніх кліматичних умов 0,4 – 0,45);

f – коефіцієнт опору коченню (для асфальтобетонних покриттів 0,02);

i – поздовжній похил ділянки магістралі;

(2.5)

$V_{\text{розр}}$ – швидкість руху транспорту, яка приймається залежно від категорії магістралі та умов руху на ній, м/с (див. ДБН [1] табл. 5.1 п. 5.1.1, для магістралі 1-2 (районного значення) приймаємо $V_p = 60$ км/год (16,7 м/с), для магістралі 3 (житлова вулиця) приймаємо $V_p = 50$ км/год (13,9 м/с), та згідно правил дорожнього руху [7] для вулиць і доріг з регульованим рухом 50 км/год);

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

L – відстань між сусідніми перетинами на магістралі (для магістралі 1-2 приймаємо 450 м (виміряно на карті), для магістралі 3 приймаємо 1080 м;

a – прискорення автомобіля при розгоні (1 м/с²);

b – сповільнення автомобіля при гальмуванні (1,05 м/с²);

(2.6)

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

δ – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі.

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

(2.7, 2.8 і 2.9)

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

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

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

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

(2.10 і 2.11)

$V_{поч}$ – початкова швидкість руху транспорту на перетині, (приймаємо 6 км/год);

$V_{розр}$ – прийнята розрахункова швидкість руху транспорту на магістралі;

t_3 – тривалість зеленого сигналу світлофора для даної магістралі (магістраль 1-2 – 35 с, магістраль 3 — 25 с);

t_o – час, необхідний для проходження стоп-лінії,

$t_p + t_1$ (1,5-4 с, приймаємо 2 с);

$T_{ц}$ – тривалість циклу роботи світлофора на перехресті ($t_4 + t_3 + 2t_{жс} = 35 + 25 + 2 * 3 = 66$ (с));

$V_{сер}$ – середня швидкість проходження перетину (приймаємо згідно розрахунку за формулою (2.11), для магістралі (1-2) приймаємо 9,17 м/с, для магістралі (3) приймаємо 7,78 м/с);

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

(2.14)

n – кількість смуг руху в перерізі СКП;

N_p^{max} – максимальна інтенсивність руху на кільці;

$N_{пр}$ – пропускна здатність ділянок перестроювання (приймаємо 600 авт/год згідно табл.Б додаток Б).

(2.15)

n – кількість смуг руху на кільці;

b – ширина смуги руху на кільці;

(2.16)

R_0 – радіус внутрішнього кільця, м;

B_k – ширина проїзної частини кільця.

(2.17)

n – прийнята для проектування кількість смуг руху транспорту;

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

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

r – центральна розділювальна смуга між напрямками руху транспорту (прийм. Відп. До п. 5.1.14 ДБН [1]), м;

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

(2.19)

$C_{од}$ – вартість будівництва дорожнього одягу;

p_1 – щорічний процент відрахувань на реконструкцію та капітальний ремонт дорожнього одягу (приймаємо 6%);

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

F – площа дорожнього покриття;

a – вартість утримання м² дорожнього покриття перетину;

(2.20)

$\Delta Д$ – різниця дорожніх витрат до і після реконструкції, грн.

(2.21)

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

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

S – прийнята вартість 1 години часу, грн;

(2.22)

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

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

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

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

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

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

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту;

(2.24)

N_i – інтенсивність руху транспорту у відповідному напрямку, авт/год;

S – відстань від меж перетину після реконструкції до стоп-ліній на перетині до реконструкції у відповідному напрямку, м;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту;

(2.26)

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

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

S – прийнята вартість 1 години часу, грн.(приймаємо 160 грн);

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту;

(2.28)

C – кошторисна вартість варіанта будівництва перетину магістралей, грн.;

K і K' – річні транспортні втрати до та після реконструкції відповідно, грн.;

D і D' – річні дорожні втрати до та після реконструкції відповідно, грн.

Додаток Б

Таблиця Б.1

Проектні параметри СКП

Розрахункова швидкість руху, км/год	Радіус центрального острівця, м	Ширина проїзної частини кільця, м	Довжина ділянки перелаштування (м) при швидкості руху	Найбільша пропускна здатність ділянок перестроювання, од/год,				
				20	30	40	50	60
25	25	8,5	25	600	-	-	-	-
30	30	10,0	35	800	-	-	-	-
40	40	11,5	45	1000	1200	-	-	-
50	45	13,0	60	1200	1400	1600	-	-
60	50	14,5	70	1400	1600	1800	-	-
70	55	15,5	80	1200	1400	1600	1400	1200
80	60	16,0	90	1000	1200	1400	1200	1000

Таблиця Б.2

Встановлення інтенсивності в перерізах кільця

	I переріз		II переріз		III переріз	
	Напрямок руху транс.	N_p авто/год	Напрямок руху транс.	N_p авто/год	Напрямок руху транс.	N_p авто/год
1	1-2	320	3-1	35	1-2	320
2	1-3	30	2-1	430	3-1	35
3	2-3	63	2-3	63	3-2	165
	$\sum N_p$	413	$\sum N_p$	528	$\sum N_p$	520

Додаток В

Розрахунок обсягів земляних робіт варіанту №1

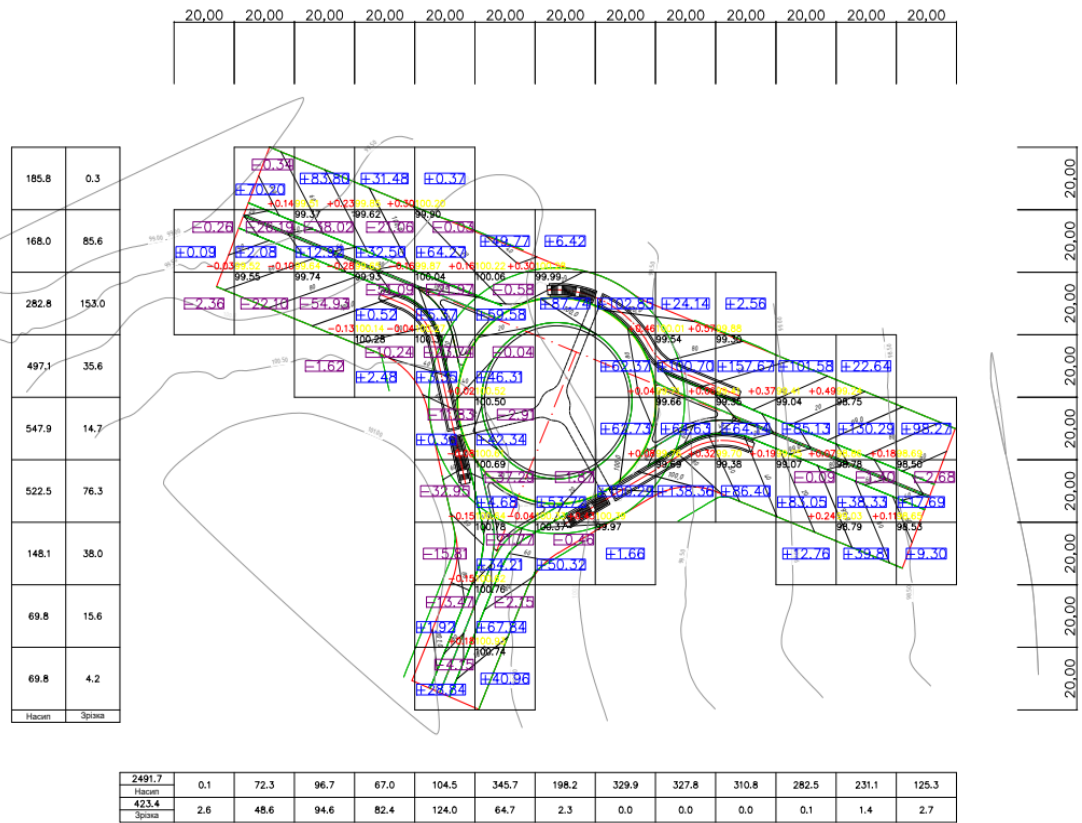


Рис. В.1

Розрахунок обсягів земляних робіт варіанту №2

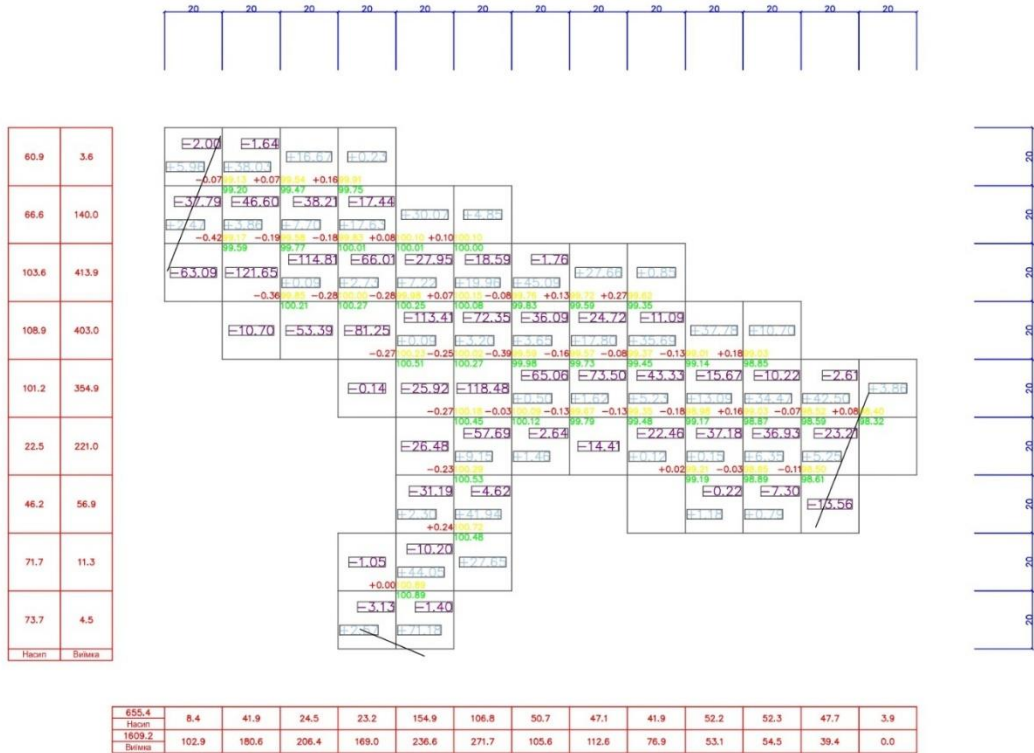


Рис. В.2

Зам.	Лист	№ докум	Підпис
Дата			

Додаток Г

Типові поперечні розрізи підземних пішохідних переходів

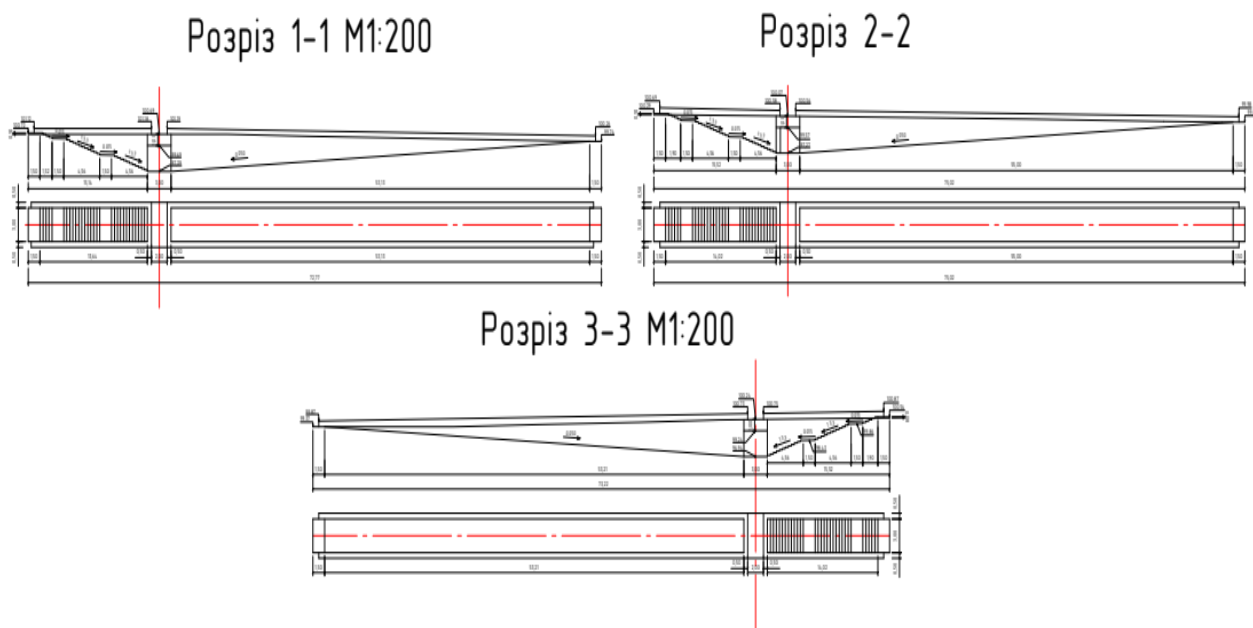


Рис. Г.1

Додаток Д

Приклад використання LED-світильників TECEO компанії Schröder

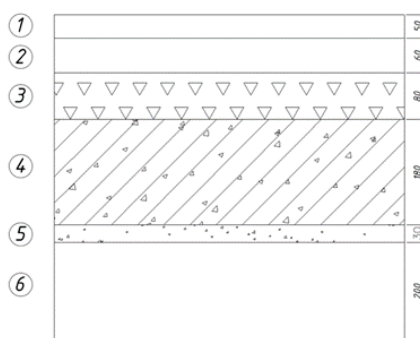


Рис. Д.1

Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Додаток Е

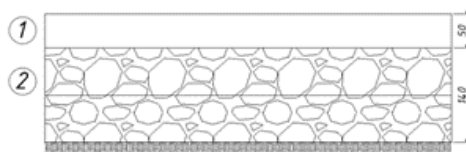
Конструкція дорожнього покриття проїжджої частини



- ① асфальтобетон мілкозернистий
- ② асфальтобетон крупнозернистий
- ③ щебінь оброблений органічним в'язучим
- ④ золошлак, укріплений цементом
- ⑤ пісок оброблений бітумом
- ⑥ пісчаний підстиляючий шар

Рис. Е.1

Конструкція тротуарів та велодоріжок з асфальтобетонним покриттям



- ① дрібнозернистий асфальтобетон
- ② гранітний щебінь

Рис. Е.2

Додаток Є

Зам.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Умовні позначення дорожніх знаків

<i>Зображення і номер знаку</i>	<i>Назва знаку</i>	<i>Зображення і номер знаку</i>	<i>Назва знаку</i>
 1.11	<i>Пагорб</i>	 4.16	<i>Доріжка для пішоходів</i>
 1.23	<i>Діти</i>	 4.22	<i>Суміжна пішохідна та велосипедна доріжки</i>
 2.3	<i>Головна дорога</i>	 5.16	<i>Напрямки руху по смугах</i>
 2.3.1	<i>Перешкода</i>	 4.5.5, 5.4.5.1	<i>Місце зупинки автобусу</i>
 4.7	<i>Об'їзд перешкоди з правого боку</i>	 5.69	<i>Місце зупинки</i>
 4.11	<i>Рух легкових автомобілів</i>	 4.5.5, 5.93.1	<i>Суміжний пішохідний перехід та велосипедний переїзд</i>
 4.14	<i>Доріжка для велосипедистів</i>	 7.29.2	<i>Напрямок руху велосипедистів</i>

Рис. Є.1