

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування

Кафедра міського будівництва

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Завідувач кафедри
доц. Приймаченко О.В. _____
« ____ » _____ 2026р.

Пояснювальна записка

кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему

**«Підвищення рівня обслуговування громадського транспорту на
перетині вул. Медова та просп. Повітряних Сил у м. Києві»**

Виконав : студент IV курсу, групи МБГ-22-2

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

ОП: «Міське будівництво та господарство»

Бондаренко М.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Васильєва Г.Ю.

Беспалов Д.О.

(прізвище та ініціали)

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. _____
«_____» _____ 2026р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ**

Бондаренко Марія Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проєкту «Підвищення рівня обслуговування громадського транспорту на перетині вул. Медова та просп. Повітряних Сил у м. Києві»
керівник проєкту К. т. н. проф. Васильєва Г.Ю.

ст. викл. Беспалов Дмитро Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

Термін подання студентом проєкту 15.06.2026 .

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.*

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

1. Вступ.
2. Аналітичний розділ (аналіз існуючого стану ділянки проєктування: транспортне обслуговування, культурно-побутове обслуговування, технічний стан території).
3. Розрахунково-проектний розділ.
 - вертикальне планування території;
 - організація пішохідно-транспортного руху.
4. Конструктивний розділ.
5. Висновок

Перелік використаної літератури

Додатки

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

5. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Назва етапів дипломного проєкту	Підпис, дата	
1	Ст.викл. Беспалов Д.О.	22.05.2026	
2	Ст.викл. Беспалов Д.О.	29.05.2026	
3	Ст.викл. Беспалов Д.О.	31.05.2026	

6. Перелік графічного матеріалу

№ розділу	Найменування розділів проєкту	Орієнтовний об'єм креслень (аркушів ФА1)
1	Аналіз транспортної інфраструктури району проєктування	1
2	Аналіз пропускної спроможності ділянок вулично-дорожньої мережі району проєктування	1
3	План дорожньо-транспортного вузла (М 1:500)	1
4	Поперечні профілі магістралей, що перетинаються	1
5	Поздовжні профілі магістралей (Мв1:100, Мг1:1000)	1
6	Вертикальне планування дорожньо-транспортного вузла (М 1:500)	1
7	Конструктивні рішення	1
Разом		7

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Термін виконання етапу проєкту	Примітка
1	Видача завдання	17.04.2026	
2	Збір вихідних даних	1.05.2026	
3	Робота над графічною частиною проєкту	12.06.2026	
4	Оформлення пояснювальної записки	10.06.2026	
5	Подача на рецензію та перевірку на плагіат	12.06.2026	
6	Захист проєкту	23-25.06.2026	

Студентка

(підпис)

Бондаренко М.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Васильєва Г.Ю.
Беспалов Д.О.
(прізвище та ініціали)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

ВСТУП	6
1.АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Аналіз існуючої організації руху та роботи громадського транспорту на перетині	9
2. РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ	19
2.1Проектні пропозиції щодо покращення перетину вул. Медова - просп. Повітряних Сил у м. Київ	20
2.2 Впровадження пріоритету громадського транспорту (Transit Signal Priority).....	22
2.3 Корегування поперечних профілів магістралей	27
2.4 Пішохідна частина тротуару та велосипедний рух	28
2.5 Проектування поздовжніх профілів	29
2.6 Вертикальне планування.....	30
2.7 Транспортне моделювання інженерно-планувального рішення	30
3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	39
3.1 Конструкція дорожнього одягу	40
3.2 Освітлення	40
3.3 Озеленення.....	42
3.4 Зупинки громадського транспорту.....	43
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	48

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

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДБН - державні будівельні норми

ДСТУ - державний стандарт України

ГТ - громадський транспорт

ВДМ - вулично-дорожня мережа

LOS - Level of Service (рівень обслуговування)

HCM - Highway Capacity Manual

TSP - Transit Signal Priority (пріоритет громадського транспорту на світлофорі)

GPS - Global Positioning System (глобальна система позиціонування)

ФЕМ - фігурні елементи мощення

ЩМА - щебенево-мастиковий асфальтобетон

HDPE - High Density Polyethylene (поліетилен високої щільності)

LED - Light Emitting Diode (світлодіод)

FHWA - Federal Highway Administration (Федеральне управління автомобільних доріг США)

PTV Vissim - програмний комплекс транспортного моделювання

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Київ - місто з інтенсивним автомобільним рухом. За даними Департаменту транспортної інфраструктури, кількість зареєстрованих легкових автомобілів перевищує 1,2 млн одиниць [17]. В годину пік на магістральних напрямках утворюються затори, і громадський транспорт, який рухається з усіма автомобілями, втрачає час та починає відставати від графіку - таким чином інтервал руху стає різним.

Перетин вул. Медової та просп. Повітряних Сил обслуговує житлову забудову в Солом'янському районі. Через цей вузол проходять 6 маршрутів - 1 автобусний (№78) та 5 маршрутних таксі. Інтервали в піковий період різні: від 4 хв для маршрутного таксі №302 до 66 хв у автобуса №78. Сумарна інтенсивність на перетині в годину пік - близько 1660 авт/год. Виділеної смуги чи сигнального пріоритету на вузлі немає. Автобуси та маршрутні таксі рухаються разом із загальним потоком.

Актуальність теми зумовлена тим, що на сьогодні обслуговування пасажирів на цьому перетині не є найкращим. Автобуси та маршрутки стоять у загальному потоці без жодного пріоритету. В години пік затримки стають непередбачуваними, інтервали збиваються. Для пасажирів це означає довге очікування на зупинці і неможливість спланувати свій час та дії. Якщо громадський транспорт на цьому перетині працюватиме краще, більше людей пересядуть з автомобілів на автобуси.

Об'єкт - перетин вул. Медової та просп. Повітряних Сил у місті Києві.

Предмет - підвищення рівня обслуговування громадського транспорту на досліджуваному перетині.

Мета - розробка комплексу заходів, спрямованих на покращення умов руху та обслуговування громадського транспорту на перетині вул. Медової та просп. Повітряних Сил у м. Києві.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для реалізації поставленої мети в роботі визначено такі завдання:

- здійснити аналіз наявної організації руху та умов функціонування громадського транспорту на перетині;
- провести транспортне моделювання з метою оцінювання ефективності чинної схеми організації руху;
- сформулювати проєктні рішення для вдосконалення обслуговування громадського транспорту (зокрема, шляхом облаштування виділених смуг та коригування режимів світлофорного регулювання);
- оцінити прогнозований ефект від реалізації запропонованих заходів на основі ключових експлуатаційних показників.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для досягнення зазначеної мети застосовувалися такі методи:

- опрацювання літературних джерел та нормативно-правової бази.
- натурні обстеження транспортних та пішохідних потоків на перетині.
- транспортне моделювання.
- порівняльний аналіз альтернативних проєктних рішень.

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

1.АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

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

1.1 Аналіз існуючої організації руху та роботи громадського транспорту на перетині

Транспортний вузол на перетині вул. Медова та просп. Повітряних Сил розташований у Солом'янському районі міста Києва та є одним з найзначніших вузлів, що з'єднує центральну частину міста з передмістям, а також з комунальною та транспортно-складською територією, з територіями зовнішнього та внутрішнього транспорту та житловою садибною забудовою.

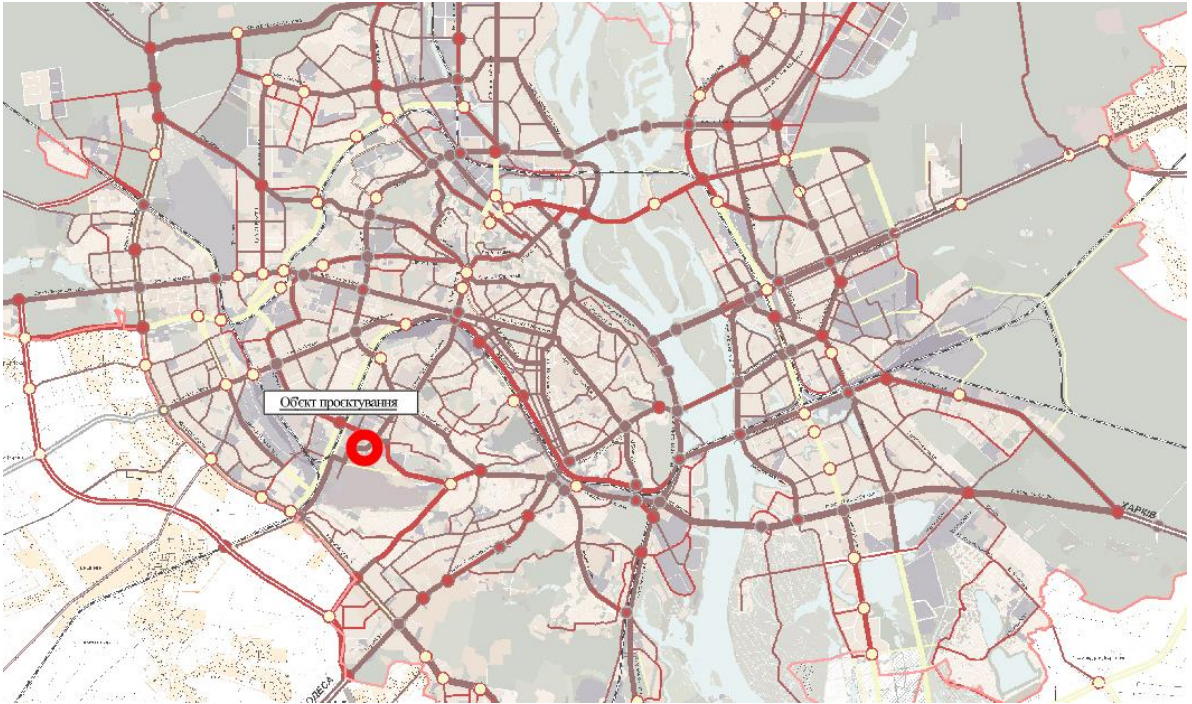


Рис 1.1 - Місцезнаходження перетину в масштабі м.Київ

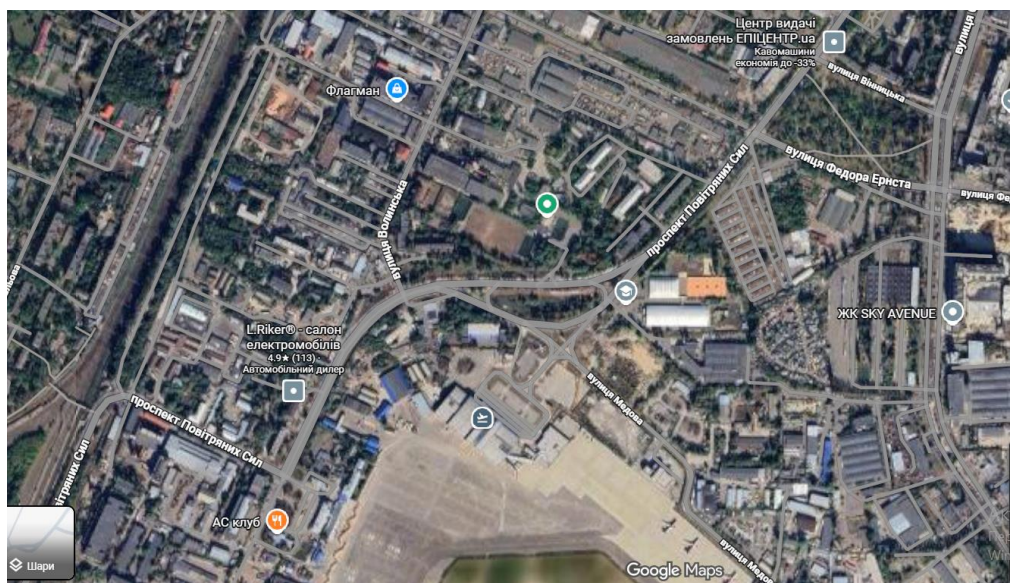


Рис 1.2 - Місцезнаходження перетину в масштабі частини Солом'янського району

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

В межах кільцевого перетину знаходиться зупинка громадського транспорту «вул. Волинська». Через зупинку проїжджає транспорт, показники якого внесені в табл. 1.1

Табл.1.1 - Показники громадського транспорту на зупинці «вул. Волинська»

№	Громадський транспорт	Інтервал (Пн-Пт)	Інтервал (Сб-Нд)	Середній інтервал
1	Автобус №78 «ст.м. Васильківська-вул. Смілянська»	6:15 - 21:13	6:20 - 20:58	66 хв
2	Маршрутне таксі № 496 «лікарня «Феофанія» - ст. м. Лук'янівська»	6:00 - 20:00	6:00 - 20:00	45 хв
3	Маршрутне таксі № 499 «ст. м. Васильківська - Обласна лікарня»	6:00 - 20:00	6:00 - 20:00	17 хв 30 сек
4	Приміське маршрутне таксі №302 «ст. м. Контрактова площа - м. Вишневе (залізнична станція)»	6:00 - 22:32	6:00 - 22:32	4 хв
5	Приміське маршрутне таксі № 368 «станція Тарасівка - ст. м. Контрактова площа»	5:30 - 21.46	5:30 - 21.46	7 хв 30 сек
6	Приміське маршрутне таксі № 805 «м. Вишневе (залізнична станція) - Залізничний вокзал «Південний»»	6:00 - 20:30	6:00 - 20:30	12 хв 30 сек

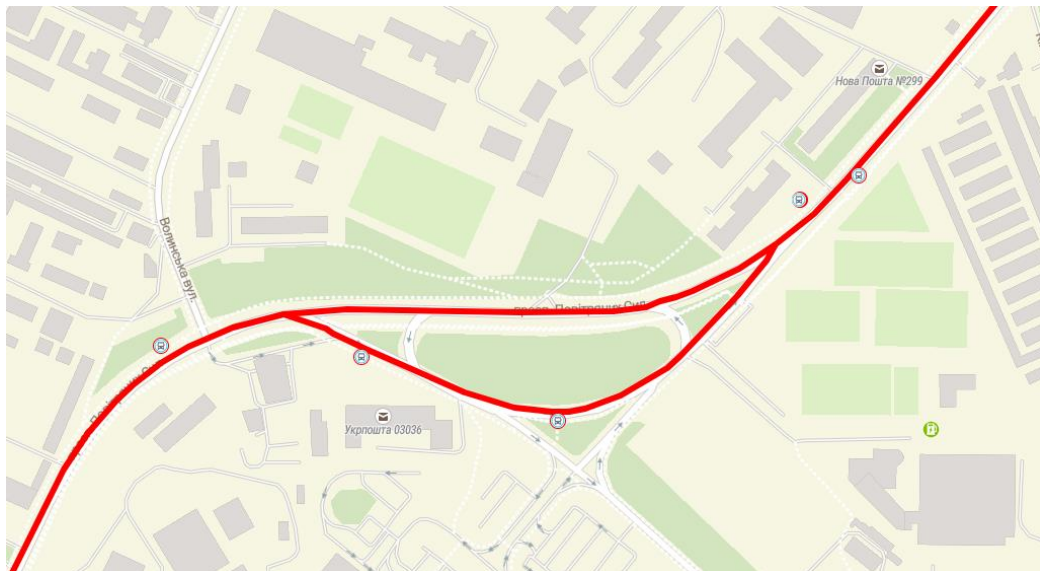


Рис 1.3 - Схема руху автобуса через перетин Вул. Медова - просп. Повітряних Сил

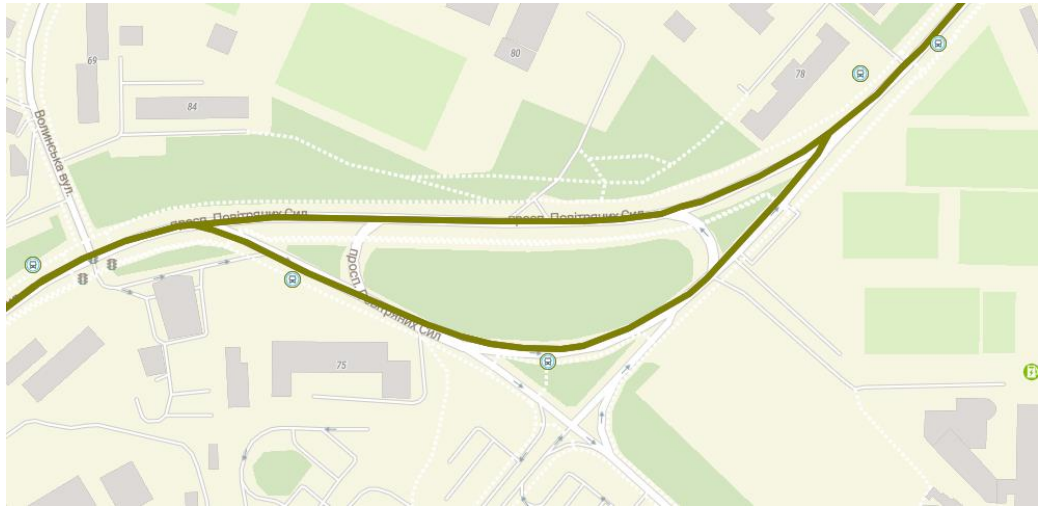


Рис. 1.4 - Схема руху маршрутних таксі через перетин Вул. Медова - просп. Повітряних Сил



Рис. 1.5 - Фото просп. Повітряних Сил

**Існуючий поперечний профіль
просп. Повітряних Сил М1:200**

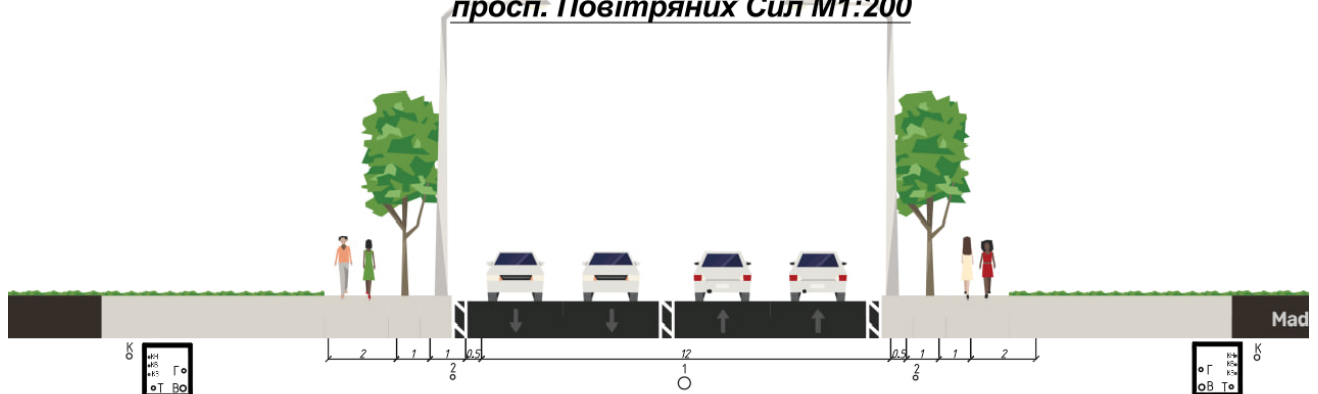


Рис 1.6 - Поперечний профіль просп. Повітряних Сил (існуюче положення)



Рис 1.7 - Фото вул. Медова



Рис 1.8 - Поперечний профіль вул. Медова (існуюче положення)

Для оцінювання ефективності функціонування громадського транспорту на перетині, у роботі використовується поняття рівня обслуговування - LOS. Це стандартний підхід, описаний у HCM.[15] Шкала LOS має діапазон від А до F. Рівень А - транспорт рухається вільно, затримки мінімальні, відхилення від розкладу мінімальні. Рівень F - протилежна ситуація: вузол перевантажений, час проїзду непередбачуваний, інтервали не витримуються.

Щоб визначити, на якому рівні знаходиться конкретний перетин, потрібно визначити ряд показників. Головний показник - середня затримка транспортного засобу на перетині(с/авт). Також враховується частота руху

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

маршрутів (кількість рейсів за годину), швидкість сполучення на ділянці (км/год), і коефіцієнт наповнення - тобто наскільки забиті автобуси і маршрутки.

За даними моделювання у PTV Vissim швидкість ГТ у зоні перетину падає до 10-30 км/год. На підходах - 40-60 км/год. Тобто транспорт суттєво гальмує саме на вузлі. Автобус №78 запізнюється на 5-10 хвилин. Маршрутки №496 та №499 - на 10-25 хвилин. Приміські маршрути №302, №368 і №805 відстають на 15-30 хвилин. Затримка починається ще до перетину. Транспорт стоїть у загальному потоці і втрачає час до того, як доїжджає до зупинки. Інтервали руху не витримуються.

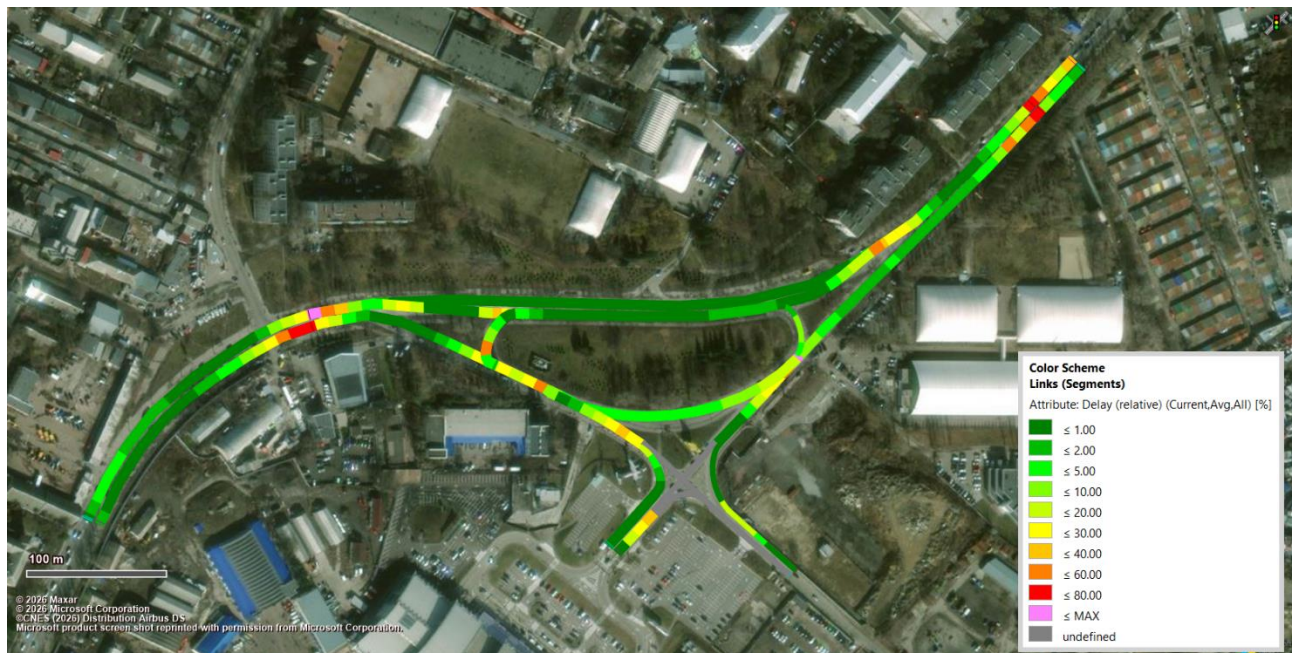


Рис. 1.9 - Відносна затримка транспортного потоку (PTV Vissim)

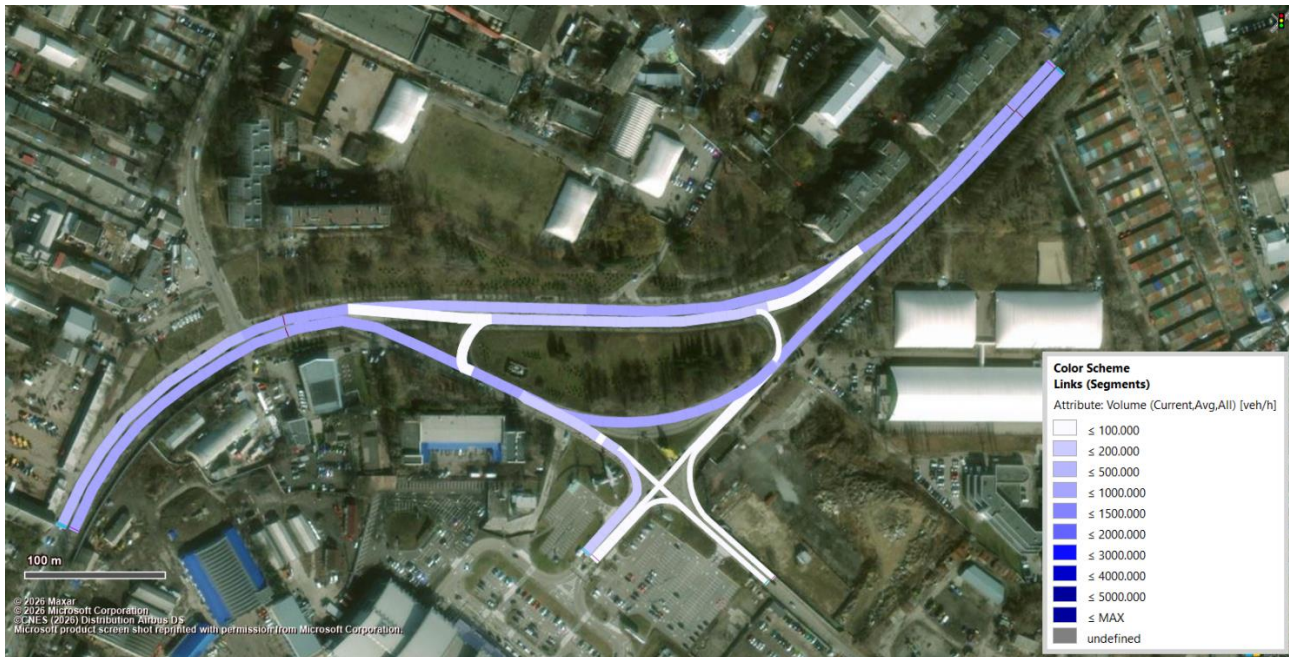


Рис. 1.10 - Інтенсивність руху (PTV Vissim)

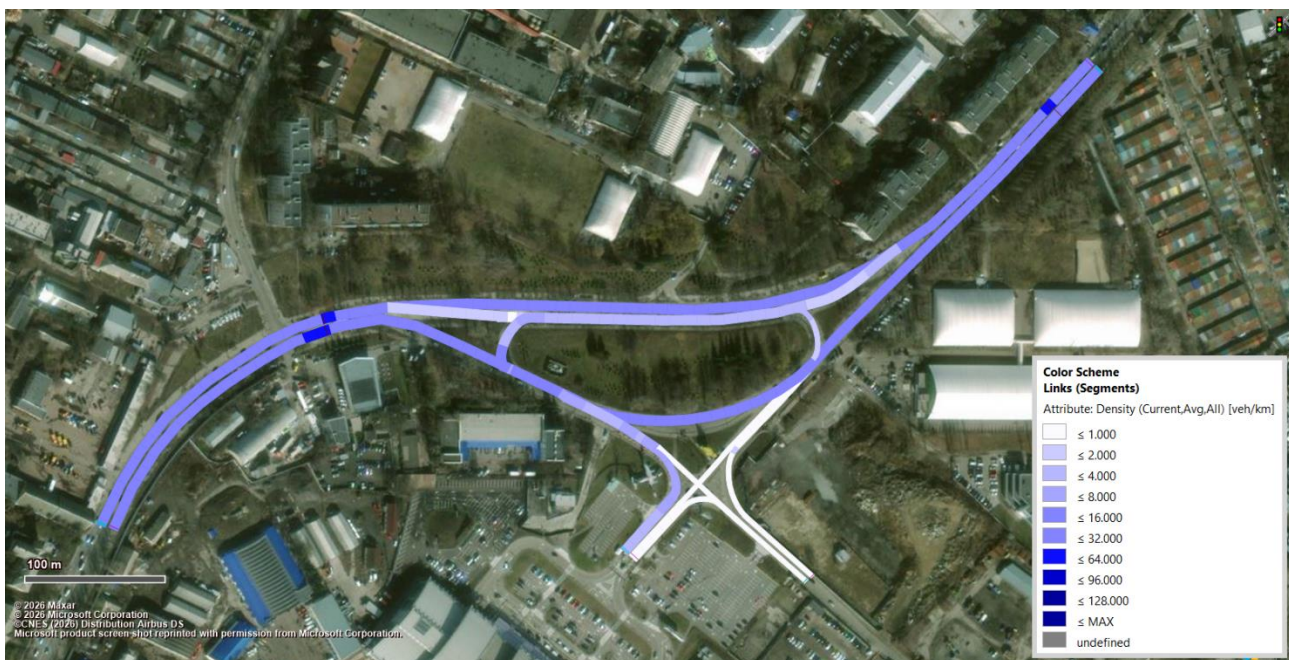


Рис. 1.11 - Щільність транспортного потоку (PTV Vissim)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Арк.

14

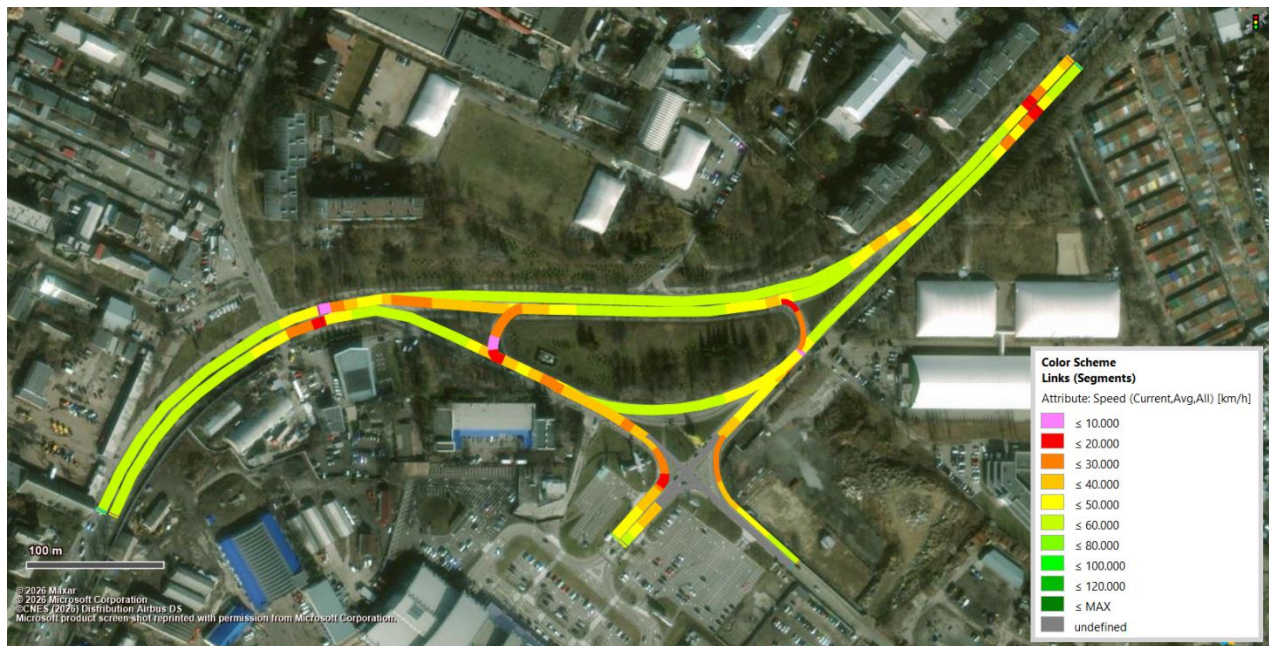


Рис. 1.12 - Швидкість транспортного потоку (PTV Vissim)



Рис 1.13 - Нумерація входів та виходів на перетині вул. Медова та просп. Повітряних Сил

Табл. 1.2 - Розподіл за напрямками руху інтенсивностей в годину-пік

Напрямки руху		Вихід			
		1	2	3	4
Вхід	1	145	590	25	60
	2	585	45	10	15
	3	10	15	0	0
	4	50	110	0	0

За матрицею кореспонденцій (табл. 1.2) основний потік рухається вздовж просп. Повітряних Сил - пари «вхід 1 - вихід 2» (590 авт/год) та «вхід 2 - вихід 1» (585 авт/год) разом дають понад 70% від загальної інтенсивності. Рух має яскраво виражений транзитний характер.

Час проїзду через перетин - 15-30 с залежно від напрямку. Коефіцієнт впливу світлофорного регулювання: $\delta=0,39$ для просп. Повітряних Сил та $\delta=0,56$ для вул. Медової. Тобто більше половини циклу транспорт стоїть на червоному.

Пропускна здатність однієї смуги: просп. Повітряних Сил - 1492 авт/год, вул. Медова - 1538 авт/год. З урахуванням світлофора - 582 та 862 авт/год відповідно. Втрати - 39-61%.

За методикою HCM середня затримка 35-55 с/авт відповідає рівню D, понад 55 с/авт - рівню E. Існуючий стан перетину оцінюється на рівні D-E (LOS громадського транспорту за методикою HCM).

На просп. Повітряних Сил встановлено світлофорний об'єкт. На вул. Медовій світлофора немає. Параметри існуючого циклу наведені в табл. 1.3.

Табл. 1.3 - Параметри існуючого циклу світлофорного регулювання на просп. Повітряних Сил (в обидві сторони цикл однаковий)

Параметр	Значення
Тривалість зеленого сигналу, с	80
Тривалість жовтого сигналу, с	3
Тривалість червоного сигналу, с	25
Тривалість циклу С, с	108

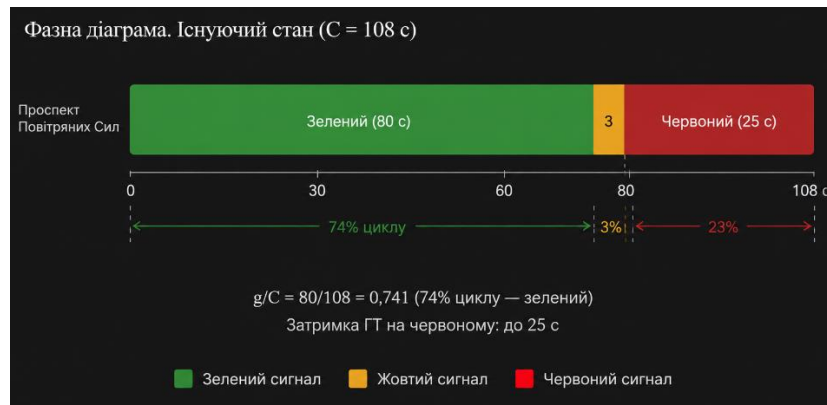


Рис. 1.14 - Існуюча фазна діаграма

Частка зеленого сигналу у циклі складає 0,741, тобто 74% часу магістральний напрямок відкритий для руху. Решту циклу - 25 с (23% часу) - увесь транспорт на просп. Повітряних Сил стоїть на червоному сигналі.

Для громадського транспорту ця затримка є особливо відчутною. Автобус або маршрутне таксі, що під'їжджає до перетину під час червоного сигналу, очікує в середньому 12,5 с (половина тривалості червоної фази), а в найгіршому випадку - повні 25 с. Маршрутний транспорт рухається у загальному потоці без виділеної смуги та без будь-якого пріоритету. Після ввімкнення зеленого автобус не може одразу рушити так як перед ним стоїть черга легкових, яким теж потрібен час на роз'їзд. Це додає ще орієнтовно 5-10 с до загальної затримки. Сумарні втрати часу маршрутного транспортного засобу на одному проїзді через перетин можуть сягати 20-35 с.

З урахуванням того, що через перетин проходять 6 маршрутів, такі затримки суттєво погіршують регулярність руху та якість транспортного обслуговування населення.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Виявлені проблеми:

- громадський транспорт не має пріоритету і рухається з потоком автомобілів, що збільшує затримку;
- інтервали руху не витримуються: автобус №78 запізнюється на 5-10 хв, маршрутки №496 та №499 - на 10-25 хв, приміські маршрути №302, №368 і №805 - на 15-30 хв;
- швидкість у зоні перетину падає до 10-30 км/год замість 40-60 км/год на підходах;
- коефіцієнт впливу світлофора $\delta=0,39-0,56$ - транспорт більше половини циклу стоїть на червоному;
- ефективна пропускна здатність знижується на 39-61% через світлофорне регулювання;
- рівень обслуговування громадського транспорту за HCM - D-E.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

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

2.1 Проєктні пропозиції щодо покращення перетину вул. Медова - просп. Повітряних Сил у м. Київ

В ході роботи було розглянуто варіант реорганізації перетину у вигляді кільцевого руху. Щоб оцінити доцільність такого рішення, проведено SWOT-аналіз.

SWOT-аналіз проєктної пропозиції №1

Сильні сторони:

Кільце прибирає більшість конфліктних точок. Основний потік іде між напрямками 1 і 2 - геометрія кільця під це підходить добре. ГТ має виділену смугу по всьому перетину і не зміщується з загальним потоком. Велосмуги винесені окремо і відділені буферною зоною з озелененням - пішоходи, велосипедисти і автомобілі не заважають одне одному.

Слабкі сторони:

Кільце займає багато території. Виділена смуга для громадського транспорту скорочує кількість смуг для загального потоку. Напрямки 3 і 4 завантажені слабо, і для них такий обсяг реконструкції не виправданий. Термін окупності капіталовкладень тривалий.

Можливості:

Поруч аеропорт «Жуляни». Якщо повноцінно запрацює - навантаження на вузол зросте і кільце себе виправдає. Виділену смугу можна також віддавати екстреним службам. Є потенціал для збільшення кількості маршрутів або скорочення інтервалів.

Загрози:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будівництво зупинить рух надовго - об'їздів майже немає. Водії не звикли до кільцевого руху. Без камер смугу ГТ займатимуть всі підряд. Якщо статус аеропорту зміниться - структура потоків теж зміниться.

SWOT-аналіз проєктної пропозиції №2

Сильні сторони:

Кільце прибирає конфліктні точки. Потік між 1 та 2 напрямками нормально розходиться по кільцю. Велосмуги розташовані окремо від проїзної частини. На кільці три смуги якими рухається загальний потік.

Слабкі сторони:

Головною проблемою є те, що ГТ рухається разом з загальним потоком. Час проходження перетину зростає, інтервали збиваються, пасажир чекають довше. Рівень обслуговування ГТ при такому рішенні суттєво не покращується - змінюється тільки геометрія перетину, а не умови руху для громадського транспорту.

Можливості:

Кільце вже краще ніж існуюче положення. Аеропорт «Жуляни» поруч, а, отже, при відновленні роботи аеропорту пасажиропотік зросте. Велоінфраструктура закладена - частина поїздок може піти на велосипедні.

Загрози:

Без пріоритету люди не почнуть більше користуватися послугами ГТ. Потоки між 1 та 2 напрямками в пік здатні перевантажити кільце, і ГТ постраждає першим - великогабаритний транспорт складніше маневрує в заторі. Будівництво зупинить рух надовго. Водії не мають досвіду кільцевого руху.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Впровадження пріоритету громадського транспорту (Transit Signal Priority)

Як зазначено в аналітичному розділі, громадський транспорт на просп. Повітряних Сил не має жодного пріоритету і рухається в загальному потоці. Маршрутний транспортний засіб, що потрапляє на червоний сигнал, чекає приблизно 12,5 с, а з урахуванням черги легкових автомобілів реальна затримка може сягати 20-35 с за один цикл. Для вирішення цієї проблеми проектом передбачено комплекс заходів: облаштування виділеної смуги для громадського транспорту, встановлення двох нових світлофорних об'єктів та впровадження системи активного пріоритету TSP.

Виділена смуга для громадського транспорту

По всьому вузлу крайня права смуга виділяється для руху громадського транспорту. Автобуси та маршрутні таксі рухаються по ній безперервно через весь перетин, не змішуючись із загальним потоком. Це дозволяє виключити ситуацію, коли маршрутний транспортний засіб стоїть у черзі легкових автомобілів і не може рушити навіть після ввімкнення зеленого сигналу.

Виділена смуга позначається відповідною дорожньою розміткою та знаками згідно з ДСТУ 2587:2021 [10] та ДСТУ 4100:2014 [9].

Схема руху транспорту на перетині

На проектному кільцевому перетині передбачено встановлення двох світлофорних об'єктів: перший - перед входом 4 (дорога до аеропорту «Жуляни»), другий - на виїзді з входу 4 на кільце. (рис. 2.1).

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

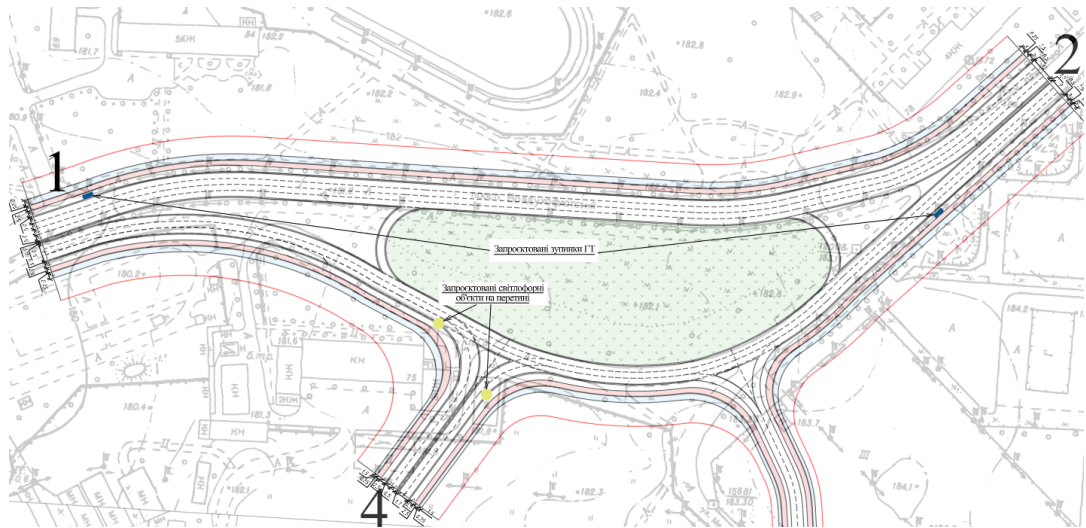


Рис. 2.1 - Схема розташування світлофорних об'єктів та зупинок ГТ на проєктному перетині

Від входу 1 рух організовано у три смуги. Права - виділена під ГТ, але легкові можуть повертати з неї праворуч до аеропорту по зеленій стрілці. Середня - прямо і направо за основним сигналом. Ліва - тільки прямо до виходу 2.

Від входу 4 дві смуги, обидві виводять на праву та середню смуги кільця в напрямку виходу 2. Ліва смуга кільця працює як розворотна.

Зупинки ГТ розташовані на виїздах з кільця - одна у напрямку виходу 1, друга у напрямку виходу 2.

Впровадження системи Transit Signal Priority (TSP)

TSP змінює тривалість сигнальних фаз, коли автобус наближається до перетину. На відміну від повного витіснення, яке перериває нормальний цикл для проїзду екстрених служб, TSP вносить незначні корективи у межах існуючого циклу, що мінімізує негативний вплив на інших учасників руху [20].

За даними Smith et al. [20], впровадження TSP скорочує час подорожі автобусів на 15-25%. У Портленді після запуску системи середня швидкість сполучення зросла на 10%, регулярність руху помітно покращилась.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Дослідження Університету Південної Флориди підтвердило ці результати - затримка автобусів на перехрестях знизилась у середньому на 34%. При цьому на бічних вулицях збоїв у роботі світлофорів не зафіксовано [21].

TSP впроваджується на обох світлофорних об'єктах перетину. Базові параметри циклу прийняті за існуючими: зелений 80 с, жовтий 3 с, червоний 25 с, тривалість циклу 108 с.

Бортовий GPS-модуль фіксує автобус на відстані 150-200 м від стоп-лінії. Далі передається запит на контролер світлофора. Контролер обирає один з двох режимів пріоритету [20]:

а) подовження зеленого - зелена фаза збільшується з 80 до 90 с, червона відповідно скорочується з 25 до 15 с. Режим активується, коли транспортний засіб підходить до перетину наприкінці зеленої фази;

б) скорочення червоного - червона фаза зменшується з 25 до 17 с за рахунок більш раннього ввімкнення зеленого. Режим активується, коли транспортний засіб вже очікує на червоному сигналі.

Обидва світлофори перетину працюють координовано між собою. Після проїзду маршрутного транспортного засобу штатний цикл відновлюється протягом одного-двох циклів [20]. Параметри проєктної фазної діаграми наведені в табл. 2.1

Табл. 2.1 - Проєктна фазна діаграма з пріоритетом ГТ

Параметр	Штатний режим	TSP:подовження зеленого	TSP:раннє ввімкнення
Зелений сигнал, с	80	90 (+10)	80
Жовтий сигнал, с	3	3	3
Червоний сигнал, с	25	15 (-10)	17 (-8)
Тривалість циклу С, с	108	108	100

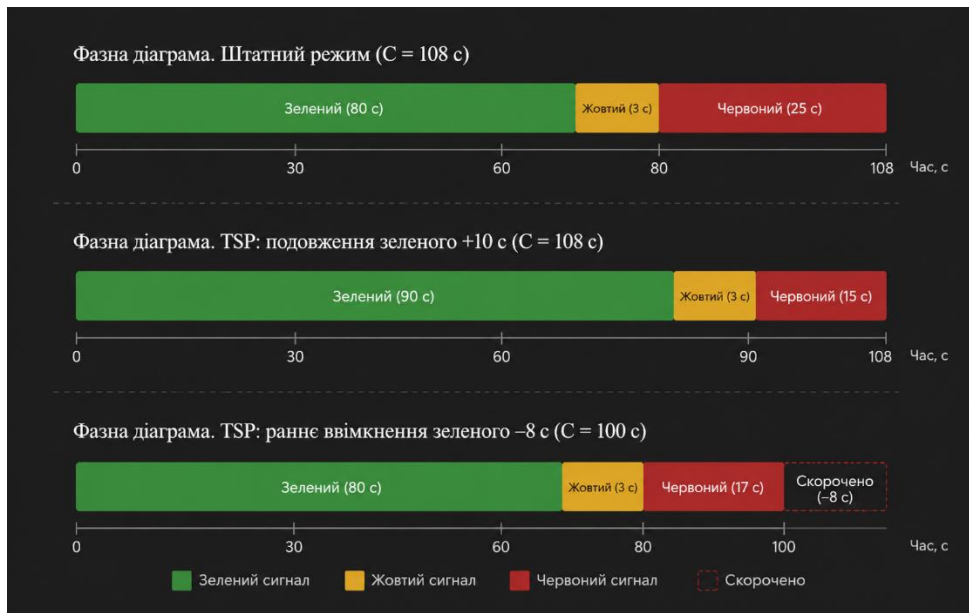


Рис. 2.2 - Проектна фазна діаграма (штатний режим та режими TSP)

Виділена смуга і TSP вирішують різні проблеми одночасно. Виділена смуга відділяє автобус від загального потоку - він більше не стоїть за легковими після зеленого. А TSP скорочує час очікування на червоному. Разом це дає значно більший ефект, ніж кожен захід окремо.

Оцінка зниження затримки ГТ

В існуючому стані (без виділеної смуги, без TSP) затримка маршрутного транспортного засобу на перетині складає 20-35 с за один прохід. Ця затримка складається з двох частин: очікування на червоному сигналі (в середньому 12,5 с, максимально 25 с) та очікування в черзі легкових автомобілів після ввімкнення зеленого (5-10 с).

Після впровадження проектних рішень:

- виділена смуга повністю усуває очікування в черзі, оскільки автобус більше не стоїть за легковими автомобілями;
- TSP зменшує очікування на червоному на 25-34% за даними [20, 21]. Для даного перетину середня затримка на червоному зменшується з 12,5 с до орієнтовно 8-9 с;
- два світлофори працюють узгоджено - якщо автобус пройшов перший, на другому він швидше за все теж отримає зелений без зупинки.

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

В результаті затримка ГТ на перетині падає з 20-35 с до приблизно 5-10 с - це в 3-4 рази менше. Легкові автомобілі майже не страждають, їхня додаткова затримка не перевищує 1-2 с за цикл.

Коригування коефіцієнта δ з урахуванням координації сигналів

Коефіцієнт δ залежить від тривалості червоного та жовтого сигналів на сусідніх світлофорах. Покращити його можна за рахунок координації цих світлофорів - організації «зеленої хвилі», коли транспорт рухається з розрахунковою швидкістю і послідовно потрапляє на зелений.

Повний розрахунок координації є окремою задачею і в цій роботі не виконувався. За даними FHWA [22], координація знижує затримки на 13-94%, а час подорожі - на 7-25%. Адаптивні системи керування сигналами в середньому покращують час подорожі більш ніж на 10% [23]. На підставі цих даних здійснено припущення - 12%.

Після координації δ для просп. Повітряних Сил зростає з 0,394 до 0,441, ефективна пропускна здатність - з 582 до 658 авт/год. Для вул. Медової δ зростає з 0,566 до 0,634, пропускна здатність - з 862 до 975 авт/год.

Зведена оцінка ефективності

Результати впровадження комплексу заходів наведені в табл. 2.2

Табл. 2.2 - Порівняння показників ефективності проектних рішень

Показник	Існуючий стан	Проектний стан	Зміна
Зелений сигнал (штатний/TSP), с	80	80/ до 90	-/ +10
Червоний сигнал (штатний/TSP), с	25	25/ до 15-17	-/ -8...-10
Затримка ГТ на перетині, с/авт	20-35	5-10	У 3-4 рази
δ просп. Повітряних Сил	0,394	0,441	+12%
δ вул. Медової	0,566	0,634	+12%

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

Р еф просп. Повітряних Сил, авт/год	582	658	+13%
Р еф вул. Медової, авт/год	862	975	+13%
Очікуваний LOS ГТ за НСМ	D-E	C	+1-2 рівні

Запропоновані рішення працюють в комплексі. Виділена смуга виключає простоювання маршрутного транспорту в черзі з легковими автомобілями. TSP на двох світлофорах зменшує затримку на червоному сигналі на 25-34%. Координація з суміжними світлофорами підвищує ефективну пропускну здатність проїзної частини на 13%. В результаті рівень обслуговування громадського транспорту на перетині підвищується з існуючого D-E до перспективного рівня C.

2.3 Корегування поперечних профілів магістралей

Поперечний профіль - один головних елементів при проєктуванні перетину. Від нього залежить, як саме розташуються смуги руху, тротуари, розділювальні елементи, острівці і велодоріжки.

<i>Назва вулиці</i>	<i>Категорія магістралі</i>	<i>Кількість смуг руху в одному напрямку(існуюче положення)</i>	<i>Кількість смуг руху в одному напрямку (проєктне положення)</i>
Просп. Повітряних Сил (1-2)	Магістраль загальноміського значення регульованого руху	4	4
Вул. Медова (3)	Вулиця місцевого значення	1	1

Поперечні профілі магістралей розроблялись відповідно до ДБН В.2.3-5:2018. [4] Просп. Повітряних Сил - це магістраль загальноміського значення, і профіль відповідає цій категорії: по обидва боки вулиці передбачені велосипедні доріжки, тротуари для пішоходів, а між ними і проїзною

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

частиною - буферні смуги. Загальна ширина в червоних лініях - 50 м, що достатньо для розміщення всіх елементів профілю відповідно до норм.

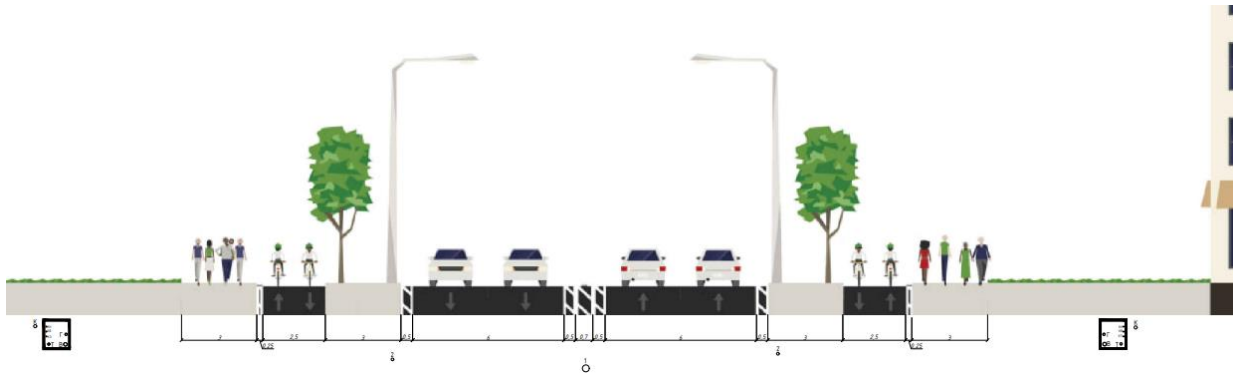


Рис. 2.3 - Поперечний профіль просп. Повітряних Сил (проект)



Рис. 2.4 - Поперечний профіль вул. Медова (проект)



Рис. 2.5 - Поперечний профіль кільця (проект)

2.4 Пішохідна частина тротуару та велосипедний рух

Тротуари:

1. пішохідна частина тротуару просп. Повітряних Сил на підходах до перетину та навколо нього запроєктована шириною **3 м**, для вул. Медової - 2,25 м, що відповідає нормативним вимогам для магістралей загальноміського значення та вулиць районного значення з урахуванням наявного пішохідного потоку.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2. поздовжній ухил тротуарів складає 10‰ для забезпечення водовідведення. На підходах до підземних пішохідних переходів влаштовуються тактильні плити для орієнтування маломобільних груп населення.

3. покриття тротуарів виконано з фігурних елементів мощення (ФЕМ), що відповідає вимогам ДБН для покриттів пішохідних зон.

Велосипедна інфраструктура:

1. Ширина велосипедної доріжки становить 3 м, що задовольняє нормативні вимоги до двосторонніх доріжок в умовах міської забудови згідно з ДСТУ 8906:2019

2. Велодоріжку від пішохідної зони відділяє бордюрний камінь висотою 10 см або смуга тактильної плитки.

3. Як покриття велодоріжки застосовано кольоровий асфальтобетон (червоного або зеленого кольору), що забезпечує візуальне виділення згідно з ДСТУ 8906:2019.[8]

2.5. Проектування поздовжніх профілів

Поздовжні профілі запроєктовано по осі проїзної частини на всю довжину ділянок. Креслення виконані в масштабах М 1:1000 по горизонталі та М 1:100 по вертикалі. Відстані між точками перелому витримані не менше 50,0 м по всіх ділянках.

Мінімальне значення на магістралі складає 5‰, максимальне не перевищує 37,7 ‰. Гранична норма для даної категорії вулиці по ДБН становить 60 ‰. На кільцевій частині ухили тримаються в межах 5-10 ‰, що забезпечує нормальний водовідвід і комфортний рух по кільцю.

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

Профіль також забезпечує відведення поверхневих вод - як з проїзної частини, так і з прилеглих територій. Це досягається за рахунок правильно підібраних ухилів і розташування точок перелому. Для розробки поздовжніх профілів використовувався програмний комплекс Autodesk Civil 3D.

2.6 Вертикальне планування

Вертикальне планування виконано для кільцевого перетину вул. Медової та просп. Повітряних Сил. На кільцевій частині ухили витримані в межах 5-10‰. Водовідвід забезпечується по всій ділянці. Проїзна частина і прилеглі ділянки отримують відвід поверхневих вод через систему ухилів і точок перелому. Дренаж передбачено по всій ділянці.

На підходах до кільця рельєф сформовано так, щоб водій бачив перетин заздалегідь. Це важливо для безпеки - особливо для вантажівок і автобусів. Земляні роботи включають виїмку та насип до проєктних позначок.

2.7 Транспортне моделювання інженерно-планувального рішення

У рамках роботи проведено транспортне моделювання, його результати наведено в цьому розділі. На рис. 2.6 - 2.9 подано картограми, що відображають результати моделювання.

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

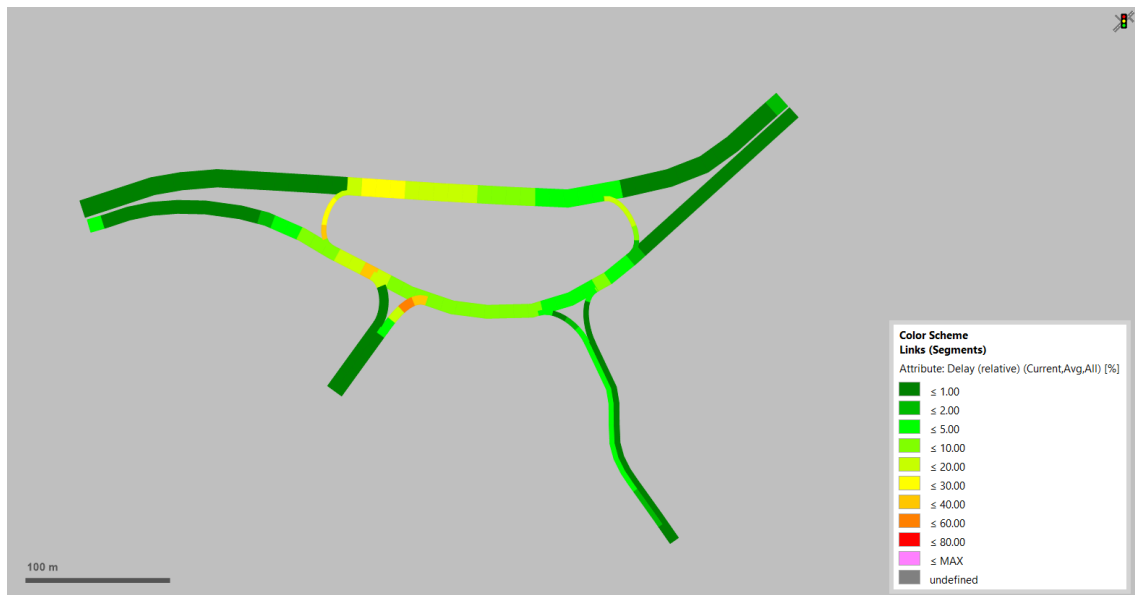


Рис. 2.6 - Картограма відносних затримок на проєктному перетині (%)

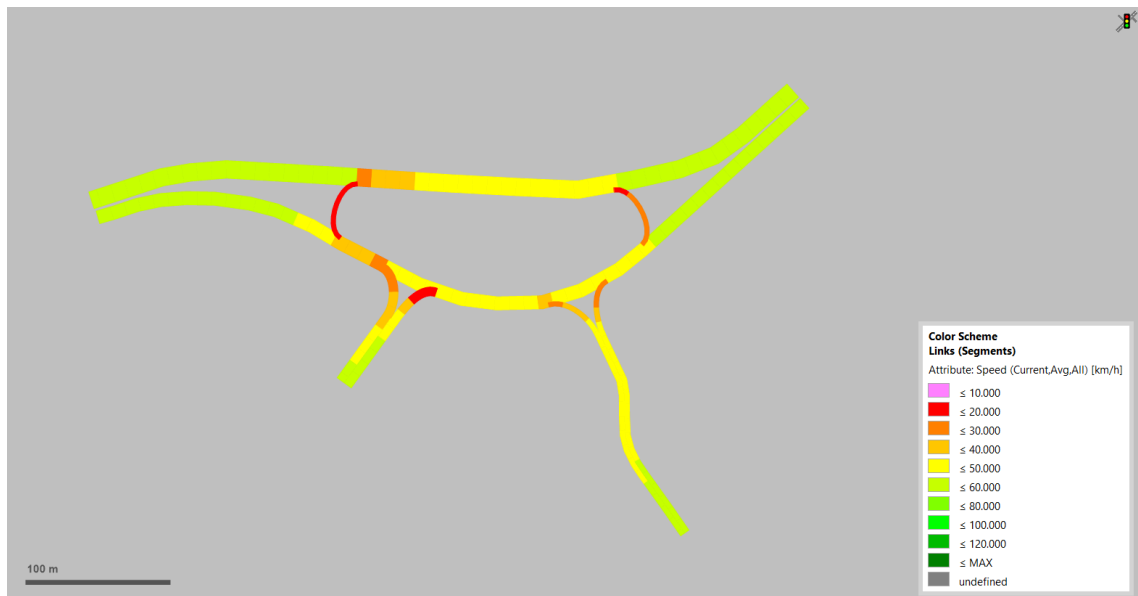


Рис. 2.7 - Картограма швидкостей на проєктному перетині (км/год)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Арк.

31

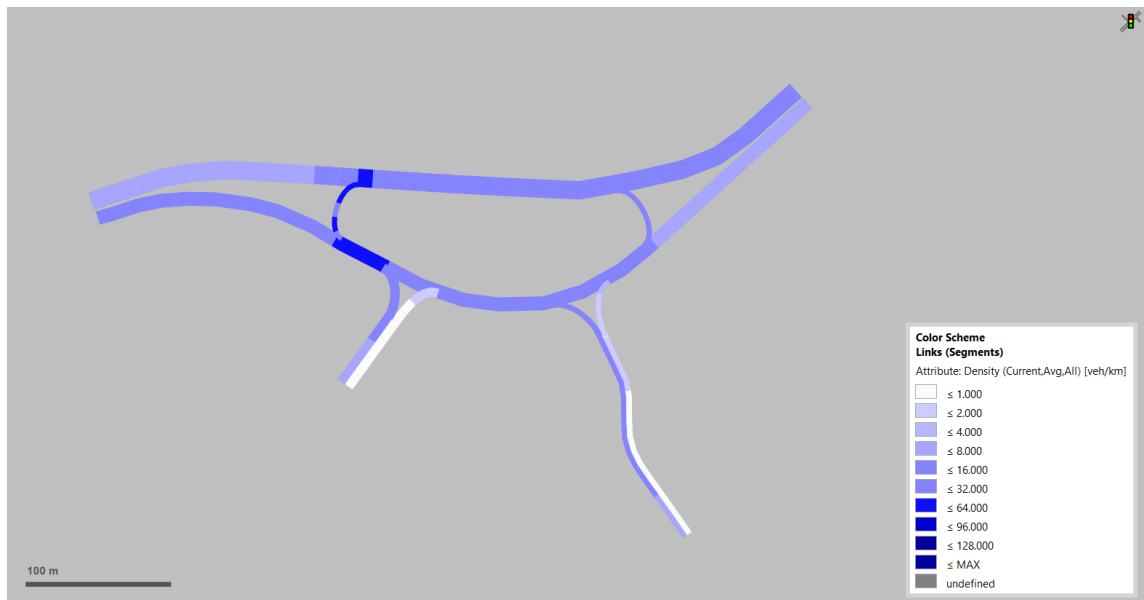


Рис. 2.8 - Картограма щільності на проєктному перетині (авто/км)

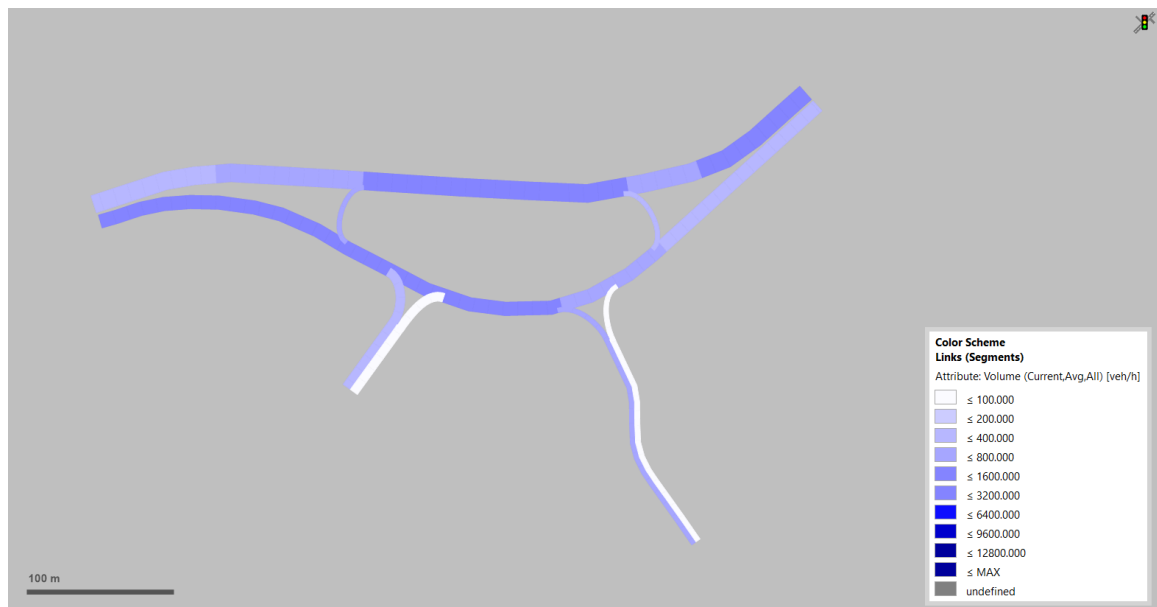


Рис. 2.9 - Картограма навантаження на проєктному перетині (авто/год)

Табл. 2.3 - Порівняльна характеристика показників існуючого та проєктних положень (LOS мережі за результатами PTV Vissim)

Атрибут	Існуюче положення		Варіант №1		Варіант №2		Порівняння Існ - В1	Порівняння Існ - В2
	Показн. мережі	Рівень (LOS)	Показн. мережі	Рівень (LOS)	Показн. мережі	Рівень (LOS)		
Середній час затримок, с	12,93	В	2,45	А	19,70	С	-81,1%	+52,4%
Середня швидкість, км/год	40,92		44,10		26,49		+7,8%	-35,3%
Кількість зупинок	0,54		0,02		0,90		-95,7%	+67,2%

2.8 Техніко-економічне обґрунтування проєктних рішень

У даному підрозділі розраховується економічна доцільність запропонованих заходів на перетині просп. Повітряних Сил та вул. Медова.

Кошторисно-фінансовий розрахунок

Для визначення вартості будівництва складено кошторисно-фінансовий розрахунок. Вартість кожного виду робіт визначалась множенням обсягу на вартість одиниці виміру [11]. Результати зведено в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Кошторисно-фінансовий розрахунок

№ з/п	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт	Загальна вартість, грн.
1.	Земляні роботи	тис.м ³	300	17844,94	5 353 470
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м ²	4500	15339,7	69 028 650
3.	Влаштування дорожнього одягу тротуарів	м ²	1500	3905	5 857 500
4.	Влаштування водовідведення				
4.1	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.	10000	970	9 700 000
4.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	15000	29	435 000
5.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	1206	603 000
6.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	15000	36	540 000
7.	Влаштування світлофорних об'єктів[https://prozorro.gov.u	шт	3 275 300	2	6550600

	a/tender/UA-2024-03-25-008311-a]				
8.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м ²	10000	807	8 070 000
Проміжна сума					106 138 220
9.	Перекладка підземних інженерних комунікацій	%	15%	$\Sigma_{(1-8)}^* 0,15$	15 920 733
10.	Вартість штучної споруди	м ²	17000	-	-
11.	Викуп будівлі Укрпошта	грн	4000	4900	19 600 000
12.	Демонтаж	м ²	1 000[https://zakon.rada.gov.ua/go/v0351938-24]	4900	4 900 000
Остаточна сума					146 558 953

Вартість викупу будівлі прийнято 4 000 грн/м² - орієнтовно, як припущення для розрахунку. Реальна вартість має визначатись шляхом незалежної експертної оцінки згідно з Законом України № 2658-III від 12.07.2001.

Річні дорожні витрати

Річні дорожні витрати враховують витрати на ремонт та утримання дорожнього покриття і розраховуються за формулою [11]:

$$Д = F \cdot 0,01 \cdot C_{од} \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a, \quad (31)$$

де $C_{од} = 4\,500$ грн/м² - вартість одиниці дорожнього одягу;

$p_1 = 5$ - норма відрахувань на реконструкцію та капремонт, %;

$p_2 = 1$ - норма відрахувань на поточний ремонт, %;

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

F - площа дорожнього покриття, м²;

$a = 100$ грн/м² - вартість утримання 1 м² покриття на рік.

Річні дорожні витрати до реконструкції ($F = 12\,502,7$ м²):

$$Д = 12\,502,7 \cdot 0,01 \cdot 4\,500 \cdot (5 + 1) + 12\,502,7 \cdot 100 = 4\,625\,999 \text{ грн.}$$

Річні дорожні витрати після реконструкції ($F' = 15\,339,7$ м²):

$$Д' = 15\,339,7 \cdot 0,01 \cdot 4\,500 \cdot (5 + 1) + 15\,339,7 \cdot 100 = 5\,675\,689 \text{ грн.}$$

Річні транспортні витрати до реконструкції

Річні транспортні витрати до реконструкції розраховуються через витрати часу транспортних засобів на перетині [11]:

$$\sum K = (\sum T_{\text{год}} + \sum T_{\text{дод}}) \times S, \quad (34)$$

де $T_{\text{год}}$ - витрати часу в межах стоп-ліній;

$T_{\text{дод}}$ - витрати часу на переміщення до стоп-ліній;

S - вартість однієї машино-години (290 грн/год).

$$K = (9\,379,7 + 13\,169,4) \cdot 290 = 6\,539\,239 \text{ грн.}$$

Річні транспортні витрати після реконструкції

На кільцевому перетині відсутні простой біля світлофора та черги перед стоп-лінією, характерні для регульованого перетину. Тому величини $T_{\text{год}}$ і $T_{\text{дод}}$, що використовувались для існуючого стану у формулі (34), не мають прямих аналогів на кільці. Витрати часу після реконструкції оцінено за середньою затримкою транспортного засобу з мікромоделювання у PTV

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Vissim, яка за фізичним змістом порівнянна з величиною Тгод у розрахунку до реконструкції.

Таблиця 2.5-Витрати часу на рух транспорту через проєктний перетин за напрямками в годину пік, с (довідково)

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)				Всього за напрямками в'їзду
	1	2	3	4	
1	5075	14750	475	900	21200
2	8775	1125	150	285	10335
3	190	225	0	0	415
4	750	2090	0	0	2840
Всього за напрямками виїзду	14790	18190	625	1185	34790

За результатами моделювання у PTV Vissim середня затримка на проєктному перетині (варіант №1) становить 2,45 с/авт. Розрахунок річних транспортних витрат виконано на основі цієї затримки.

$$\Sigma K' = (1660 \cdot 2,45 / 3600) \cdot 365 / 0,1 \cdot 290 = 1\,195\,811 \text{ грн.}$$

Уточнений розрахунок з урахуванням пасажиромісткості

Стандартний розрахунок не враховує реальну кількість пасажирів у транспортному засобі. Середня наповнюваність легкового автомобіля в Києві - 1,5 особи, автобус у годину пік перевозить до 100 пасажирів. З огляду на це виконано уточнений розрахунок у перерахунку на пасажирів. Структура транспортного потоку наведена в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Структура транспортного потоку в годину пік

Категорія ТЗ	Кількість, авт/год	Пасажиромісткість, ос/авт	Пасажирів, ос/год
Легкові та інші	1622	1,5	2433
Автобус №78	8	100	800
Маршрутні таксі	30	20	600

Разом	1660	-	3833
-------	------	---	------

Пасажирський коефіцієнт:

$$K_{\text{пас}} = \Sigma_{\text{пас}} / \Sigma_{\text{авт}},$$

$$K_{\text{пас}} = 3\,833 / 1\,660 = 2,31 \text{ пас/авт.}$$

Скориговані річні транспортні витрати до реконструкції:

$$K_{\text{пас}} = 6\,539\,239 \cdot 2,31 = 15\,105\,642 \text{ грн.}$$

Скориговані річні транспортні витрати після реконструкції:

$$\Sigma K'_{\text{пас}} = 1\,195\,811 \cdot 2,31 = 2\,762\,323 \text{ грн.}$$

Термін окупності та коефіцієнт ефективності капіталовкладень

Термін окупності капіталовкладень визначається як відношення кошторисної вартості будівництва до річної економії витрат [11]:

$$T_0 = \frac{C}{(K+D)-(K'+D')}, \quad (40)$$

$$T_0 = \frac{146\,558\,953}{(15\,105\,642 + 4\,625\,999) - (2\,762\,323 + 5\,675\,689)} \approx 13$$

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень [11]:

$$E = 1 / T_0, \quad (41)$$

$$E = 1 / 13 = 0,077.$$

Техніко-економічні показники

Зведені техніко-економічні показники проєкту наведено в таблиці 2.7.

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

Таблиця 2.7 - Техніко-економічні показники проєкту

Показники	Од. виміру	Значення
Вартість будівництва перетину	Грн.	146 558 953
Річні дорожні витрати після реконструкції (Д')	Грн.	5 675 689
Річні транспортні витрати після реконструкції ($\Sigma K'$)	Грн.	2 762 323
Експлуатаційні витрати ($Д' + \Sigma K'$)	Грн.	8 438 012
Термін окупності капіталовкладень (T_0)	Років	13,0
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень (Е)	-	0,077

Термін окупності капіталовкладень становить 13 років. Для об'єктів соціальної транспортної інфраструктури цей показник є прийнятним. Реалізація проєкту дозволить скоротити витрати часу пасажирів громадського транспорту, підвищити регулярність руху автобусів та покращити умови для пішоходів на перетині просп. Повітряних Сил та вул. Медова.

3.КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Конструкція дорожнього одягу

Конструкцію дорожнього одягу проїзної частини прийнято капітального типу за типовим рішенням для магістралей загальноміського значення відповідно до ДБН В.2.3-4:2015.[7] Загальна товщина конструкції - 900 мм. Конструкцію дорожнього одягу наведено на рис. 3.1

Конструкція дорожнього одягу проїзної частини
вулиці, що проектується
М 1:100

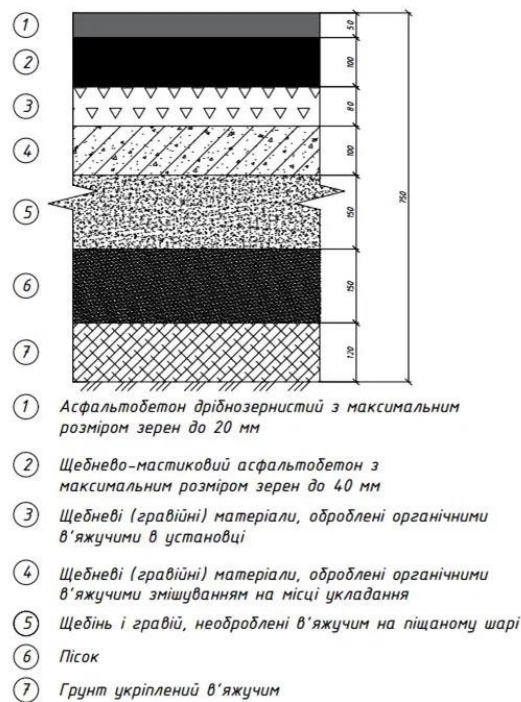


Рис.3.1 - Конструкція дорожнього одягу проїзної частини, що проектується

Нижній шар покриття виконано з щебнево-мастикового асфальтобетону (ЩМА). Цей матеріал стійкіший до колієутворення та зносу ніж звичайний асфальтобетон. На магістралі з рухом громадського транспорту це має значення. Шар піску в конструкції відводить воду. Укріплений ґрунт знизу розподіляє навантаження на земляне полотно.

3.2 Освітлення

Зараз освітлення на ділянці неповне - вночі видимість на підходах до перетину недостатня, особливо для пішоходів. Тому в проєкті розроблена нова схема освітлення згідно з ДБН В.2.5-28:2018.[5]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні характеристики проєктного освітлення

Тип освітлення. Обрано LED-світильники з колірною температурою 4000-4500K та індексом кольоропередачі $Ra \geq 70$. [5] Світло нейтральне, біле. Водій нормально розрізняє розмітку, бордюри, знаки. LED економічніше за традиційні рішення.

Рівень освітленості. Значення прийняті відповідно до категорій вулиць:

- просп. Повітряних Сил - не менше 20 лк (категорія А, магістраль загальноміського значення); [5]
- вул. Медова - не менше 4 лк (категорія В, вулиця місцевого значення); [5]
- підземні пішохідні переходи - середня не менше 50 лк, мінімальна не менше 25 лк; [5]
- сходові марші та пандуси - не менше 20 лк. [5]

Розташування опор. Опори стоять вздовж розділювальної смуги просп. Повітряних Сил, біля напрямних острівців та по зовнішньому периметру кільця. Міжопорна відстань - 35-40 м.

Світлорозподіл. Світильники орієнтовані так, щоб не сліпити зустрічний потік. Коефіцієнт рівномірності освітлення не менше 0,4 згідно з ДБН В.2.3-5:2018. [4]

Конструкція. Опори сталеві, з антикорозійним покриттям. Світильники адаптивного типу з модулями керування. В кожному є детектор транспорту та датчик природного освітлення. Яскравість регулюється автоматично залежно від потоку та часу доби. На опорах також передбачено кріплення для велопарковок та апаратури моніторингу.

Живлення від міської електромережі. Світильники підключені до міської системи управління транспортом через бездротовий зв'язок. Диспетчер може

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коригувати потужність дистанційно. За досвідом аналогічних рішень у Копенгагені, адаптивне освітлення дає економію електроенергії понад 50% при низькому навантаженні.[19]

Очікуваний результат від реалізації.

Впровадження такої системи освітлення дасть наступні результати:

- покращиться видимість знаків, розмітки, пішоходів та велосипедистів вночі. В погану погоду світильники автоматично додають яскравість;
- за статистикою FHWA, адаптивне освітлення знижує кількість нічних ДТП на 33-38%;[18]
- схема розміщення дозволяє встановити додаткові світильники без реконструкції.

3.3 Озеленення

На самому перетині організованого озеленення немає - центральна частина не впорядкована. Вздовж просп. Повітряних Сил ростуть дорослі дерева з обох боків, по периметру кільця також є дерева, всередині - газон. Існуючі насадження зберігаються і включаються в загальну схему озеленення вузла.

Нові посадки розміщуються у трьох місцях: розділювальні смуги, буфери між проїзною частиною і велодоріжками, центральний острівця кільця. У буферних смугах - кущі не вище 0,5 м, щоб не перекривати видимість згідно з ДБН В.2.3-5:2018 [4]. На центральному островці - газон з чагарниками і багаторічниками. Рослини підбираються так, щоб водій на в'їзді не бачив фари зустрічних машин.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис 3.2 - Приклад озеленення



Рис. 3.3 - Приклад озеленення кільцевого перетину

3.4 Зупинки громадського транспорту

На перетині передбачено дві зупинки громадського транспорту: «вул. Волинська» та «Міжнародний термінал А». Перша розміщена на виїзді з кільця у (в бік аеропорту «Жуляни»). Друга - на виїзді з кільцевого перетину (в бік центру по просп. Повітряних Сил). На обох встановлені павільйони очікування.

Конструкція павільйону - суцільна оболонка. Навіс, бічні стінки та сидіння виконані єдиним елементом. Розміри 5200×1900 мм, висота 2150 мм.

Оболонка виготовлена з переробленого поліетилену високої щільності (HDPE). Матеріал стійкий до вологи, ультрафіолету та перепадів температур в діапазоні від -30°C до +50°C.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Сидіння вбудоване в конструкцію, переходить у спинку. Окремі лавки відсутні. Збоку в оболонці є пази для фіксації велосипедів, місткість - 3-5 одиниць. На даху встановлена сонячна панель, від якої працює LED-підсвітка павільйону та інформаційне табло з розкладом руху.

Зупинки виконані без порогів та сходинок. Велодоріжка проходить із зовнішнього боку від посадкової зони.



Рис 3.4 - Зупинка громадського транспорту

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ВИСНОВКИ

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

У роботі розглянуто перетин вул. Медової та просп. Повітряних Сил у м.Київ. Проаналізовано існуючий стан, виявлено проблеми руху громадського транспорту та запропоновано два варіанти реконструкції.

Перетин знаходиться у Солом'янському районі. Сполучає центр з передмістям і аеропортом «Жуляни». Через вузол йдуть шість маршрутів. Інтервали - від 4 до 66 хвилин. Загальна інтенсивність у годину пік - 1660 авт/год. Пріоритету для ГТ немає.

Понад 70% потоку припадає на два напрямки вздовж просп. Повітряних Сил - пари «вхід 1 - вихід 2» і «вхід 2 - вихід 1». Рух транзитний.

Існуючий стан промодельовано у PTV Vissim. Середня затримка - 12,93 с, швидкість - 40,92 км/год, кількість зупинок - 0,54. Загальний рівень мережі - В. Але ГТ рухається разом із загальним потоком, стоїть у чергах легкових і не має пріоритету. Реальна затримка автобуса на одному проїзді - 20-35 с з урахуванням черги після зеленого.

Розглянуто дві проєктні пропозиції. Перша - кільцевий перетин з виділеною смугою для ГТ та системою TSP. Друга - кільце без виділеної смуги. Обидва варіанти промодельовані у Vissim.

Результати моделювання пропозиції №1: затримка - 2,45 с, швидкість - 44,10 км/год, зупинки - 0,02. Рівень обслуговування – А (LOS мережі за PTV Vissim). Порівняно з існуючим - затримка впала на 81,1%, зупинки - на 95,7%.

Результати пропозиції №2: затримка - 19,70 с, швидкість - 26,49 км/год, зупинки - 0,90. Рівень - С. Затримка зросла на 52,4% відносно існуючого стану, швидкість впала на 35,3%. Без виділеної смуги ГТ стоїть разом з усіма. Варіант відхилено.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обрано пропозицію №1. Розроблено поперечні та поздовжні профілі.
Ширина в червоних лініях - 50 м. Велодоріжки - 3 м, тротуари - 3 м та 2,25 м.
Ухили - від 5‰ до 37,7‰, норма - 60‰.

Дорожній одяг капітального типу, товщина - 900 мм, нижній шар -
ЩМА. Освітлення - LED, адаптивне, згідно з ДБН В.2.5-28:2018. Рівень
освітленості - від 4 до 20 лк залежно від категорії вулиці. Зупинки ГТ з
павільйонами, сонячними панелями та інформаційними табло.

Вартість будівництва - 146 558 953 грн. Окупність - 13 років.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про автомобільні дороги» від 08.09.2005 № 2862-IV (зі змінами).
2. Закон України «Про міський електричний транспорт» від 29.06.2004 № 1914-IV (зі змінами).
3. Правила дорожнього руху України : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 № 1306 (зі змінами).
4. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів (зі Зміною №1). - Київ : Мінрегіон України, 2018.
5. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. - Київ : Мінрегіон України, 2018.
6. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. - Київ : Мінрегіон України, 2019.
7. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. - Київ : Мінрегіон України, 2015.
8. ДСТУ 8906:2019. Планування та проєктування велосипедної інфраструктури. Загальні вимоги. - Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.
9. ДСТУ 4100:2014. Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. - Київ : Мінекономрозвитку, 2014.
10. ДСТУ 2587:2021. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. - Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021.
11. Генеральний план м. Києва на період до 2020 року : затв. рішенням Київської міської ради від 28.03.2002 № 370/1804 (зі змінами, чинний)
12. Комплексна транспортна схема м. Києва.
13. Осетрін М.М. Міські вулиці та дороги : навч. посібник / М.М. Осетрін. - Київ : КНУБА, 2014. - 156 с.
14. Гаврілов Е.В. Системотехніка транспорту. Організація дорожнього руху : підручник / Е.В. Гаврілов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін. - Київ : Знання, 2007. - 452 с.
15. Highway Capacity Manual, 6th Edition. - Washington, D.C. : Transportation Research Board, 2016. - 1624 p. (англ.)
16. PTV Group. PTV Vissim 2024 User Manual. - Karlsruhe : PTV AG, 2024. (англ.)
17. Загальна кількість автомобілів у Києві становить близько 1,2 млн [Електронний ресурс] // Громадське радіо. - 2024. - 23 вересня. - <https://hromadske.radio/news/2024/09/23/zahalna-kilkist-avtomobiliv-u-kyievi-stanovyt-blyzko-1-2-mln>. (дата звернення: 15.05.2026)
18. FHWA. Nighttime Visibility for Safety: EDC-7 [Електронний ресурс] // Federal Highway Administration. - URL: https://www.fhwa.dot.gov/innovation/everydaycounts/edc_7/nighttime_visibility.cfm. (дата звернення: 20.05.2026) (англ.)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

19. Citelum. Smart, Sustainable and Economical Lighting in Copenhagen [Електронний ресурс] - 2020. <https://www.construction21.org/infrastructure/h/smart-sustainable-and-economical-lighting-in-copenhagen.html>. (англ.) (дата звернення: 16.05.2026)
20. Smith H.R., Hemily B., Ivanovic M. Transit Signal Priority (TSP): A Planning and Implementation Handbook. - Washington, D.C. : ITS America; U.S. Department of Transportation, 2005. - 194 p. [Електронний ресурс] https://nacto.org/wp-content/uploads/transit_signal_priority_handbook_smith.pdf (англ.) (дата звернення: 22.05.2026)
21. Chada S., Newland R. Effectiveness of Bus Signal Priority: Final Report. - Tampa : National Bus Rapid Transit Institute (NBRTI), University of South Florida, 2002. [Електронний ресурс] https://nacto.org/wp-content/uploads/1-6_Chada-Newland-Effectiveness-of-Bus-Signal-Priority_2002.pdf (англ.) (дата звернення: 27.05.2026)
22. Sunkari S. The Benefits of Retiming Traffic Signals / S. Sunkari // ITE Journal. - 2004. - Vol. 74, No. 4. - P. 26-29. [Електронний ресурс] https://www.researchgate.net/publication/279539877_The_benefits_of_retiming_traffic_signals (англ.) (дата звернення: 27.05.2026)
23. FHWA. Adaptive Signal Control Technology (ASCT) - Every Day Counts [Електронний ресурс] // Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation. - 2017. - URL: <https://www.fhwa.dot.gov/innovation/everydaycounts/edc-1/asct.cfm> (англ.) (дата звернення: 20.05.2026)