

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Факультет урбаністики та просторового планування
Кафедра міського будівництва

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

доц. Приймаченко О.В. _____

«_____» _____ 2026 р

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему:

«Підвищення рівня обслуговування автомобілів на перетині вул.
Деміївська та просп. Лобановського у м. Києві»

Виконав: студент IV курсу, групи МБГ-22-3

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ОП: «Міське будівництво та господарство»

Дьяченко А. М.

Керівник Шилова Т. О.

Беспалов Д. О.

м. Київ – 2026

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						1
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**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»

ОП: «Міське будівництво та господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц. Приймаченко О.В.

“ ” 202 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Дьяченко Анастасії Миколаївні

1. Тема проєкту «Підвищення рівня обслуговування автомобілів на перетині вул. Деміївська та просп. Лобановського у м. Києві»

керівники проєкту Шилова Тетяна Олександрівна, к.т.н., доцент

Беспалов Дмитро Олександрович

затверджені наказом вищого навчального закладу № 557/52-15/16/26 від “11”
травня 2026 року

2. Термін подання студентом проєкту 15 червня 2026 року

3. Вихідні дані до проєкту: матеріали генерального плану м. Києва; нормативно-законодавча база на проєктування; матеріали транспортної комплексної схеми м. Києва; учбово-методична література; натурні обстеження; вихідні дані згідно індивідуального завдання.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

(Завдання на дипломне проектування. Зворотня сторінка)

№ розділу	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 літератури	≤ 2
	Разом:	≤ 40

5. Перелік графічних матеріалів проекту

№ розділу	Найменування розділів проекту	Об'єм креслень (аркушів ФА1)
1	Аналіз транспортної інфраструктури району проектування	1
2	Варіанти інженерно-планувальних рішень для перетину магістралей вул. Деміївська та просп. Лобановського у м. Києві	1
3	Поперечні профілі магістралей, що перетинаються	1
4	Поздовжні профілі магістралей	1
5	Вертикальне планування дорожньо-транспортного вузла	1

6	Транспортні моделі планувальних рішень перетину вул. Деміївська та проспект Лобановського у м. Києві	1
7	Конструктивні рішення	1
	Разом:	7

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			

7. Дата видачі завдання 21 квітня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ Пор	Назва етапів дипломного проєкту	Термін виконання етапу проєкту	Примітка
1	Видача завдання	21.04.2026	
2	Збір вихідних даних	22.04.2026	
3	Робота над графічною частиною проєкту	01.05.2026	
4	Оформлення пояснювальної записки	30.05.2026	
5	Подача на рецензію та перевірку на плагіат	15.06.2026	
6	Захист проєкту	23.06.2026	

Студент

Керівник проєкту



Дьяченко А.М.

Шилова Т. О.

Беспалов Д. О.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1 Характеристика району проєктування.....	10
1.2 Аналіз параметрів магістралей	11
1.3 Аналіз транспортних потоків.....	13
1.4 Аналіз пропускної спроможності існуючого перетину	16
1.5 Аналіз організації руху та безпеки	19
РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ	26
2.1 Проєктування поперечних перерізів магістралей на під'їздах до перетину	27
2.1.1 Обґрунтування розрахункової швидкості	27
2.1.2 Пропускна спроможність смуги руху на перегоні	27
2.1.3 Коефіцієнт впливу світлофорного регулювання	28
2.1.4 Кількість смуг руху n та ширина проїзної частини	29
2.1.5 Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів.....	30
2.1.6 Проєктування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину	33
2.2 Обґрунтування вибору схеми організації дорожнього руху	35
2.2.1 Нерегульований перетин	35
2.2.2 Регульований перетин	38
2.2.3 Обґрунтування вибору СКП	39
2.3 Варіант № 1 СКП з розробленим плануванням.....	40
2.3.1 Розрахунок геометричних розмірів СКП.....	40
2.3.2 Планувальне рішення	42
2.3.3 Оцінка ефективності за результатами транспортного мікрomodельовання.....	43
2.4 Варіант № 2 СКП з використанням функції Roundabout (Civil 3D)	43
2.4.1 Розрахунок геометричних розмірів СКП.....	44
2.4.2 Планувальне рішення	45
2.4.3 Оцінка ефективності за результатами транспортного мікрomodельовання.....	45
2.5 Порівняння варіантів та вибір рекомендованого рішення	45
2.6 Проєктування підземного пішохідного переходу	47
2.7 Кошторисно-фінансовий розрахунок	48
2.8 Визначення транспортно-експлуатаційних показників проєкту	49
2.8.1 Річні дорожні витрати	49
2.8.2 Річні транспортні витрати	49
2.8.3 Експлуатаційні витрати.....	52
2.8.4 Термін окупності капіталовкладень	52

КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	53
3. 1 Вертикальне планування перетину.....	54
3.1.1 Основні нормативи проектування поздовжнього профілю	54
3.1.2 Поздовжній профіль кільця.....	55
3.1.3 Поздовжні профілі магістралей	55
3.1.4 Вертикальне планування перетину	55
3.2 Організація поверхового водовідведення	56
3.2.1 Принципи організації водовідведення на території СКП.....	56
3.2.2 Розташування дощоприймачів	57
3.2.3 Дощоприймач	57
3.3 Прокладення підземних інженерних мереж	57
3.3.1 Загальні принципи прокладення підземних мереж	57
3.3.2 Розташування інженерних мереж у поперечних перерізах магістральних доріг	58
3.3.3 Перенесення комунікацій у межах перехрестя.....	59
3.4 Освітлення перехресть	59
3.5 Озеленення перехресть	59
3.6 Зупинки громадського транспорту	60
3.6.1 Загальні вимоги до розміщення зупинок	60
3.6.2 Проектування автобусних зупинок.....	60
3.6.3 Обладнання зупинок.....	61
3.6.4 Існуючі автобусні зупинки в районі перехрестя.....	61
3.7 Конструкція дорожнього одягу.....	62
3.7.1 Проект дорожнього одягу для смуги руху.....	62
3.7.2 Проектування тротуарів та велосипедних доріжок	62
3.7.3 Бордюр	63
ВИСНОВКИ	64
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	66

ВСТУП

Розвиток транспортної інфраструктури в містах та поза межами є одним із ключових завдань сучасного містобудування. Кількість автомобілів у власності зростає щодня, а з цим і потреби у збільшенні пропускної здатності вулично-дорожньої мережі, безпеки учасників дорожнього руху та організації дорожнього руху.

Об'єктом кваліфікаційної дипломної роботи є перетин вулиці Деміївська та проспекту Лобановського у м. Києві, що розташований у житловому масиві «Деміївка» Голосіївського району.

Предметом дослідження є підвищення рівня обслуговування автомобілів.

Метою дипломної роботи є розробка проектних рішень та пропозицій, спрямованих на підвищення рівня обслуговування автомобілів на перетині вулиць Деміївської та проспекту Лобановського в Києві.

Для досягнення цієї мети було поставлено такі задачі:

1. Дослідити нормативну базу України та європейський досвід вирішення подібних питань.
2. Проаналізувати наявний стан транспортної інфраструктури та умови житлової забудови у районі досліджуваного об'єкту;
3. Провести натурні та віртуальні обстеження інтенсивності автомобільних та пішохідних транспортних потоків;
4. Розрахувати пропускну здатність існуючого перехрестя та виявити конфліктні зони;
5. Запропонувати проектні рішення для покращення організації перехрестя;
6. Надати технічне обґрунтування прийнятих пропозицій згідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018 та інших чинних нормативних документів;

Джерела інформації даної кваліфікаційної бакалаврської роботи становлять матеріали Генерального плану м. Києва, дані натурних та цифрових обстежень інтенсивності руху на перетині, чинне законодавство та нормативні акти у сфері

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

містобудування та дорожньої інфраструктури України, а також безпосередньо навчально-методична та наукова література КНУБА.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Консультант:

(підпис, дата)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Характеристика району проєктування

Об'єктом дослідження є перетин магістралей вул. Деміївська та просп. Лобановського Голосіївського району у м. Києві. Згідно Генерального плану м. Києва 2020 [9] він розташований в межах жилого масиву «Деміївка», поблизу транспортної розв'язки та станції метро «Деміївська».

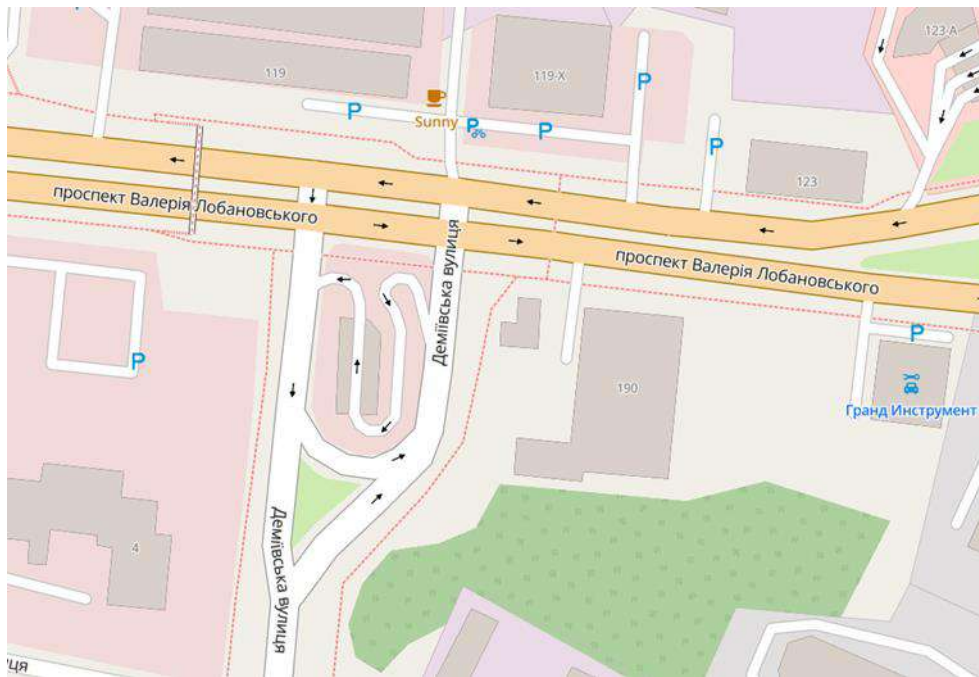


Рис. 1.1 Положення ділянки дослідження

Перехрестя вул. Деміївської та просп. Валерія Лобановського є багаторівневим світлофорним перехрестям, де рух пішоходів організовано через наземні пішохідні переходи та пішохідний міст. Світлофори працюють за 110-секундним циклом та забезпечують почерговий проїзд транспортних потоків по обох магістралях.

Перехрестя має Т-подібну конфігурацію: вул. Деміївська приєднується до просп. Лобановського з півдня. У межах перехрестя, на під'їздах до нього, кількість смуг руху на вул. Деміївській збільшується за рахунок додавання розділювальної смуги та додаткових смуг для поворотів. Це призвело до складної геометрії перехрестя та підвищених вимог до управління дорожнім рухом.

Інтенсивність руху на перехресті є достатньою, оскільки через нього проходять маршрути громадського транспорту обох магістралей, а також існує

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

транзитний рух між мікрорайоном «Деміївка» та прилеглими районами міста. Поруч із перехрестям розташована станція метро «Деміївська», що ще більше збільшує інтенсивність руху пішоходів та транспортних засобів у години пік.

Згідно з цифровими дослідженнями, у години пік на окремих смугах перевищується проектна пропускна здатність, що призводить до затримок транспортних засобів та зниження загального рівня обслуговування транспортного вузла. Ситуація вимагає втручання на рівні проектних рішень

1.2 Аналіз параметрів магістралей

Відповідно до даних Генерального плану м. Києва на період до 2020 [9] вул. Деміївська є загальноміською магістраллю регульованого руху. Вона має 4 смуги руху, по 2 смуги в кожний напрямок, по 3,0 м кожна, крайні смуги руху використовуються здебільшого для паркування. За таблицею 5.1 ДБН В.2.3-5:2018 [1] магістраль загальноміського значення регульованого руху має становити 3,0 м, фактична ширина смуги – 3,0 м. На перетині з просп. Лобановського смуги руху вул. Деміївська розділяються, збільшується кількість смуг руху в кожний напрямок та з'являється розділова смуга у вигляді території. Загалом проїзна частина становить 12 м. По бокам розташовані тротуари: технічний – 0,75 м та пішохідний – 3-3,5 м.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В межах дослідження перетину на даній магістралі також наявний громадський рух. Він забезпечений у вигляді автобусів А 119 та А 28. Розташовані зупинки громадського транспорту: «Деміївська вулиця», «Автостоянка», «Василівський провулок», «Вулиця Михайла Стельмаха».

Згідно з Генеральним планом м. Києва на період до 2020 [9], проспект Лобановського є магістральною вулицею загальноміського значення регульованого руху. Вона має 6 смуг руху, по 3 смуги в кожний напрямок, по 3,0 м кожна. Відповідно до таблиці 5.1 ДБН В.2.3-5:2018 [1] магістраль загальноміського значення регульованого руху має бути 3,0 м, фактична ширина смуги збігається з вимогою. Крайні смуги являються смугами для пересування громадського транспорту. На проїзній частині є розділова смуга 1,7 м. Ширина проїзної частини становить 19,7 м. З кожного боку наявні тротуари, ширина варіюється від 2,25-7,25 м.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поперечний профіль просп. Лобановського
М 1:200

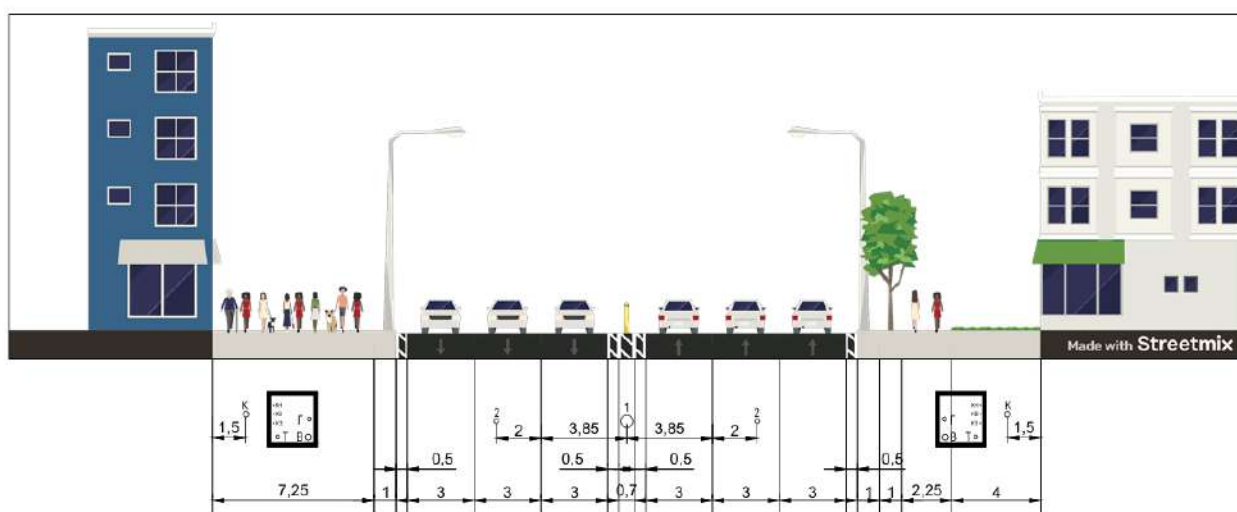


Рис. 1.3 Поперечний профіль просп. Лобановського

Громадський транспорт на магістралі присутній у вигляді автобусів А 22, 25, 28, 119, тролейбусів Тр 42, маршрутних таксі Мт 205, 239. Розташовані зупинки громадського транспорту: «МАУП», «Школа імені Валерія Лобановського», «Мистецька вулиця», «Вулиця Володимира Брожка», «Крутогірна вулиця», «Народна вулиця», «Вулиця Андрія Головка», «Вулиця Василя Овсієнка», «Вулиця Максима Кривоноса», «вулиця Максима Токарева», «Проспект Повітряних Сил».

1.3 Аналіз транспортних потоків

Для аналізу існуючого стану транспортного вузла на перетині вул. Деміївська та просп. Лобановського у м. Києві було проведено натурне обстеження потоків та транспортне мікромодельовання у програмному забезпеченні PTV Vissim.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

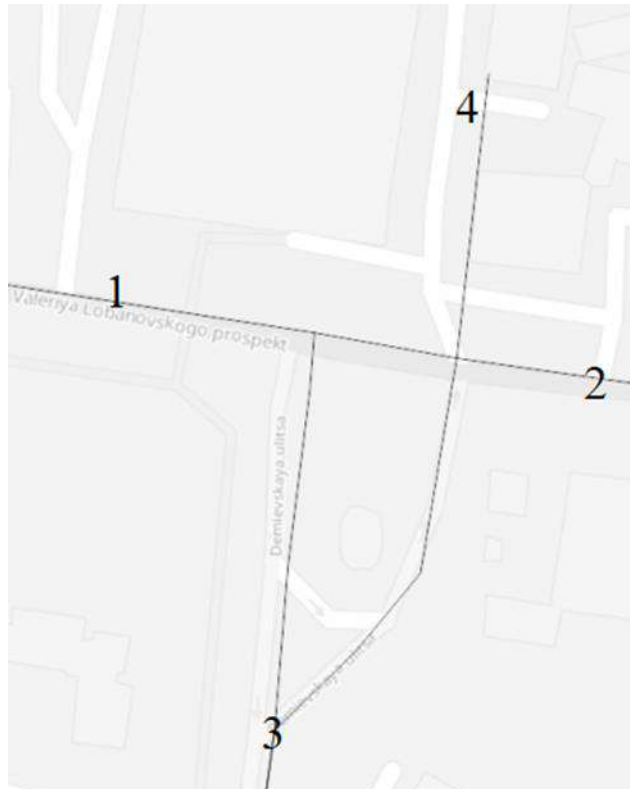


Рис. 1.4 Положення дорожньо-транспортного перетину

Внаслідок обстеження було складено матрицю транспортних кореспонденцій(табл. 1.1), яка показує інтенсивність потоків на виходах та входах перетину.

Таблиця 1.1 Матриця транспортних кореспонденцій

		Вихід				$\sum$ вих
		1	2	3	4	
Вхід	1	0	1135	15	0	1150
	2	995	0	590	0	1585
	3	85	535	0	25	645
	4	0	0	0	0	0
$\sum$ вхід		1080	1670	605	25	<u>3380</u>

Аналіз матриці показує, що найбільше навантаження припадає на під'їзд № 2 зі східного боку просп. Лобановського - 1 585 авт./год, з яких 995 авт./год рухаються прямо в напрямку під'їзду № 1 (на захід) і 590 авт./год у напрямку під'їзду № 3 (у бік вул. Деміївська). Під'їзд №1 в напрямку під'їзду №3 (вул.

Деміївська) генерує потік у 15 авт./год. У напрямку під'їзду №1 (просп. Лобановського на схід) під'їзд № 3 генерує 535 авт./год.. На під'їзді № 4 немає руху, оскільки це тупиковий поворот на цьому перехресті.

На основі результатів моделювання були створені картограми інтенсивності руху, швидкості, щільності потоку та відносної затримки транспортних засобів.

Картограма інтенсивності руху (див. арк. 6) підтверджує значне навантаження на смуги руху просп. Лобановського в обох напрямках. Інтенсивність руху на більшості смуг перевищує 2 000 автомобілів на годину. На під'їздах з вул. Деміївської інтенсивність руху становить від 500 до 1 000 автомобілів на годину, що є типовим для вулиці цієї категорії.

Карта швидкості руху (див. арк. 6) демонструє значне зниження швидкості руху в районі перехрестя. На під'їздах до перехрестя з проспекту Лобановського середня швидкість знижується до 10–15 км/год, тоді як на периферійних ділянках автомагістралі вона становить 40–60 км/год. На смугах руху вулиці Деміївської в зоні перехрестя швидкість не перевищує 10 км/год, що свідчить про утворення заторів та погіршення дорожніх умов.

Згідно з картою щільності дорожнього руху (див. арк. 6), на перехресті вул. Деміївської та просп. Лобановського було зафіксовано щільність понад 100 авт./км на смугу руху, що відповідає стану транспортного затору. На ділянках просп. Лобановського, що знаходяться поза зоною впливу перехрестя, щільність становить 10–20 авт./км, що є нормальним режимом руху на цій магістралі.

Карта відносних затримок (див. арк. 6) демонструє що найбільш проблемними маневрами є повороти ліворуч з проспекту Лобановського на вулицю Деміївську та рух прямо по вулиці Деміївській. Відносні затримки на цих ділянках перевищують 80–100 %. Підсумкові результати моделювання наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 Результати транспортного моделювання існуючого стану перетину вул. Деміївська та просп. Лобановського в м. Києві (PTV Vissim)

Показник	Значення
----------	----------

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середня затримка по вузлу, с	28,35
Середня швидкість руху, км/год	27,14
Середня кількість зупинок на авт.	0,56
Середня тривалість зупинок, с	21,97
Кількість активних авт. у моделі	67

Відповідно до ДБН В.2.3-5:2018 [1], середня затримка в 28,35 секунди відповідає рівню обслуговування С (затримка 20–35 секунд). Однак на окремих ділянках смуг для повороту ліворуч та під'їзних шляхах з вулиці Деміївської затримки досягають рівнів Е–F, що свідчить про критичні затори в певних частинах перехрестя.

Отримані результати є вагомою підставою для подальшого розроблення проектних рішень.

1.4 Аналіз пропускнуої спроможності існуючого перетину

Пропускна здатність смуги руху на світлофорному перехресті визначається як максимальна кількість транспортних засобів, які можуть проїхати через перехрестя за одиницю часу за існуючих умов руху. Розрахунок проводиться за методикою, описаною в [11].

За результатами польового обстеження було зафіксовано параметри світлофорного регулювання на під'їздах до перехрестя (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 Параметри світлофорного регулювання на перетині(натурні обстеження)

№ світлофора	Розташування	Червоний, с	Жовтий, с	Зелений, с	Цикл $T_{\text{ц}}$, с
1	Просп. Лобановського	52	55	3	110
2	Вул. Деміївська	88	20	2	110
3	Просп. Лобановського	41	77	3	121



Рис. 1.5 Розташування світлофорів на існуючому перетині

За методикою, викладеної у [5] пропускна спроможність однієї смуги руху на під'їзді до регульованого перехрестя визначається за формулою(1.1):

$$N_{\text{пер}} = \frac{3600 \cdot (t_3 - 0,5V_0/a)}{t_0 T_{\text{ц}}} \quad (1.1)$$

де t_3 – тривалість зеленого сигналу світлофора для даної магістралі, с;
 t_0 – час, необхідний для проходження стоп-лінії, $t_p + t_1$ (1,5 - 4 с);
 $T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу роботи світлофора на перехресті ($t_{\text{ч}} + t_3 + 2t_{\text{ж}}$), с;
 V_0 – типова швидкість проходження перетину (20,0 - 30,0 км/год), м/с.

Приймаємо $V_0 = 6,94$ м/с, $a = 2,0$ м/с², $t_0 = 2,5$ с. Таким чином $0,5V_0/a = 1,74$ с.

$$N_1 = \frac{3600 \cdot (55 - 1,74)}{2,5 \cdot 110} = \frac{3600 \cdot 53,26}{275} = 697 \text{ (авт/год)}$$

$$N_2 = \frac{3600 \cdot (20 - 1,74)}{2,5 \cdot 110} = \frac{3600 \cdot 18,26}{275} = 239 \text{ (авт/год)}$$

$$N_3 = \frac{3600 \cdot (77 - 1,74)}{2,5 \cdot 121} = \frac{3600 \cdot 75,26}{302,5} = 896 \text{ (авт/год)}$$

Згідно з [5] пропускна здатність проїжджої частини для кожного під'їзду визначається на основі кількості смуг руху та коефіцієнта ефективності використання за формулою (1.2):

$$N_{п.ч} = N_n \cdot k_n \cdot 2 \quad (1.2)$$

де k_n – коефіцієнт ефективності використання смуг руху: 1,9 для двох смуг; 2,7 для трьох смуг.

$$N_{п.ч.1} = 697 \cdot 2,7 \cdot 2 = 3764 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{п.ч.2} = 239 \cdot 2,7 \cdot 2 = 1291 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{п.ч.3} = 896 \cdot 2,7 \cdot 2 = 4838 \text{ (авт/год)}$$

Пропускна здатність вузла в цілому [5]:

$$N_{вузла} = N_{п.ч.1} + N_{п.ч.2} + N_{п.ч.3} \quad (1.3)$$

$$N_{вузла} = 3764 + 1291 + 4838 = 9893 \text{ авто/год}$$

Результати розрахунків зведені в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 Розрахунок ступеня завантаженості смуг руху на підходах до перетину

Підхід	Світлофор	$N_{пер},$ авт год	$N_{п.ч.},$ авт год	$N_{факт},$ авт год	К-сть смуг	Висновок
Просп. Лобановського(захід)	1	697	3764	1150	3	Норма
Вул. Деміївська(виїзд)	3	239	1291	1150	3	Норма
Просп. Лобановського (схід)	2	896	4838	1585	3	Норма

Аналіз розрахунків (табл. 1.4) свідчить, що теоретична пропускна здатність існуючого світлофорного перехрестя формально достатня для обслуговування

поточних транспортних потоків – умова $\sum N_{\text{факт}} \geq \sum N_{\text{розр}}$ [11] виконується на всіх під'їздах.

Однак теоретична забезпеченість пропускної здатності не задовільняє фактичного рівня обслуговування на перетині. Результати мікроскопічного моделювання в PTV Vissim виявили значні проблеми руху перетину: середня затримка на перехресті становить 28,35 секунди; на смугах Деміївської вулиці швидкість знижується до 10 км/год, щільність руху перевищує 100 авт/км, а відносні затримки досягають 80–100%. Дане спостереження вказує на неефективність поточної синхронізації циклу світлофора. Тривалість зеленого сигналу для виїзду з Деміївської вулиці становить лише 20 секунд із загального циклу тривалістю 110 секунд, тобто лише 18 % від тривалості циклу, що є явно недостатнім, враховуючи фактичну інтенсивність руху 1150 авт/год на цьому під'їзді.

Після аналізу пропускної спроможності на перетині вул. Деміївська та просп. Лобановського у м. Києві я дійшла висновку, що головним недоліком існуючого управління дорожнім рухом на перехресті є неефективне фазування циклу світлофора, що призводить до систематичних черг та збільшення затримок для транспортних засобів, що наближаються з Деміївської вулиці.

1.5 Аналіз організації руху та безпеки

За методикою, описаною в [5], безпека дорожнього руху на перехрестях міських вулиць і доріг залежить від багатьох факторів, а саме: тип планування перехрестя, метод організації дорожнього руху, каналізація транспортних потоків, співвідношення інтенсивності руху на головних і другорядних вулицях, кут перетину вулиць (доріг), що ведуть до перехрестя, радіуси кривизни на перехресті, відстань між конфліктами, а також наявність і інтенсивність руху з поворотом ліворуч та пішохідного руху.

За допомогою цифрового обстеження було визначено основні геометричні характеристики існуючого перетину. Кут перетину осей головних доріг становить $\alpha = 89^\circ$, що майже дорівнює прямому куту. Згідно з [5], кути перетину $50\text{--}70^\circ$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечують найкращу видимість та найвищий коефіцієнт безпеки. Кут $\alpha = 89^\circ$ дещо перевищує оптимальний діапазон, але загалом задовільняє достатню видимість на під'їздах до перехрестя.

Радіуси заокруглення бордюрів на під'їздах до існуючого перетину, за даними віртуальних вимірювань, становлять $R = 13,11$ м, $R = 15,25$ м та $R = 14,77$ м. Згідно з таблицею 2.11 [5], рівень аварійності на перехрестях з радіусами заокруглення менше 15 м у 5–6 разів вищий, ніж на перехрестях з радіусами більше 15 м, що вказує на підвищений рівень небезпеки на існуючому перехресті.

Для оцінки безпеки дорожнього руху на світлофорному перехресті застосовується метод аналізу конфліктних точок за методологією, описаної в [5]. Чим більша інтенсивність транспортних потоків, що перетинаються в даній точці, тим більшу небезпеку ця точка становить для дорожнього руху [5]. На відміну від нерегульованих перехресть, де виявляється більша кількість конфліктних точок, на регульованих перехрестях із світлофорним регулюванням виявляється шість конфліктних точок [5].

Для проведення детального аналізу конфліктних зон на існуючому перехресті було виконано мікроскопічне моделювання в програмному середовищі PTV Vissim. На основі результатів моделювання на перехресті було виявлено 16 конфліктних зон (рис. 1.5.1), що значно перевищує теоретичну кількість для світлофорного перехрестя та вказує на складну структуру взаємодії транспортних потоків на перехресті. Конфліктні зони поділяються на зони перетину траєкторій (червоні, найнебезпечніші) та зони злиття й розгалуження потоків (зелені).

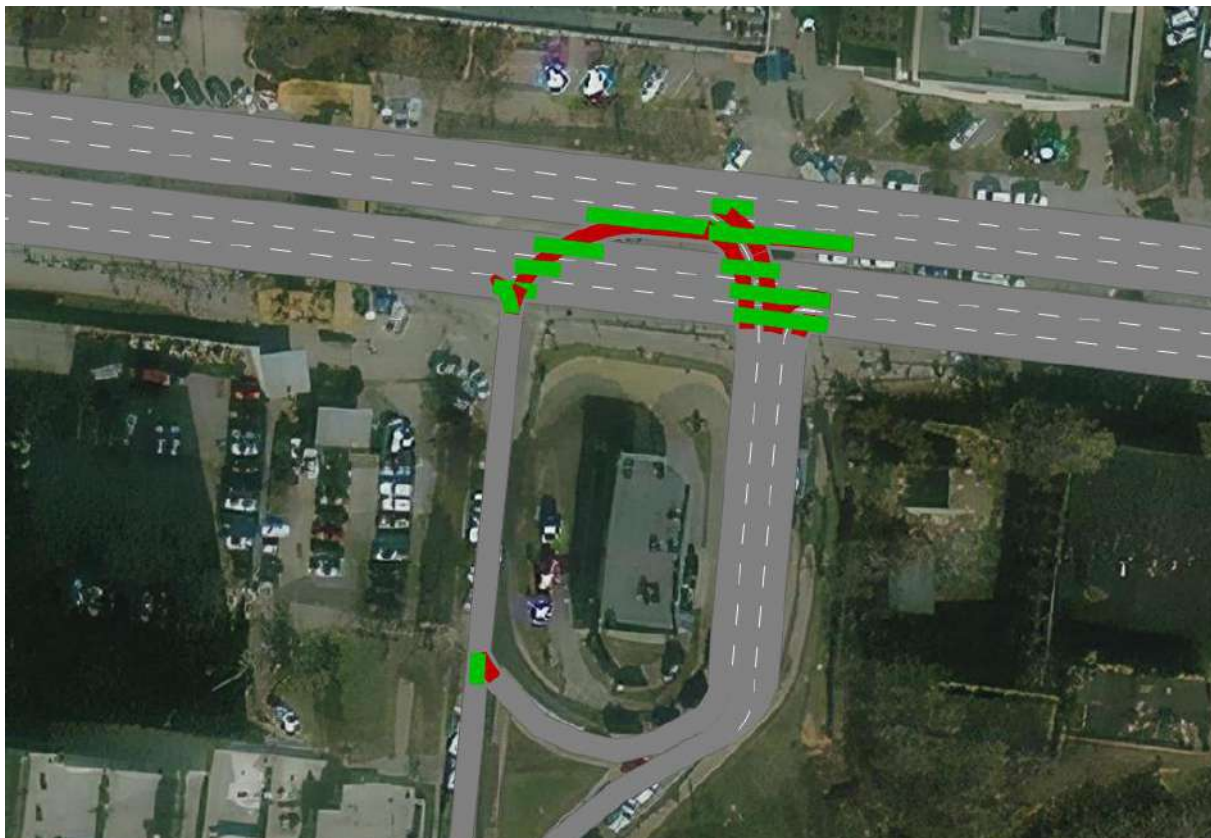


Рис. 1.6 Конфліктні зони на існуючому перетині (PTV Vissim 2026)

Ризик виникнення конфліктних точок на перехрестях із світлофорним регулюванням визначається за формулою (1.4) [5]:

$$A_{Ti} = K_i \cdot M_i \cdot N_i \quad (1.4)$$

де A_{Ti} – відносна аварійність (небезпека) конфліктної точки;

K_i - відносна аварійність (небезпек) конфліктної точки, кількість ДТП на 10 млн автомобілів (табл.2.11)[5].;

M_i, N_i – інтенсивність руху перехресних потоків на місці конфлікту, у транспортних засобах на годину.

Я приймаю відносний коефіцієнт аварійності K_i для кожного типу конфліктної точки, наведений у таблиці 2.12 [5]. Результати розрахунків небезпеки конфліктних точок наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 Розрахунок рівня небезпеки в точках конфлікту на існуючому перехресті

№	Тип взаємодії	Згідно з табл. 2.12 [5]	M_i , авт/год	N_i , авт/год	Ψ_i
1	Наїзд на авт. біля стоп-лінії	0,0010	1585	-	1,585
2	Лівий поворот з перешкодами з інших смуг	0,0022	995	1585	3469,565
3	Пересічення лівоповоротного потоку з прямим	0,0175	995	1150	20024,375
4	Злиття на самітній смузі	0,015	1135	1585	26984,625
5	Розгалуження, повороти на смугах без перешкод	0,0010	590	1585	935,15
6	Наїзд на авт. біля стоп-лінії	0,0010	1150	-	1,15
Σ					51416,45

На основі [5] рівень безпеки дорожнього руху на перехресті оцінюється за допомогою коефіцієнта аварійності K_a та визначається за формулою (1.6):

$$K_a = \frac{\Sigma A_{\Gamma i}}{25(M_{\Sigma} + N_{\Sigma})} \quad (1.6)$$

де M_{Σ} , N_{Σ} – інтенсивність руху на вулицях, що пересікаються, авт/год.

Визначаємо загальні транспортні потоки для кожної магістралі:

$$M_{\Sigma} = 1585 + 1150 = 2735 \text{ авт/год}$$

$$N_{\Sigma} = 1150 + 645 = 1795 \text{ авт/год}$$

$$K_a = \frac{51416,45}{25 \cdot (2735 + 1795)} = \frac{51416,45}{25 \cdot 4530} = \frac{51416,45}{113250} = 0,45$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За класифікацією, наведеною в [5], показник аварійності характеризує небезпечність перетину наступним чином:

Таблиця 1.6 Класифікація показника безпеки

K_a	< 3	3-8	8-12	> 12
Небезпечність перетину	безпечне	мала безпека	небезпечне	дуже небезпечно

При вирахованому значенні $K_a = 0,45$, існуючий перетин за класифікацією табл. 1.6 [5] відноситься до категорії «безпечне».

Хоча результат оцінки конфліктних точок $K_a = 0,45$ класифікується як «безпечне», однак за даними інтерактивної мапи дорожніх аварій з тяжкими наслідками в Києві, створеної U-Cycle на основі статистики патрульної поліції за 2025 рік [2] свідчить про протилежне. За минулий рік поблизу досліджуваного перетину було здійснено 4 ДТП з тяжкими наслідками (табл. 1.7). Ця невідповідність підкреслює, що геометричні недоліки перехрестя зокрема, радіуси бордюру менше 15 м та неправильні фази світлофорів, зводять нанівець теоретичну безпеку. Це робить капітальну реконструкцію перехрестя пріоритетним завданням.

Таблиця 1.7 Дорожньо-транспортні пригоди з тяжкими наслідками на перехресті у 2025 році

№	Дата ДТП	Адреса ДТП	Тип пригоди	Причина	Наслідки
957	16.09.2025	Просп. Лобановського	Зіткнення при повороті	Порушення ПДР	Тяжко травмований
1264	18.07.2025	Район просп. Науки	Наїзд на пішохода	Перехід поза межами пішохідного переходу	Помер у лікарні

1758	25.12.2025	Голосіївський проїзд, 23	Наїзд на пішохода	Перехід у невстановленому місці	Помер на місці
2103	08.12.2025	Вул. Деміївська, 47	Наїзд на пішохода	Порушення правил проїзду пішохідних переходів	Тяжко травмований

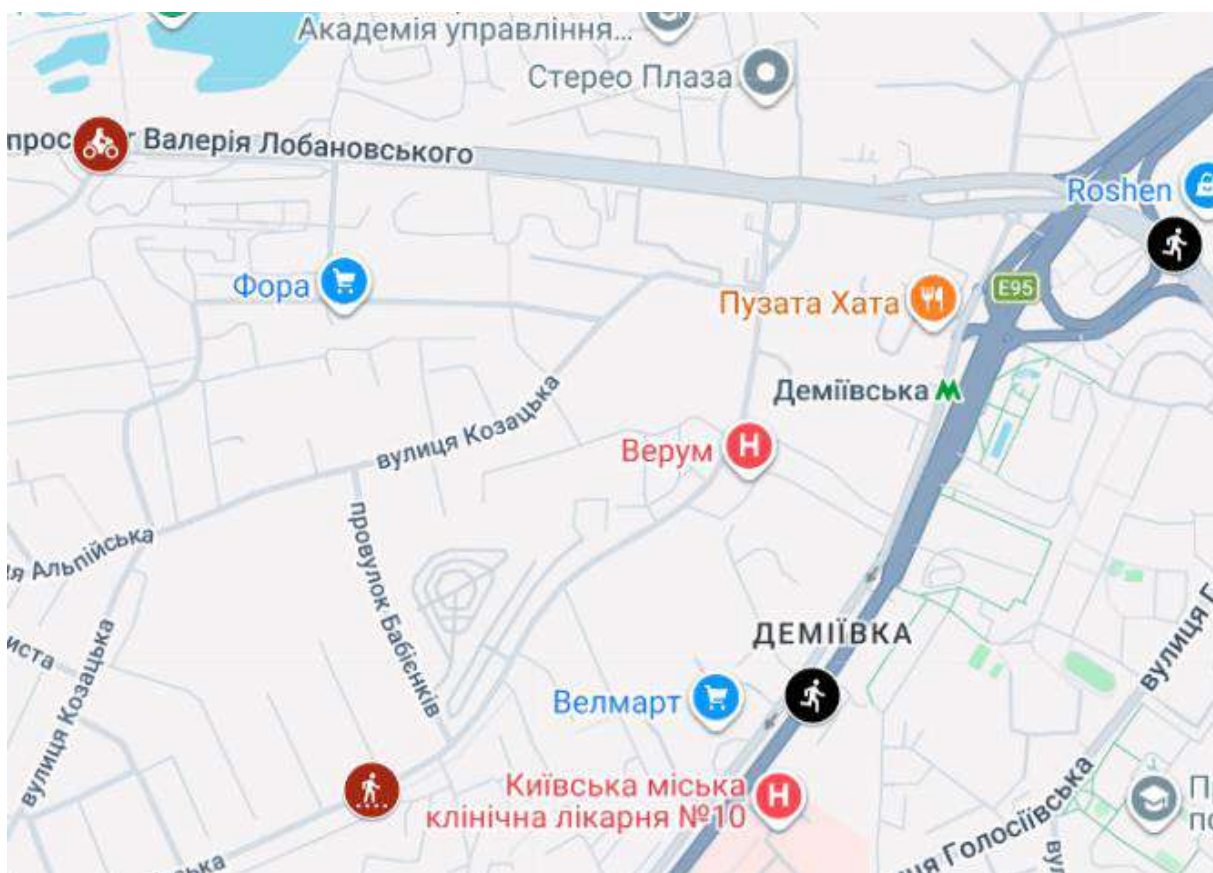


Рис. 1.7 Фрагмент з інтерактивної мапи ДТП з тяжкими наслідками поблизу перетину вул. Деміївської та просп. Лобановського

Аналіз даних, наведених у таблиці 1.7, показує, що 3 з 4 зареєстрованих дорожньо-транспортних пригод пов'язані зі зіткненнями з пішоходами, 2 з яких закінчилися смертельними наслідками. Перехід пішоходами пішохідних переходів поза межами позначених місць, що зумовлені відсутністю якісної пішохідної

інфраструктури в районах перетину доріг та неналежною організацією пішохідного руху в даній місцевості, на мою думку, є ключовою причиною ДТП, що сталися.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

Консультант:

(підпис, дата)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1 Проектування поперечних перерізів магістралей на під'їздах до перетину

2.1.1 Обґрунтування розрахункової швидкості

Розрахункова швидкість на під'їздах до перетину має забезпечувати максимальну пропускну здатність перетину, тобто вона повинна бути не меншою за оптимальну швидкість на перехресті [5]:

$$V_n \geq V_{розр} \geq V_{опт} \quad (2.1)$$

За [5] оптимальна швидкість руху транспорту визначається за формулою (2.2):

$$V_{опт} = \sqrt{\frac{(l_a + l_6) \cdot 2g \cdot (\varphi + f + i)}{k_e - k_1}} \quad (2.2)$$

де l_a – довжина розрахункового автомобіля ;

l_6 – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися ;

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування;

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

g – прискорення сили тяжіння (9,81 м/с²);

φ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини;

f – коефіцієнт опору кочення;

i – повздовжній похил ділянки магістралі.

$$V_{опт} = \sqrt{\frac{(5 + 2) \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot (0,4 + 0,02 + 0,025)}{1,6 - 1,1}} \approx 39,8 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

В подальших розрахунках приймаємо, що $V_{роз} = 40 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

2.1.2 Пропускна спроможність смуги руху на перегоні

Відповідно до [5] пропускна спроможність однієї смуги транспортну на перегоні визначаємо за формулою (2.3):

$$N_{см} = \frac{3600 \cdot V_p}{l_a + l_6 + V_p \cdot t_p + (k_e - k_1) \cdot V_p^2 / [2 \cdot g(\varphi + f + i)]} \quad (2.3)$$

де V_p – швидкість транспорту залежно від категорії магістралі, м/с;

t_p – час реакції водія та період спрацювання гальмівної системи автомобіля;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

l_a – довжина розрахункового автомобіля;

l_6 – безпечна відстань між автомобілями, що зупинились;

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування;

k_1 – коефіцієнт гальмування переднього автомобіля в екстремальних умовах;

g – прискорення сили тяжіння;

φ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини;

f – коефіцієнт опору кочення;

i – похил дільниці магістралі.

$$N_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot 16,7}{5 + 1 + 16,7 \cdot 1 + (1,5 - 1) \cdot 16,7^2 / [2 \cdot 9,81(0,4 + 0,02 + 0,02)]} = 1508 \text{ авто/год}$$

2.1.3 Коефіцієнт впливу світлофорного регулювання

Згідно з [5] коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність кожної магістралі визначається за формулою (2.4):

$$\delta = \frac{L}{L + V_p^2 / (2a) + V_p^2 / (2b) + V_p(t_{\text{ч}} + 2t_{\text{ж}}) / 2} \quad (2.4)$$

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

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

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

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

Таблиця 2.1 Натурні світлофорні дані

№	Розташування	ч	ж	з
1	просп. Лобановського(захід)	52	3	55
2	вул. Деміївська	88	2	20
3	просп. Лобановського(захід)	41	3	77

$$\delta_{\text{Лобан.}} = \frac{866}{866 + 16,7^2 / (2 \cdot 1) + 16,7^2 / (2 \cdot 1,05) + 16,7(52 + 2 \cdot 3) / 2} = 0,53$$

Для вул. Деміївської приймаємо $\delta_{\text{Дем.}} = 1$, оскільки на підходах до перетину на вул. Деміївській відсутні інші регульовані перехрестя в межах розрахункової ділянки.

На основі [5] пропускна здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні визначається за формулою (2.5):

$$N'_{\text{см}} = N_{\text{см}} \cdot \delta \quad (2.5)$$

де δ – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі.

$$N'_{\text{см(Лоб.)}} = 1508 \cdot 0,53 \approx 800 \text{ (авт/год)}$$

$$N'_{\text{см(Дем.)}} = 1508 \cdot 1 = 1508 \text{ (авт/год)}$$

2.1.4 Кількість смуг руху n та ширина проїзної частини

За [5] визначаємо необхідну кількість смуг на кожній магістралі за формулою (2.6):

$$n = N_{\text{розр}} / N'_{\text{см}} \quad (2.6)$$

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

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

$$n_{\text{Лоб.}} = \frac{1585}{800} = 1,98 \approx 2 \text{ смуги руху в одному напрямі}$$

$$n_{\text{Дем.}} = \frac{645}{1508} = 0,42 \approx 1 \text{ смуга руху в одному напрямі}$$

На основі розрахунків, необхідна кількість смуг руху на просп. Лобановського становить $n = 1,98 \approx 2$ смуги в одному напрямку, а на вул. Деміївській $n = 0,42 \approx 1$ смуга. Оскільки проектне рішення не передбачає змін існуючих бордюрів за межами перехрестя, фактична кількість смуг руху на магістралях залишається без змін: просп. Лобановського – 3 смуги в одному напрямку, вул. Деміївська – 2 смуги в одному напрямку.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевіряємо пропускну здатність кожної магістралі в одну сторону згідно з [5] за формулою (2.7):

$$N_{\text{маг}} = 2 \cdot N'_{\text{см}} \cdot k_n \quad (2.7)$$

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

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

$$N_{\text{Лоб.}} = 2 \cdot 800 \cdot 2,7 = 4320 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right) > 1585 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right) - \text{умова виконується}$$

$$N_{\text{Дем.}} = 2 \cdot 1508 \cdot 1,9 = 5730 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right) > 645 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right) - \text{умова виконується}$$

Отже, існуюча кількість смуг руху є достатньою для обслуговування розрахункових транспортних потоків.

Ширина проїзної частини залишиться тією ж самою: просп. Лобановського – 20,7 м (6 смуг руху кожна по 3,0 м, розділювальна смуга шириною 1,7 м і 2 укріплені узбіччя шириною по 0,5 м); вул. Деміївська – 13 м (4 смуги руху кожна по 3,0 м та 2 укріплені узбіччя кожне по 0,5 м).

2.1.5 Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів

За [5] визначаємо необхідну кількість смуг руху на тротуарній частині за формулою (2.8):

$$n = N_{\text{п.зад}} / N_{\text{п.см.}} \quad (2.8)$$

де $N_{\text{п.зад}}$ – задана величина інтенсивності пішохідного руху в години «пік», піш/год;

$N_{\text{п.см.}}$ – пропускна спроможність однієї смуги руху, піш/год, приймаємо за ДБН В.2.3-5-2001;

Ширину пропускної спроможності пішохідної частини тротуару згідно з [5] визначаю за формулою(2.9):

$$B_{\text{тр}} = n \cdot 0,75 \quad (2.9)$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

де $B_{тр}$ – ширина пішохідної частини тротуару, м.

Аналіз існуючого поперечного перерізу просп. Лобановського демонструє неефективний розподіл ширини елементів профілю. Ширина тротуару зліва становить 7,25 м, тоді як тротуар зправа має ширину лише 2,25 м. На магістралі відсутня велосипедна інфраструктура, що не відповідає сучасним вимогам до організації міського дорожнього руху.

З метою раціонального використання простору в межах існуючих червоних ліній та створення комфортних умов для всіх учасників дорожнього руху розроблено проектний поперечний переріз просп. Лобановського. Проектний профіль передбачає симетричне розташування елементів по обидва боки проїжджої частини з облаштуванням велосипедних доріжок згідно з вимогами ДБН В. 2.3-5:2018 [1].

Проектна ширина тротуару з обох боків приймається $B_{тр} = 3,15$ м відповідно до проектного профілю:

$$B_{тр} = n \cdot 0,75 \rightarrow n = \frac{B_{тр}}{0,75} \quad (2.10)$$

$$n_{Лоб.} = \frac{3,15}{0,75} = 4 \text{ смуг};$$

Тоді пропускна спроможність проектного тротуару просп. Лобановського згідно [5] за формулою(2.11):

$$N_{тр.} = N_{п.см.} \cdot B_{тр}/0,75 \quad (2.11)$$

$$N_{тр.Лоб.} = 1000 \cdot \frac{3,15}{0,75} = 4000 \text{ піш/год}$$

З урахуванням велодоріжки шириною 1,85 м загальна пропускна здатність пішохідно-велосипедної зони:

$$n_{вело} = \frac{1,85}{0,75} = 2,5 \text{ смуги} \approx 2 \text{ смуги}$$

$$N_{тр.вело} = 1000 \cdot \frac{1,85}{0,75} = 2,466 \text{ піш/год} \approx 2500 \text{ піш/год}$$

$$N_{ПВЗ} = N_{тр} + N_{вело} = 4000 + 2500 = 6500 \text{ піш/год}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Аналіз існуючого поперечного перерізу вул. Деміївської виявив асиметричне розташування її елементів. Тротуар зліва має ширину 3,0 м, зелену смугу шириною 3,0 м та смугу озеленення шириною 0,5 м, тоді як праворуч тротуар має ширину 3,5 м із зеленою смугою шириною 3,0 м. Велосипедна інфраструктура також відсутня.

Для забезпечення симетричного профілю та облаштування велосипедної інфраструктури розроблено проектний поперечний переріз вул. Деміївської, який передбачає симетричне розташування елементів з обох боків проїзної частини.

Запропонований поперечний переріз вул. Деміївської включає такі елементи з обох боків проїжджої частини:

1. Велодоріжка – 1,85 м
2. Розділювач між велодоріжкою та тротуаром – 0,25 м
3. Тротуар – 2,15 м
4. Озеленена зона – 3,25 м

Проектна ширина тротуару з обох боків приймається $B_{тр} = 2,15$ м згідно проектного профілю(2.10):

$$B_{тр} = n \cdot 0,75 \rightarrow n = \frac{B_{тр}}{0,75} \quad (2.10)$$

$$n_{дем.} = \frac{2,15}{0,75} = 3 \text{ смуг;}$$

Тоді пропускна спроможність проектного тротуару просп. Лобановського згідно [5] за формулою(2.11):

$$N_{тр.} = N_{п.см.} \cdot B_{тр}/0,75 \quad (2.11)$$

$$N_{тр.дем.} = 1000 \cdot \frac{2,15}{0,75} = 3000 \text{ піш/год}$$

З урахуванням велодоріжки шириною 1,85 м загальна пропускна спроможність пішохідно-велосипедної зони:

$$n_{велo} = \frac{1,85}{0,75} = 2,5 \text{ смуги} \approx 2 \text{ смуги}$$

$$N_{тр.велo} = 1000 \cdot \frac{1,85}{0,75} = 2,466 \text{ піш/год} \approx 2500 \text{ піш/год}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{ПВЗ}} = N_{\text{тр}} + N_{\text{вело}} = 3000 + 2500 = 5500 \text{ піш/год}$$

Зведені розрахункові параметри поперечних перерізів головних ліній наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Розрахункові параметри поперечних перерізів головних ліній

Елемент профілю	Просп. Лобановського	Вул. Деміївська
К-сть смуг в одному напрямку	3	2
Ширина смуги рухи, м	3,0	3,0
Озеленена смуга з освітленням, м	3,0	3,25
Тротуар, м	3,15	2,15
Розділювальний елемент, м	0,25	0,25
Велодоріжка, м	1,85	1,85
К-сть смуг тротуару	4	3
Пропускна здатність тротуару, піш/год	4000	3000
Пропускна здатність пішохідно-велосипедної зони, піш/год	6500	5500

2.1.6 Проєктування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину

На основі виконаних розрахунків було розроблено проектні поперечні перерізи головних доріг у межах червоних ліній за вимогами ДБН В.2.3-5:2018 [1]. Розміри геометричних елементів обґрунтовані розрахунками, наведеними в розділах 3.1.2 та 3.1.3, а також відповідними нормативними вимогами.

До елементів поперечного профілю, згідно з [1], належать такі елементи, як проїзна частина, а також зелена смуга з освітленням, розташована між нею та тротуаром. Крім того, конструкція включає пішохідну частину тротуару та

велосипедну доріжку, які відокремлені одна від одної спеціальним розділювальним елементом.

Ширина розділових смуг між елементами поперечного перерізу магістральних доріг визначається відповідно до розділу 5.4 ДБН В.2.3-5:2018 [1] з урахуванням умов розміщення підземних комунікацій, освітлення та озеленення.

Будівництво велосипедних доріжок передбачено згідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018 [1] по обидва боки проїжджої частини кожної магістралі. Мінімальна ширина односмугової велосипедної доріжки за [1] становить 1,5 м – прийнята проектна ширина 1,85 м перевищує норму, забезпечуючи комфортні умови для двостороннього велосипедного руху.

Проектний поперечний профіль просп. Лобановського та поперечний профіль вул. Деміївської представлені на аркуші 3.

Проектний поперечний переріз проспекту Лобановського симетричний відносно осі проїжджої частини. З обох боків розташовані: озеленена смуга шириною 3,0 метри з освітленням, тротуар шириною 3,15 метра, розділювальна смуга шириною 0,25 метра та велосипедна доріжка шириною 1,85 метра. Загальна ширина поперечного перерізу в межах червоних ліній становить:

$$B_{\text{Лоб.}} = B_{\text{пч.}} + 2 \cdot (B_{\text{оз.}} + B_{\text{тр.}} + B_{\text{вело}} + B_{\text{роздл.}}) \quad (2.12)$$

$$B_{\text{Лоб.}} = 19,7 + 2 \cdot (3 + 3,15 + 0,25 + 1,85) = 36,2 \text{ (м)}$$

Проектний поперечний переріз вулиці Деміївської також має симетричну форму. З обох боків розташовані зелена смуга шириною 3,25 метра, тротуар шириною 2,15 метра, розділювальна смуга шириною 0,25 метра та велосипедна доріжка шириною 1,85 метра. Загальна ширина поперечного перерізу в межах червоних ліній становить:

$$B_{\text{Дем.}} = B_{\text{пч.}} + 2 \cdot (B_{\text{оз.}} + B_{\text{тр.}} + B_{\text{вело}} + B_{\text{роздл.}}) \quad (2.13)$$

$$B_{\text{Дем.}} = 12 + 2 \cdot (3,25 + 2,15 + 0,25 + 1,85) = 27,0 \text{ (м)}$$

Зведені параметри розрахункових поперечних перерізів наведено в таблиці 2.3.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 Зведені параметри розрахункових поперечних перерізів
головних колій

Елемент профілю	Просп. Лобановського	Вул. Деміївська
Проїзна частина, м	19,7	12,0
Озеленена смуга, м	3,0	3,25
Тротуар, м	3,15	2,15
Розділювальний елемент, м	0.25	0,25
Велодоріжка, м	1,85	1,85
Ширина червоних ліній профілю, м	36,2	27,0

2.2 Обґрунтування вибору схеми організації дорожнього руху

Відповідно до [5] доцільність впровадження тієї чи іншої схеми організації дорожнього руху для транспортних засобів та пішоходів на перехресті визначається шляхом порівняння пропускної здатності перехрестя з прогнозованою інтенсивністю руху на ньому. Для впровадження конкретної схеми організації дорожнього руху, за [5], має бути виконана така нерівність:

$$\sum N_{\text{пер}} \geq \sum N_{\text{розр}} \quad (2.14)$$

де $N_{\text{пер}}$ – пропускна здатність перетину, авт./год;

$N_{\text{розр}}$ – максимальна інтенсивність руху на перетині, авт./год.

Згідно з даними матриці кореспонденцій таблиці 1.1 загальна розрахункова інтенсивність на перетині:

$$\sum N_{\text{розр}} = 3380 \text{ (авт./год)} \quad (2.15)$$

2.2.1 Нерегульований перетин

Згідно з [5] пропускна здатність однієї смуги руху на перетині без світлофорної регулювання визначається за формулою (2.16):

$$N_{\text{см}} = \frac{1800}{t_0} \quad (2.16)$$

де t_0 – час проходження перетину, що визначається за формулою (2.17):

$$t_0 = t_p + t_1 + t_2 + t_3 + \Delta t, \quad (2.17)$$

де t_p – час реакції водія (0,5-2 с, приймаємо 1 с);

t_1 – час вмикання передачі (1-2 с, приймаємо 1 с);

t_2 – час набирання початкової швидкості $V_{\text{поч}} = 6$ км/год (1-2 с, приймаємо 1 с);

t_3 – час проходження «небезпечної зони» перетину, с, встановлюється за формулою (5.4);

Δt – час проходження ділянки відстані безпеки завдовжки 10 м (приймаємо 1 с).

$$N_{\text{см}_{\text{Лоб.}}} = \frac{1800}{9,43} = 191 \text{ (авт./ГОД)}$$

$$N_{\text{см}_{\text{Дем.}}} = \frac{1800}{8,23} = 219 \text{ (авт./ГОД)}$$

$$t_{0_{\text{Лоб.}}} = 1 + 1 + 1 + 5,43 + 1 = 9,43 \text{ (с)}$$

$$t_{0_{\text{Дем.}}} = 1 + 1 + 1 + 4,23 + 1 = 8,23 \text{ (с)}$$

За [5] час проходження «небезпечної зони» перетину:

$$t_3 = D / V_{\text{сер}}, \quad (2.18)$$

де D – відстань між границями перетину, встановлюється за формулою (2.19);

$V_{\text{сер}}$ – середня швидкість на перетині, м/с, встановлюється за формулою (2.20);

$$t_{3_{\text{Лоб.}}} = \frac{34,7}{6,39} = 5,43 \text{ (с)}$$

$$t_{3_{\text{Дем.}}} = \frac{27,3}{6,39} = 4,23 \text{ (с)}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до [5] встановлюємо відстань між границями перетину за формулою (2.19):

$$D = B_{\text{маг}} + l_a + c, \quad (2.19)$$

де $B_{\text{маг}}$ – розміри проїзної частини магістралей, що перетинаються, встановлюється за формулою (10), для магістралі 1-2 складає 13,7 м, для магістралі 3-4 складає 6 м;

l_a – довжина розрахункового автомобіля (приймаємо 5 м);

c – відстань безпеки (приймаємо 10 м).

$$D_{\text{Лоб.}} = 19,7 + 5 + 10 = 34,7 \text{ (м)}$$

$$D_{\text{Дем.}} = 12,0 + 5 + 10 = 27,0 \text{ (м)}$$

Згідно з [5] середню швидкість на перехресті встановлюють за формулою (2.20):

$$V_{\text{сер}} = \frac{V_{\text{поч.}} + V_{\text{розр.}}}{2}, \quad (2.20)$$

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

$V_{\text{розр.}}$ – прийнята розрахункова швидкість руху транспорту на магістралі.

$$V_{\text{сер}} = \frac{1,67 + 11,11}{2} = 6,39 \text{ (м/с)},$$

Згідно з [5] пропускна здатність проїзної частини залежить від кількості смуг руху та прийнятих величин коефіцієнта ефективності використання смуг руху транспортом і визначається окремо для кожної магістралі за формулою(2.21):

$$N_{\text{п.ч.}} = 2 \cdot N_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (2.21)$$

де k_n – коефіцієнт ефективності використання смуг руху транспортом для згідної магістралі, величину якого беремо аналогічно п. 3.2 методичних рекомендацій.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{п.ч.Лоб.}} = 2 \cdot 191 \cdot 1,9 = 726 \text{ (авт./Год)}$$

$$N_{\text{п.ч.Дем.}} = 2 \cdot 219 \cdot 1,0 = 382 \text{ (авт./Год)}$$

Згідно з [5] пропускна здатність вузла при нерегульованій схемі ОДР визначається за формулою (2.22):

$$N_{\text{вуз.}} = \sum N_{\text{п.ч.}}, \quad (2.22)$$

$$\sum N_{\text{п.ч.}} = 726 + 382 = 1108 \text{ (авт./Год)}$$

Перевіряємо виконання умови (2.14):

$$1108 < 3380 - \text{умова не виконується}$$

Висновок: встановлення нерегульованого перетину на перехресті не є доцільним.

2.2.2 Регульований перетин

За [5] пропускна здатність однієї смуги руху транспорту у стоп-лінії на перетині для кожної магістралі може бути визначена за формулою (2.23):

$$N_{\text{пер}} = \frac{3600 - (t_3 - \frac{0,5V_0}{a})}{t_0 \cdot T_{\text{ц}}} \quad (2.23)$$

де t_3 – тривалість зеленого сигналу світлофора для даної магістралі, с;

t_0 – час, необхідний для проходження стоп-лінії, $t_p + t_1$ (1,5 - 4 с);

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу роботи світлофора на перехресті ($t_{\text{ч}} + t_3 + 2t_{\text{ж}}$), с;

V_0 – типова швидкість проходження перетину (20,0 - 30,0 км/год), м/с;

a – прискорення при русанні (приймаємо $a = 2,0 \text{ м/с}^2$).

З урахуванням даних натурного світлофорного обстеження з таблиці 2.1 визначаю пропускну здатність однієї смуги руху транспорту за формулою (2.23):

$$N_{\text{пер}_1} = \frac{3600 - (55 - \frac{0,5 \cdot 6,94}{2})}{2,5 \cdot 110} = 697 \text{ (авт./Год)}$$

$$N_{\text{пер}_2} = \frac{3600 - (20 - \frac{0,5 \cdot 6,94}{2})}{2,5 \cdot 110} = 239 \text{ (авт./Год)}$$

$$N_{\text{пер}_3} = \frac{3600 - (77 - \frac{0,5 \cdot 6,94}{2})}{2,5 \cdot 110} = 896 \text{ (авт./Год)}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Відповідно до [5] визначаємо пропускну здатність кожної частини магістралі за формулою (2.24):

$$N_{п.ч} = N_{см.пер.} \cdot k_n \cdot 2 \quad (2.24)$$

Таким чином:

$$N_{п.ч.1} = 697 \cdot 2,7 \cdot 2 = 3764 \text{ (авт./год)}$$

$$N_{п.ч.2} = 239 \cdot 2,7 \cdot 2 = 1291 \text{ (авт./год)}$$

$$N_{п.ч.3} = 896 \cdot 2,7 \cdot 2 = 4838 \text{ (авт./год)}$$

Згідно з [5] пропускну здатність перехрестя (2.25):

$$N_{вуз.} = \sum N_{п.ч.} \quad (2.25)$$

$$N_{вуз.} = 3764 + 1291 + 4838 = 9893 \text{ (авт./год)}$$

Перевіряємо виконання умови (2.14):

$$9893 > 3380 \text{ – умова виконується}$$

Висновок: встановлення регульованого перетину на перехресті забезпечує теоретичну пропускну здатність.

2.2.3 Обґрунтування вибору СКП

Хоча світлофорне перехрестя теоретично забезпечує достатню пропускну здатність, результати аналізу поточної ситуації (розділ 1) виявили суттєві недоліки в існуючій системі управління дорожнім рухом. Зокрема, нераціональний розподіл тривалості циклів світлофорів призводить до систематичного утворення черг на під'їздах з вул. Деміївської; середня затримка на перехресті становить 28,35 секунди.

На основі [5], саморегульована кільцева перетин (СКП) має чимало суттєвих переваг порівняно з регульованим перехрестям. Перш за все, СКП забезпечує підвищення безпеки дорожнього руху за рахунок зниження швидкості на в'їздах та усунення найнебезпечніших конфліктних точок перетину транспортних потоків. Використання СКП зменшує затримки транспортних засобів, бо в такій схемі руху відсутня фаза «червоного світла для всіх». Це, у свою чергу, сприяє покращенню екологічних умов за рахунок зменшення кількості зупинок та тривалості роботи

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двигуна на холостому ході. Даний тип розв'язки забезпечує значне зниження витрат на обслуговування завдяки повній відсутності світлофорного обладнання.

З огляду на ці переваги та результати аналізу існуючого стану перетину для проектування обрано саморегульоване кільце. Розроблено два варіанти проектування, вони наведені в пунктах 2.3 та 2.4.

2.3 Варіант № 1 СКП з розробленим плануванням

2.3.1 Розрахунок геометричних розмірів СКП

Для визначення геометричних параметрів саморегульованого кільцевого перетину визначено інтенсивність руху на поперечних профілях вздовж кільця та встановити максимальну інтенсивність руху $N_{P_{max}}$. Перетин є розв'язкою з трьома під'їздами, тому згідно методики наведеної в [5], інтенсивність руху визначається на трьох поперечних профілях.

Згідно таблиці 6.2 в [5] виконується встановлення інтенсивностей у перерізах кільця. Дані результатів наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Визначення інтенсивності руху на перерізах кільцевої дороги

№	I переріз		II переріз		III переріз	
	Напрямок	N_P , (авт./год)	Напрямок	N_P , (авт./год)	Напрямок	N_P , (авт./год)
1	1-2	1135	1-3	15	2-1	995
2	1-3	15	2-1	995	3-1	85
3	1-4	0	2-3	590	3-2	535
4	4-1	0	2-4	0	3-4	25
5	4-2	0	-	-	-	-
6	4-3	0	-	-	-	-
$\sum N_P$		1150		1600		1640

Максимальна інтенсивність руху на кільці:

$$N_{P_{max}} = 1640 \text{ (авт./год)}$$

За [5] розрахункову швидкість руху на кільці приймаємо у межах 30–40 км/год з метою економії території. Я приймаю $V_{\text{розр}} = 40$ (км/год).

Згідно з таблицею 6.1 [5] для $V_{\text{розр}} = 40$ (км/год) встановлюю відповідні проєктні параметри СКП:

1. Радіус центрального острівця $R_0 = 40$ м;
2. Ширина проїзної частини кільця $B_k = 11,5$ м;
3. Довжина смуги переплетення = 25 м;
4. Найбільша пропускна здатність ділянок перестроювання $N_{\text{пр}} = 1000$ од/год при швидкості 20 км/год.

Згідно [5] необхідну кількість смуг руху на СКП визначаємо за формулою (2.26):

$$n = \frac{N_P^{\text{max}}}{N_{\text{пр}}} + 1, \quad (2.26)$$

де n – кількість смуг руху в перерізі СКП;

$N_{P_{\text{max}}}$ – максимальна інтенсивність руху на кільці (див. табл. 6.1 [5]);

$N_{\text{пр}}$ – пропускна здатність ділянок перестроювання, од./год.

$$n = \frac{1640}{1000} + 1 = 2,64 \approx 3 \text{ смуги}$$

Приймаю 3 смуги руху на кільці.

За [5] ширина проїзної частини на кільці дорівнює за формулою (2.27):

$$B_K = n \cdot v, \quad (2.27)$$

де n – кількість смуг руху на кільці;

v – ширина смуги руху на кільці;

$$B_K = 3 \cdot 4 = 12 \text{ (м)}$$

Згідно з [5] радіус зовнішнього кільця визначається за формулою (2.28):

$$R_{\text{зовн}} = R_0 + B_k, \quad (2.28)$$

де R_0 – радіус внутрішнього кільця, м;

B_k – ширина проїзної частини кільця.

З урахуванням обмеженої існуючої території перетину та збереження існуючого бортового каменю поза межами перетину, радіус центрального

острівця прийнятий мінімально можливим з умов розміщення в межах існуючих червоних ліній. Приймаю $R_0 = 9$ м.

Фактична швидкість руху на кільці з $R_0 = 9$ м. значно нижча за 40 км/год (згідно з таблицею 6.1 [5] радіусу 9 м відповідає $V < 25$ км/год). Меншій швидкості узгоджується менша пропускна здатність ділянок перелаштовування, тому кількість смуг, розрахована з $N_{\text{пр}} = 1000$, перевірена мікромоделиванням у PTV Vissim, підтвердило працездатність прийнятої геометрії дорожньої організації СКП (затримка 2,95 с).

$$R_{\text{зовн}} = 9 + 12 = 21 \text{ (м)}$$

Зведені геометричні параметри СКП варіанту №1 представлені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 Геометричні параметри СКП варіанту №1

Параметр	Значення
Розрахункова швидкість на кільці, км/год	40
Радіус центрального острівця R_0 , м	9
Ширина проїзної частини кільця B_k , м	12
Радіус зовнішнього кільця $R_{\text{зовн}}$, м	21
Кількість смуг руху на кільці	3
Ширина смуги руху на кільці, м	4

2.3.2 Планувальне рішення

Планувальне рішення саморегульованого кільцевого перетина спроектовано в програмному середовищі Autodesk Civil 3D за вимогами ДБН В.2.3-5:2018 [1]. Бортовий камінь та червоні лінії магістралей змінюються лише в межах перетину; поза зоною перехрестя зберігаються існуючі розміри поперечних профілів магістралей.

Схема організації дорожнього руху на СКП (див. арк. 2) передбачає рух транспортних засобів проти годинникової стрілки по центральному острову. Перевага надається транспортним засобам, що рухаються по кільцю.

Регулювання дорожнього руху здійснюється за допомогою дорожніх знаків:

2.4 «Поступись дорогою» на під'їздах до кільця та 4.10 «Кільце» в зоні перехрестя.

2.3.3 Оцінка ефективності за результатами транспортного мікромоделювання

Для перевірки ефективності першого проєктного варіанту в PTV Vissim було реалізовано мікромоделювання дорожнього руху, при цьому вхідні параметри повністю відображали фактичні умови на той час. В результаті цього аналізу були створені відповідні картограми

Вони ілюструють відносну затримку транспортних засобів, швидкість, інтенсивність та щільність потоку. (див. арк. 6)

Зведені результати моделювання варіанту № 1 у порівнянні з існуючим станом наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 Порівняння показників існуючого стану та варіанту № 1

Показник	Існуючий стан	Варіант № 1 (СКП)	Різниця
Середня затримка, с	28,35	2,95	-25,40
Середня швидкість, км/год	27,14	31,24	+4,10
Середня к-сть зупинок на авт.	0,56	0,06	-0,50
Середня затримка зупинок, с	21,97	0,04	-21,93
К-сть конфліктних зон	16	22	+6

2.4 Варіант № 2 СКП з використанням функції Roundabout (Civil 3D)

Варіант № 2 це саморегульований кільцевий перетин, який спроектований з використанням вбудованої функції «Кільцева розв'язка» програмного середовища Autodesk Civil 3D. Поперечні профілі автомобільних доріг на під'їздах до перетину для варіанта № 2 приймаються аналогічно варіанту № 1 (див. пункт 2.1), оскільки за умовами завдання параметри автомобільних доріг поза перехрестям залишаються незмінними.

Більший радіус центрального острова є основною відмінністю варіанта № 2 від варіанта № 1. Він забезпечує кращі умови для маневрування транспортних

засобів на кільцевій розв'язці та збільшує пропускну здатність вузла, однак вимагає більшої площі реконструкції в межах перехрестя.

2.4.1 Розрахунок геометричних розмірів СКП

Вихідні дані для розрахунку геометричних параметрів варіанту №2 залишаються ідентичними варіанту №1 – максимальна інтенсивність руху на кільці $N_{P_{max}}$ 1640 авт/год та розрахункова швидкість $V_{розр} = 40$ км/год.

Приймається радіус центрального островця $R_0 = 40$ м. Саме такий радіус відповідає згідно з таблицею 6.1 Проектні параметри СКП [5] для $V_{розр} = 40$ км/год.

Відповідно [5] необхідну кількість смуг руху на СКП визначаю за формулою (2.29):

$$n = \frac{N_P^{max}}{N_{ПП}} + 1, \quad (2.29)$$

де n – кількість смуг руху в перерізі СКП;

$N_{P_{max}}$ максимальна інтенсивність руху на кільці (див. табл. 6.1[5]);

$N_{ПП}$ – пропускна здатність ділянок перестроювання, од./год.

$$n = \frac{1640}{1000} + 1 = 2,64 \approx 3 \text{ смуги}$$

Приймаю 3 смуги руху на кільці.

Згідно з [5] ширина проїзної частини на кільці дорівнює за формулою (2.30):

$$B_K = n \cdot v, \quad (2.30)$$

де n – кількість смуг руху на кільці;

v – ширина смуги руху на кільці;

$$B_K = 3 \cdot 4 = 12 \text{ (м)}$$

За [5] радіус зовнішнього кільця визначаю за формулою (2.31):

$$R_{зовн} = R_0 + B_K, \quad (2.31)$$

де R_0 – радіус внутрішнього кільця, м;

B_K – ширина проїзної частини кільця.

$$R_{зовн} = 40 + 12 = 52 \text{ (м)}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведені геометричні параметри СКП варіанту №2 наведено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 Геометричні параметри СКП варіанту №2

Параметр	Значення
Розрахункова швидкість на кільці, км/год	40
Радіус центрального острівця R_0 , м	40
Ширина проїзної частини кільця B_k , м	12
Радіус зовнішнього кільця $R_{зовн}$, м	52
Кількість смуг руху на кільці	3
Ширина смуги руху на кільці, м	4

2.4.2 Планувальне рішення

Планувальне рішення для варіанту №2 розроблено з використанням вбудованої функції «Кільцева розв'язка» програмного середовища Autodesk Civil 3D, яка дозволяє автоматично генерувати геометрію кільцевої розв'язки на основі введених параметрів: радіуса центрального острова, кількості та ширини смуг руху, а також радіусів з'їздів для повороту праворуч.

Регулювання руху здійснюється за допомогою дорожніх знаків 2.4 «Поступись дорогою» та 4.10 «Кільцева розв'язка» за вимогами ДБН В.2.3-5:2018 [1].

Бортовий камінь та червоні лінії автомобільних доріг змінюються лише в межах перехрестя. Поза зоною розв'язки зберігаються існуючі параметри поперечних профілів автомобільних доріг.

2.4.3 Оцінка ефективності за результатами транспортного мікромоделювання

Із тими ж вхідними даними було зроблено аналіз мікромоделювання і для варіанта № 2. Картограми представлені на аркуші 6.

2.5 Порівняння варіантів та вибір рекомендованого рішення

За результатами розробки двох варіантів проєктних рішень виконано їх порівняння за основними геометричними та планувальними характеристиками (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 Порівняння варіантів проєктних рішень

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Показник	Існуючий стан	Варіант № 1	Варіант № 2
Тип перетину	Регульований	СКП	СКП
Наявність світлофора	Так	Ні	Ні
Радіус центрального островця R_0 , м	-	9	40
Радіус зовнішнього кільця $R_{\text{зовн}}$, м	-	21	52
Кількість смуг на кільці	-	3	3
Ширина кільця, м	-	12	12
Середня затримка, с	28,35	2,95	5,68
Середня швидкість, км/год	27,14	31,24	30,40
Кількість конфліктних зон	16	22	9

Варіант № 1 з радіусом центрального острова $R_0 = 9$ м є більш компактним рішенням, яке вписується в існуючі розміри перехрестя з мінімальним втручанням в навколишню інфраструктуру. Менша площа реконструкції призводить до менших витрат на будівництво та менших земляних робіт. Особливої уваги потребує показник кількості конфліктних зон варіанту № 1, який є вищим порівняно як з існуючим станом (16), так і з другим варіантом (9). З аналізу мікромодельовання в PTV Vissim я визначила, що 10 точок відносяться до типу перетину, де пріоритетний рух перетинається з рухом на під'їздах, а 12 точок - тип злиття та розгалуження. Точки злиття і розгалуження є менш небезпечні за точки перетину. Вони здійснюються під меншими кутами і на уповільнених швидкостях. Оскільки предметом цієї кваліфікаційної роботи є покращення рівня обслуговування автомобілів, то збільшення кількості зон злиття з одночасним зниженням швидкості на перетині є кращим компромісом. Варіант № 2 з радіусом $R_0 = 40$ м забезпечує кращі умови для маневрування транспортних засобів на кільці, більший радіус траєкторії руху та, згідно, вищу комфортність та безпеку. Проте більша площа реконструкції вимагатиме

більших фінансових інвестицій та може бути обмежена існуючими будівлями та підземними комунікаціями в зоні перетину.

На основі отриманих результатів, я дійшла висновку, що реалізація першого планувального варіанту є більш доцільною.

2.6 Проектування підземного пішохідного переходу

За методикою [11] для підвищення безпеки руху та пропускнуєї здатності магістралей передбачено влаштування пішохідних переходів у різних рівнях із проїзною частиною. Відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 [4], відстань між такими позавуличними переходами в різних рівнях приймається в межах від 300 до 800 м.

За [11] ширина пішохідних тунелів приймається залежно від інтенсивності руху пішоходів у «годину-пік». Якщо інтенсивність руху не відома, то орієнтовану ширину тротуару беремо залежно від категорій магістралей, які перетинаються, згідно з табл. 5.1, 5.2 ДБН В.2.3-5:2018 [1] Мінімальна ширина підземного пішохідного тунелю в міських умовах становить не менше 3 м [11]. Я прийняла для проектування підземних тунелів ширину 3 м.

Глибину підземного пішохідного тунелю я прийняла мінімально можливою – 3,3 м. При визначенні висотного положення споруди враховано розташування та глибину закладання існуючих підземних інженерних комунікацій з метою уникнення їх пошкодження та забезпечення нормативних умов експлуатації [11]. Висоту підземного тунелю я прийняла 2,3 м.

Для організації доступу пішоходів до підземного переходу було влаштовано комбіновану систему спуску. Із одного боку передбачено влаштування пандуса, а з іншого - сходи. Похил сходових маршів запроєктовано згідно з ДБН В.2.3-5:2018 [1] з розміром східців 12 см х 38 см, а пандуси пішохідних доріжок повинні мати похил не більше 50%. Такі прийняті параметри гарантують безпечний спуск і підйом пішоходів у будь-яку пору року [11].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Кошторисно-фінансовий розрахунок

Таблиця 2.9 Кошторисно-фінансовий розрахунок

№ п/п	Види будівельних робіт	Одини ця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт	Загальна вартість, грн.
1.	Земляні роботи	м ³	300 000	38,55	11 565 000
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей в межах проекту	м ²	3000	8 656	25 968 000
3.	Влаштування дорожнього одягу пішохідної частини в межах проекту	м ²	1500	2 303	3 454 500
4.	Влаштування водовідведення				
4.1	Влаштування дощеприймального колектора	1 м.п.	10 000	420	4 200 000
4.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	15 000	5	75 000
5.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	759	379 500
6.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	15 000	13	195 000
7.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м ²	10 000	1 218	12 180 000
Проміжна сума					58 017 000
8.	Перекладка підземних інженерних комунікацій	%	15%	$\Sigma_{(1-7)}^*$ 0,15	8 702 550
Остаточна сума					66 719 550

2.8 Визначення транспортно-експлуатаційних показників проєкту

2.8.1 Річні дорожні витрати

Згідно з [5] річні дорожні витрати визначають як витрати, які складаються з щорічних витрат на реконструкцію і капітальний ремонт дорожнього одягу.

Рахую річні дорожні витрати до реконструкції перетину (Д) і після реконструкції перетину (Д') за формулою (2.32):

$$Д = 0,01C_{од}(p_1 + p_2) + Fa, \quad (2.32)$$

де $C_{од}$ – вартість будівництва дорожнього одягу.

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

p_2 – щорічний процент відрахувань на поточний ремонт дорожнього одягу (1%);

F – площа дорожнього покриття;

a – вартість утримання m^2 дорожнього покриття перехрестя (100 грн.).

$$Д = 0,01 \cdot 18\,177\,600 \cdot (6 + 1) + 6059,2 \cdot 100 = 1\,878\,352 \text{ (грн)}$$

$$Д' = 0,01 \cdot 25\,968\,000 \cdot (6 + 1) + 8656 \cdot 100 = 2\,683\,360 \text{ (грн)}$$

Бачимо, що дорожні витрати стали більшими, бо збільшилась площа дорожнього покриття:

$$2\,683\,360 - 1\,878\,352 = 805\,008 \text{ (грн)}$$

2.8.2 Річні транспортні витрати

Відповідно до [5] затрати на проходження регульованого перехрестя будуть складатись з витрат на його проходження у вільному режимі і витрат від простоїв транспорту у світлофора. Для кожної магістралі визначаю за даною формулою до реконструкції (ΣK) і після ($\Sigma K'$):

$$\Sigma T = N * \frac{t_k + 2 * t_{ж}}{2 * 3600 * T_{ц}} ((t_k + t_{ж}) + 0,56 * V) * \frac{365}{\beta} * S, \quad (2.33)$$

$$\Sigma T_{пер} = N * t * \frac{1}{3600} * \frac{365}{\beta} * S, \quad (2.34)$$

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

t_k – тривалість червоного сигналу, с;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$t_{\text{ж}}$ – 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 (0,080);

S - вартість погодинної оплати в місті Києві.130.68 грн.

$$\sum T_{\text{год}_1} = 1080 * \frac{52+2*3}{2*3600*110} ((52 + 3) + 0,56 * 11,11) * \frac{365}{0,08} * 130.68 =$$

2 881 445,41 грн

$$\sum T_{\text{год}_2} = 1585 * \frac{41+2*3}{2*3600*121} ((41 + 3) + 0,56 * 11,11) * \frac{365}{0,08} * 130.68 =$$

2 558 834,16 грн

$$\sum T_{\text{год}_3} = 645 * \frac{88+2*2}{2*3600*110} ((88 + 2) + 0,56 * 11,11) * \frac{365}{0,08} * 130.68 =$$

4 295 329,91 грн

$$\sum T_{\text{пер1вих}} = 1150 * 27,61 * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,080} * 130.68 = 5 252 038 \text{ грн}$$

$$\sum T_{\text{пер2вих}} = 1585 * 25,45 * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,080} * 130.68 = 7 238 685 \text{ грн}$$

$$\sum T_{\text{пер3вих}} = 645 * 27,01 * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,080} * 130.68 = 2 945 756 \text{ грн}$$

Тепер визначаю затрати на проходження перехрестя до реконструкції:

$$\sum K = 9 735 609,48 + 15 436 479 = 25 172 088,48 \text{ грн}$$

Для знаходження $\Sigma K'$ необхідно знайти витрати часу на рух транспорту через перетин.

Таблиця 2.10 Інтенсивності руху транспорту в години «пік» на перетині
магістралей за напрямками, авт./год

		Вихід				$\sum$ вих
		1	2	3	4	
Вхід	1	0	1135	15	0	1150
	2	995	0	590	0	1585
	3	85	535	0	25	645
	4	0	0	0	0	0

$\sum$ вхід	1080	1670	605	25	3380
-------------	-------------	------	-----	----	------

Таблиця 2.11 Витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками, с

Напрямок магістралей		Вихід			
		1	2	3	4
Вхід	1	0	17,28	11,07	0
	2	15,48	0	19,71	0
	3	18,27	9	0	10,98
	4	0	0	0	0

Таблиця 2.12 Підрахунок витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години «пік», с

Напрямок магістралей		Вихід				
		1	2	3	4	$\sum$ вихід
Вхід	1	0	19 612,8	166,05	0	19 778,85
	2	15 402,6	0	11 628,9	0	27 031,50
	3	1 552,95	4 815,0	0	274,5	6 642,45
	4	0	0	0	0	0
	$\sum$ вхід	16 955,55	24 427,8	11 794,95	274,5	53 452,8

За [5] річні транспортні витрати після реконструкції перетину ($\Sigma K'$) визначаємо за формулою (2.35):

$$\Sigma K' = \sum_{j=1}^{j=n} N_{ij} T_{ij} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{\beta} \cdot 40 \quad (2.35)$$

де N_{ij} – річна інтенсивність руху транспорту через перетин в

ij -напрямку (i -напрямок в'їзду до перетину, а j -напрямок виїзду з нього), автом.;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

T_{ij} – затрати одного екіпажу на рух транспорту в межах перетину в ij -напрямку, с;
 β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

$$\Sigma K' = \Sigma_{j=1}^n N_{ij} * T_{ij} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{\beta} * 80 = 53\,452,8 * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0.080} * 130.68 =$$

8 852 659 грн

З результатів розрахунків бачу, що річні транспортні витрати після реконструкції значно зменшились.

Саме економія річних витрат склала:

$$25\,172\,088,48 - 8\,852\,659 = 16\,319\,429,48$$

2.8.3 Експлуатаційні витрати

Відповідно до [5] експлуатаційні витрати до і після реконструкції перетину будуть дорівнювати сумі річних дорожніх та річних транспортних витрат.

Визначаю за формулами:

$$E = \Sigma K + D, \quad (2.36)$$

$$E' = \Sigma K' + D', \quad (2.37)$$

$$E = \Sigma K + D = 25\,172\,088,48 + 1\,878\,352 = 27\,050\,440,48 \text{ грн}$$

$$E' = \Sigma K' + D' = 8\,852\,659 + 2\,683\,360 = 11\,536\,019 \text{ грн}$$

2.8.4 Термін окупності капіталовкладень

Згідно з [5] при реконструкції перетину термін окупності (T_0) капіталовкладень визначаю за формулою (2.38):

$$T_0 = \frac{C}{(\Sigma K + D) - (\Sigma K' + D')}, \quad (2.38)$$

де C – кошторисна вартість варіанта будівництва перетину магістралей кільцевого типу, грн.

$$T_0 = \frac{66\,719\,550}{27\,050\,440,48 - 11\,536\,019} = 4,30 \text{ роки}$$

За [5] ефективність капіталовкладення визначається за формулою (2.39):

$$E = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{4,3} = 0,23 \quad (2.39)$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

Консультант:

(підпис, дата)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. 1 Вертикальне планування перетину

3.1.1 Основні нормативи проектування позовжнього профілю

Проектування позовжніх профілів магістралей здійснюється згідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018 [1] та методології, описаної в [6]. Особливістю проектування позовжніх профілів автомобільних доріг, що перетинаються, є необхідність узгодження цих профілів у точці перетину їх осей у плані, а також забезпечення розташування кільцевої розв'язки в одній площині [6].

Основні норми проектування позовжнього профілю приймаються залежно від розрахункової швидкості відповідно до ДБН В.2.3-5:2018 [1]. Для прийнятої розрахункової швидкості $V_{\text{розр}} = 40$ км/год встановлюються такі стандартні параметри (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 Стандартні параметри позовжнього профілю для $V_{\text{розр}} = 40$ км/год

Параметр	Прийняте значення
Найбільший позовжній ухил, ‰	80
Мінімальна відстань видимості у плані, м	50
Мінімальний радіус кривих у плані, м	60
Мінімальний радіус випуклих вертикальних кривих, м	1000
Мінімальний радіус увігнутих вертикальних кривих, м	300
Алгебраїчна різниця ухилів позовжнього профілю, ‰	>15

Основними завданнями при проектуванні позовжнього профілю є [6]:

1. Мінімізація обсягу будівельних робіт;
2. Забезпечення безпеки дорожнього руху;
3. Забезпечення ефективного водовідведення.

Проектування позовжніх профілів автомобільних доріг починається з визначення мінімального проектного інтервалу мінімальної відстані між точками перегину позовжнього профілю, який встановлюється на основі ДБН В.2.3-5:2018 [1].

3.1.2 Поздовжній профіль кільця

Поздовжні профілі магістралей розроблялися в програмному середовищі Autodesk Civil 3D для варіанту № 1 (СКП з $R_0 = 9$ м). Поздовжній профіль кільцевої дороги СКП має замкнуту форму і розроблений з урахуванням рельєфу місцевості та для забезпечення відведення поверхневих вод з проїжджої частини з дотриманням нормативних значень поздовжніх ухилів [6].

На основі результатів проектування були визначені висоти в точках з'єднання під'їзних доріг з кільцевою дорогою, які використовуються як вхідні дані для проектування поздовжніх профілів під'їзних доріг.

3.1.3 Поздовжні профілі магістралей

Поздовжні профілі магістральних доріг, що прилягають до кільцевої дороги, проектувалися окремо для кожної магістралі з обов'язковим дотриманням чинних стандартів проектування поздовжніх профілів [6] та з урахуванням висот у точках з'єднання, визначених на попередньому етапі.

Поздовжній профіль проспекту Лобановського має два профілі, з заходу та зі сходу (див. арк. 4). Поздовжній профіль вул. Деміївської розроблено лише з південного підходу. (див. арк. 4).

3.1.4 Вертикальне планування перетину

Вертикальне трасування коридорів магістралей, як на під'їздах до перехрестя, так і в його межах, визначається проектними контурами згідно до вимог [6].

Креслення готуються в масштабі 1:500 з кроком контурів 0,20 м.

При виконанні вертикального трасування коридорів автомобільних доріг дотримуються вимог безпеки та зручності для руху транспортних засобів і пішоходів, вимог щодо поверхневого водовідведення та мінімізації земляних робіт [6].

Послідовність вертикального трасування для СКП [6]:

1. Спочатку на під'їздах до перехрестя наносяться контури з інтервалом 20 см;
2. Потім наносяться контури в межах перехрестя з інтервалом 20 см;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Лінії контурів у межах перехрестя узгоджуються з вертикальною траєкторією головних доріг на під'їздах;
4. Після встановлення проектних ліній контурів на проїжджій частині лінії контурів наносяться на поверхні тротуарів, зелених зон та островців безпеки з урахуванням їх висоти над проїжджою частиною.

Поздовжні ухили на проїзній частині та тротуарах приймаються за вимогами ДБН В.2.3-5:2018 [1] 20‰ та 15‰ згідно.

Креслення вертикального планування поперечного перерізу показує, як проектна поверхня стикається з існуючим рельєфом [6] (див. арк. 5).

3.2 Організація поверхового водовідведення

Проектування дренажних систем та споруд здійснюється з урахуванням місцевих природних, архітектурних, містобудівних та санітарно-гігієнічних умов у тісній взаємодії з рішеннями щодо інженерного забезпечення, благоустрою та інфраструктури населеного пункту [5]. Загальні умови прокладення та прокладання трубопроводів, гідравлічні розрахунки, параметри та вимоги до дренажних споруд визначаються згідно з ДБН В.2.5-75:2013 [8]. На головних вулицях та дорогах облаштовується замкнута дренажна система з розміщенням дощоприймачів по обидва боки, незалежно від наявності місцевих під'їзних доріг [5].

3.2.1 Принципи організації водовідведення на території СКП

Відведення поверхневих вод з території СКП забезпечується системою поперечних та поздовжніх ухилів проїжджої частини кільцевої дороги та її під'їздів. За вимогами ДБН В.2.3-5:2018 [1], поперечний ухил проїжджої частини встановлюється на рівні 20‰, а тротуарів – 15‰.

Поверхневі води збираються дощоприймачами, розташованими в низинних ділянках рельєфу та в місцях концентрації поверхневого стоку. Дощоприймачі підключені до підземної зливової каналізації, прокладеної в межах перехрестя.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливістю водовідведення на СКП є необхідність забезпечення стоку з центрального острівця – конструкція виконана таким чином, щоб поверхневі води не накопичувалися в межах кільця та його під'їздів.

3.2.2 Розташування дощоприймачів

Дощоприймачі повинні розташовуватися згідно з вимогами ДБН В.2.5-75:2013 [8] у таких місцях:

1. У заглибленнях поздовжнього профілю під'їзних доріг до кільцевого руху;
2. Перед пішохідними переходами з боку, куди стікає поверхнева вода;
3. На перехрестях виїздів з кільцевої розв'язки на під'їзди;
4. На проїжджій частині кільцевої розв'язки в місцях скупчення поверхневого стоку.

Відстань між зливовими колодзями встановлюється не більше 50 м на ділянках з поздовжнім ухилом до 4‰ і не більше 60–70 м для більш крутих ухилів, відповідно до [8].

Розташування дощоприймачів представлено на аркуші 5.

3.2.3 Дощоприймач

Зібрані поверхневі води відводяться через підземний дощоприймач, прокладений у межах перерізу. Траса дощоприймача визначається з урахуванням розташування існуючих підземних комунікацій та забезпечення нормативних відстаней між ними згідно за ДБН В.2.5-75:2013 [8].

Розташування підземної зливної каналізації та оглядових камер представлено на аркуші 5.

3.3 Прокладення підземних інженерних мереж

3.3.1 Загальні принципи прокладення підземних мереж

Прокладення підземних інженерних мереж здійснюється на основі ДБН В.2.3-5:2018 [1] та ДБН В.2.5-75:2013 [8]. Основні підземні інженерні мережі розташовуються в межах поперечних перерізів вулиць і доріг. Під тротуарами та розділювальними смугами пролягають інженерні мережі в колекторах,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

каналах або тунелях. У межах розділювальних смуг розташовуються теплові мережі, водопровідні магістралі, газопровідні магістралі, каналізаційні та злизові колектори [5].

У разі, якщо ширина проїжджої частини перевищує 22 м, водопровідні магістралі слід розташовувати по обидва боки вулиці [5]. Оскільки ширина проїжджої частини на проспекті Лобановського становить 20,7 м, водопровідні магістралі розташовані з одного боку проїжджої частини.

Розташування підземних інженерних комунікацій показано на типових поперечних перерізах магістральних доріг. План поперечного перерізу показує розташування інженерних комунікацій та визначає довжину їх перенесення в межах реконструкції.

Підземні комунікації, розташовані в межах поперечного перерізу [5], включають:

1. Водостік (дощоприймач) – 1;
2. Кабелі освітлення – 2;
3. Водопостачання – В;
4. Каналізація побутова – К;
5. Газопровід високого тиску – Г;
6. Теплопровід – Т;
7. Телекомунікаційні кабелі – КЗ;
8. Кабелі високої напруги – КВ;
9. Кабелі низької напруги – КН.

3.3.2 Розташування інженерних мереж у поперечних перерізах магістральних доріг

Розташування підземних інженерних мереж у поперечних перерізах магістральних доріг здійснюється згідно до стандартних відстаней між інженерними мережами та від інженерних мереж до елементів поперечного перерізу, як зазначено в ДБН В.2.5-75:2013 [8].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

На просп. Лобановського та вул. Деміївській підземні комунікації розташовані в зеленій зоні по обидва боки проїжджої частини. Перелік та розміщення комунікацій наведено на проектному поперечному перерізі (див. арк. 3).

3.3.3 Перенесення комунікацій у межах перехрестя

У рамках реконструкції перехрестя деякі існуючі підземні комунікації необхідно перенести через зміни у плані перехрестя. Трасування перенесених комунікацій здійснюється з урахуванням нової геометрії кільцевого руху та стандартних відстаней між мережами згідно до ДБН В.2.5-75:2013 [8].

3.4 Освітлення перехресть

Зовнішнє освітлення вулиць, доріг та громадських місць проектується за вимогами ДБН В.2.5-28:2018 [3]. За ДБН В.2.5-28:2018 [3], освітленість проїзної частини на міських магістральних дорогах повинна відповідати нормативним значенням середньої горизонтальної освітленості. Світильники розміщуються по обидва боки проїжджої частини з інтервалом 40 метрів уздовж магістралей. Пріоритет надається освітленню перехресть магістралей та пішохідних переходів [5].

Для освітлення кругових перехресть я використовую стовпи з консольними світильниками, що забезпечують рівномірне освітлення всієї площі кругового перехрестя. За необхідності на центральному островці кругового перехрестя передбачається додаткове декоративне освітлення.

3.5 Озеленення перехресть

Озеленення вулиць і доріг здійснюється згідно до вимог ДБН В.2.2-12:2019[4]. Зелені насадження на вулицях та дорогах не мають перешкоджати руху транспортних засобів та пішоходів згідно з вимогами [4]. Дерев та чагарники висотою понад 0,5 м не допускаються в межах трикутника видимості на перехрестях та пішохідних переходах [5].

На островцях безпеки дозволяється висаджувати чагарники та декоративні рослини висотою до 0,2 м [5]. Основним елементом озеленення розділювальних смуг на проїжджій частині вулиць та доріг є газон. На розділювальних смугах

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяється висаджувати чагарники та декоративні дерева за умови збереження трикутника огляду на перехрестях та пішохідних переходах [5].

На під'їздах до перехрестя озеленення розташовується в межах зелених смуг проектних поперечних перерізів головних доріг. Згідно з прийнятими проектними рішеннями ширина зеленої смуги становить:

1. Проспект Лобановського – 3,0 м з кожного боку проїжджої частини
2. Вулиця Деміївська – 3,25 м з кожного боку проїжджої частини

У межах зелених смуг передбачено висаджування дерев з інтервалом 6–8 м та облаштування газонів. Види дерев підбираються з урахуванням кліматичних умов Києва, стійкості до забруднення повітря та декоративних якостей згідно з [4].

3.6 Зупинки громадського транспорту

Розташування та облаштування зупинок громадського транспорту на вулицях і дорогах здійснюється згідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018 [1].

3.6.1 Загальні вимоги до розміщення зупинок

Відповідно до ДБН В.2.3-5:2018 [1], зупинки громадського транспорту, що курсує поряд з іншими транспортними засобами, повинні розташовуватися на перехрестях на відстані не менше 5 м від пішохідного переходу та не менше 20 м від перехрестя до зони посадки.

При проектуванні саморегульованого кругового руху розміщенню зупинок громадського транспорту слід приділяти особливу увагу, бо зупинка транспортних засобів у безпосередній близькості від кругового руху значно знижує пропускну здатність перехрестя та збільшує ризик конфліктів. Тому зупинки громадського транспорту розташовують поза зоною впливу кругового руху на відстані не менше 20 м від зовнішнього краю кругового руху [1].

3.6.2 Проектування автобусних зупинок

Зупинки громадського транспорту проектуються у вигляді відкритих «кишень», що дозволяють транспортним засобам зупинятися, не перешкоджаючи основному транспортному потоку на магістралі, згідно з вимогами [1].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Ширина зони посадки визначається виходячи з пасажиропотоку зупинки та часу очікування громадського транспорту, виходячи з розрахункової щільності пасажирів у цій зоні 2 особи/м², але не менше 1,5 м, згідно з [1].

Довжина автобусної зупинки визначається кількістю транспортних засобів, що одночасно обслуговують зупинку. Для одного транспортного засобу довжина автобусної зупинки встановлюється не менше 20 м [1].

3.6.3 Обладнання зупинок

Зупинки повинні бути обладнані навісами або козирками, а також системами інформування пасажирів – електронними табло та розкладами руху, які не повинні погіршувати оглядовість для водіїв або перешкоджати руху пішоходів, згідно з [1].

Поверхня зони посадки повинна бути виконана з тротуарної плитки або асфальтобетону з урахуванням вимог доступності для людей з обмеженою мобільністю. Тактильна бруківка та понижені бордюри повинні бути встановлені відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 [10].

3.6.4 Існуючі автобусні зупинки в районі перехрестя

За результатами натурного обстеження, в районі перетину вул. Деміївської та просп. Лобановського розташовані такі зупинки громадського транспорту:

На просп. Лобановського: «МАУП», «Школа імені Валерія Лобановського», «Вулиця Мистецька» – обслуговуються автобусними маршрутами А 22, 25, 28, 119, тролейбусом Тр 42 та маршрутними таксі Мт 205, 239.

На вул. Деміївській: «Вулиця Деміївська», «Автостоянка» – обслуговуються автобусними маршрутами А 119 та А 28.

Під час реконструкції перехрестя розташування існуючих зупинок скориговано з урахуванням нової геометрії кільцевого руху та нормативних вимог щодо відстані від перехрестя до зони посадки. Зупинки, що розташовані ближче ніж 20 м до зовнішнього краю кільцевого руху, були перенесені на нормативну відстань згідно з вимогами ДБН В.2.3-5:2018 [1].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

3.7 Конструкція дорожнього одягу

3.7.1 Проект дорожнього одягу для смуги руху

Для проїзної частини просп. Лобановського, вул. Деміївської та кільцевої розв'язки СКП передбачено дорожнє покриття капітального типу з асфальтобетонним покриттям згідно до категорії міських магістральних доріг, визначеної в ДБН В.2.3-4:2015 [7].

Проект дорожнього покриття наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Конструкція дорожнього одягу проїзної частини

№	Шар	Матеріал	Товщина, мм
1	Верхній шар покриття	Асфальтобетон дрібнозернистий	50
2	Нижній шар покриття	Асфальтобетон крупнозернистий	60
3	Верхній шар основи	Щебінь оброблений органічним в'язучим	180
4	Нижній шар основи	Золошлак укріплений цементом	80
5	Додатковий шар основи	Пісок оброблений бітумом	30
6	Підстилаючий шар	Піщаний підстилаючий шар	200
	Разом		600

3.7.2 Проектування тротуарів та велосипедних доріжок

Для тротуарів та велосипедних доріжок використовується легкий тип дорожнього покриття відповідно до вимог ДБН В.2.3-4:2015 [7] та ДБН В.2.3-5:2018 [1].

Проектування тротуарів та велосипедних доріжок наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 Проектування тротуарів та велосипедних доріжок

№	Шар	Матеріал	Товщина, мм
1	Верхній шар покриття	Асфальтобетон дрібнозернистий	40
2	Основа	Гранітний щебінь	60
	Разом		100

Облицювання платформ зупинок громадського транспорту повинно виконуватися з використанням тротуарної плитки товщиною 30 мм на піщаній основі та підоснові з щебеню товщиною 150 мм за вимогами ДБН В.2.3-4:2015 [7].

3.7.3 Бордюр

Бордюри встановлюються згідно з ДБН В.2.3-5:2018 [1]. Бордюри відокремлюють проїжджу частину від тротуарів, зелених зон та велосипедних доріжок. Висота бордюру над рівнем проїжджої частини встановлюється наступним чином:

1. На прямих ділянках магістралей – 150 мм
2. У зоні пішохідних переходів – 0 мм (понижений бордюр) для забезпечення доступності для людей з обмеженою мобільністю
3. На краю центрального островця безпеки – 150 мм для запобігання виїзду транспортних засобів на острівцець

Згідно технічному завданню, бордюр не змінюється за межами перехрестя.

Проектний бордюр встановлюється лише в межах реконструкції перетину.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі я розглянула актуальну проблему покращення рівня обслуговування автомобілів на перехресті вул. Деміївської та просп. Валерія Лобановського в Києві.

За допомогою аналізу транспортної інфраструктури та містобудівних умов я встановила, що перехрестя вулиці Деміївської та проспекту Лобановського є регульованим Т-подібним перехрестям у Голосіївському районі Києва. Обидві магістралі згідно з Генеральним планом Києва [9] класифікуються як вулиці загальноміського значення.

Аналіз пропускної здатності існуючого перехрестя показав, що теоретична пропускна здатність регульованого перехрестя формально забезпечена $\sum N_{\text{вуз}} = 9893 \text{ авт./год} > \sum N_{\text{розр}} = 3380 \text{ авт./год}$. Однак нераціональний розподіл часу циклу світлофора призводить до систематичного перевантаження під'їздів з боку вулиці Деміївської.

Оцінка безпеки дорожнього руху за методикою Осетріна М.М. показала, що аварійність існуючого перехрестя хоча і відповідає категорії низької небезпеки, але наближається до межі небезпечного діапазону. Радіуси бордюрного каміння становлять $R = 13,11\text{--}15,25 \text{ м}$, що збільшує аварійність у 5–6 разів порівняно з нормативними значеннями. Згідно зі статистикою дорожньо-транспортних пригод Департаменту патрульної поліції міста Києва, у 2025 році в районі перетину зафіксовано 4 ДТП з тяжкими наслідками, Серед них 2 це наїзди на пішоходів та 2 з летальними наслідками.

За результатами мікромодельовання першого проєктного варіанту у PTV Vissim я дослідила значне підвищення рівня обслуговування вузла після реконструкції.

Порівняльний аналіз показників наведено в табл. 1.

Таблиця 1 Порівняння показників існуючого та проєктного станів

Показник	Існуючий стан	Варіант 1 (СКП)	Зміна
Середня затримка, с	28,35	2,95	- 25,4 с

Середня швидкість, км/год	27,14	31,24	+4,1 км/год
Середня кількість зупинок на авт.	0,56	0,06	Зменшилась у 9 разів
Середня затримка зупинок, с	21,97	0,04	Зменшилась у 548 разів

Перший варіант я прийняла рекомендованим до реалізації. Компактне кільце забезпечує необхідну пропускну здатність та створює максимальне підвищення рівня обслуговування автомобілів із мінімальним втручанням в існуючу інфраструктуру.

Проектні рішення передбачають встановлення капітального дорожнього покриття проїзної частини загальною товщиною 600 мм, тротуарів та велосипедних доріжок товщиною 100 мм, замкнутої системи водовідведення, освітлення та озеленення перехрестя. Проектні поперечні профілі передбачають встановлення велосипедних доріжок шириною 1,85 м по обидва боки проїжджої частини обох автомагістралей.

Орієнтовна вартість реконструкції перетину першого варіанту становить 66 719 550 грн, у тому числі земляні роботи 11 565 000 грн, влаштування дорожнього покриття 25 968 000 грн, влаштування водовідведення 4 275 000 грн, встановлення пішохідного переходу 12 180 000 грн, перекладання підземних комунікацій 8 702 550 грн.

Визначення транспортно-експлуатаційних показників підкріплює економічну ефективність даного проектного рішення. Річні експлуатаційні витрати після реконструкції зменшились з 27 050 440 грн до 11 536 019 грн, тобто на 15 514 421 грн на рік. Економія річних транспортних витрат становить 16 319 429,48 грн. Термін окупності капітальних вкладень становить 4,30 роки, коефіцієнт ефективності капітальних вкладень 0,23.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – Чинні від 1.09.2018. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 55 с..
2. Мапа дорожніх аварій з тяжкими наслідками в м. Києві за 2025 рік : інтерактивна мапа / уклад. В. Панченко, Г. Косяченко ; U-Cycle (ГО «Асоціація велосипедистів Києва») за даними патрульної поліції України. – Режим доступу:
https://www.google.com/maps/d/viewer?hl=uk&mid=1m4yyn4J6_2iJDIdq06Q82mEZQmDewwg – Назва з екрана.
3. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Чинні від 28.02.2019. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 140 с.
4. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Чинні з 01.10.2019. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 184 с.
5. Осетрін М.М. Міські дорожньо-транспортні споруди: Навчальний посібник для студентів ВНЗ. – К.: ІЗМН, 1997. – 196 с.
6. Чередніченко П.П. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст: Навчальний посібник. - К.: КНУБА, 2002. – 180 с.
7. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Чинні від 01.09.2015. – К.: Мінрегіон України, 2015. – 112 с.
8. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Чинні від 01.01.2014. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 128 с.
9. Генеральний план розвитку міста Києва та його приміської зони до 2020 року / КМДА, Департамент містобудування та архітектури, КО «Київгенплан». – К., 2002.
10. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. – Чинні від 01.04.2019. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 58 с.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

11. Міські дорожньо-транспортні споруди: методичні вказівки до виконання практичних завдань і курсового проєкту / М.М. Осетрін та ін.. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с. – Режим доступу: http://library.knuba.edu.ua/books/19_3_23.pdf. – Назва з екрана.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		