

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування

Кафедра міського будівництва

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

доц. Приймаченко О.В. _____

« _____ » _____ 2026р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему

**«Підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині просп. Петра
Григоренка та вул. Михайла Драгоманова у м. Києві»**

Виконала: студентка IV курсу, групи МБГ-22-2

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

ОПП: «Міське будівництво та господарство»

Ларіна Д.А.

(прізвище та ініціали)

Керівники: проф. к.т.н. Осетрін М.М., ст. викл.Беспалов Д.О.

(прізвище та ініціали)

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.

«_____» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Ларіна Дар'я Андріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: «Підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова у м. Києві»

керівник проекту проф. к.т.н. Осетрін М.М., ст. викл. Беспалов Д.О.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом проекту: 15.06.2026

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

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

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

№ розділу	Найменування розділів пояснювальної записки	Орієнтовний об'єм записки (аркушів формату ФА4)
	Вступ	4
1	Аналітичний розділ	14
2	Розрахунково-проектний розділ	32
3	Конструктивний розділ	12
	Висновки	4
	Список використаної літератури	2
	Разом:	69

5. Перелік графічного матеріалу

№ розділу	Найменування розділів проекту	Об'єм креслень (аркушів формату А2 або А1)
1	Аналіз транспортної інфраструктури району проектування;	1
2	Аналіз пропускної спроможності ділянок вулично-дорожньої мережі району проектування;	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 для інженерно-планувальних рішень на перетині (М 1:500)	1
7	Конструктивні рішення.	1
	Разом:	7

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посади консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	проф. к.т.н. Осетрін М.М., ст. викл. Беспалов Д.О.		
2	проф. к.т.н. Осетрін М.М., ст. викл. Беспалов Д.О.		
3	проф. к.т.н. Осетрін М.М., ст. викл. Беспалов Д.О.		

7. Дата видачі завдання: 17.03.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Термін виконання етапу проєкту	Примітка
1	Видача завдання	17.03.2026	
2	Збір вихідних даних	18.03.2026	
3	Робота над графічною частиною проєкту	25.03.2026-5.06.2026	
4	Оформлення пояснювальної записки	8.06.2026-16.06.2026	
5	Подача на рецензію та перевірку на плагіат	16.06.2026	
6	Захист проєкту	24.06.2026	

Студентка

_____ (підпис)

Ларіна Д.А

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ (підпис)

Осетрін М.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ (підпис)

Беспалов Д.О.

(прізвище та ініціали)

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

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Аналіз існуючої організації руху та роботи громадського транспорту на перетині	11
2. РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ	23
2.1. Порівняльний аналіз проєктних пропозицій на перетині просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова	24
2.2. Обґрунтування вибору схеми організації руху та підвищення рівня пішохідного руху на перетині	31
2.3. Коригування поперечних профілі магістралей	32
2.4. Пішохідна частина тротуару	33
2.5. Велосипедна доріжка	35
2.6. Острівці безпеки	36
2.7. Проєктування поперечних профілів магістралей	36
2.8. Проєктування поздовжніх профілів та вертикального планування	37
2.9. Транспортне моделювання перетину	39
2.10. Визначення обсягів земляних робіт	41
2.11. Визначення транспортно-експлуатаційних показників проєкту	42
2.11.1 Кошторисно-фінансовий розрахунок	42
2.11.2. Річні дорожні витрати	45
2.11.3. Річні транспортні витрати	46
2.11.4. Термін окупності капіталовкладень	47
2.11.5. Коефіцієнт окупності капіталовкладень	48
3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	53
3.1. Освітлення	54
3.2. Озеленення	55
3.3. Острівці безпеки	56
3.4. Дорожня розмітка	57
3.5. Конструкції дорожнього покриття	58
3.6. Зупинковий павільйон	59
3.7. Застосування міжнародних стандартів проєктування міських вулиць ...	61
3.7.1. Принципи НАСТО, реалізовані у проєкті	62
3.7.2. Посилання на аналогічні реалізовані проєкти	63
ВИСНОВОК	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	72

ВСТУП

На сьогоднішній день динамічний розвиток міст впливає на швидкий рівень урбанізації, що передбачає збільшення вимог до якості міського середовища та транспортної системи. Для Києва як головного адміністративного та економічного центру України, вирішення проблем перевантаження вулично-дорожньої мережі є одним із пріоритетних завдань. Через постійне зростання кількості автомобілей та зростання просторової мобільності населення, актуальним стає оптимізація роботи пасажирського транспорту загального користування, який забезпечує основний обсяг перевезень у місті.

Ефективність масових перевезень безпосередньо залежить від доступності та безпеки пішохідної інфраструктури. Найбільш проблем виникає на великих регульованих перехрестях в межах щільних житлових масивів, які зосереджують значні пасажиропотоки. Яскравим прикладом такого об'єкта є перетин проспекту Петра Григоренка та вулиці Михайла Драгоманова у Дарницькому районі столиці. Цей вузол був спроектований за застарілими планувальними підходами, орієнтованими на максимальну пропускну здатність автомобілів. У висновку перетин має низький рівень просторового комфорту, значну довжину пішохідних переходів та високі показники затримок для людей, які пересуваються пішки.

Для оцінки рівня обслуговування пішоходів будемо використовувати методологію оцінки якості функціонування транспортної або пішохідної системи – Level of Service (LOS). Вона висвітлює наскільки комфортно, безпечно та ефективно функціонує та чи інша інфраструктура для її користувачів. Шкала містить шість рівнів: від найкращого – А, до неприйнятного – F. Для пішоходів ця система має назву Pedestrian Level of Service (PLOS).

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

Поняття рівня обслуговування дає змогу зрозуміти наскільки швидко пішохід може перетнути вулицю або пройти тротуаром, чи забезпечено належний рівень безпеки руху, а також наскільки інфраструктура є доступною та комфортною для всіх категорій населення, зокрема маломобільні верстви населення.

Методологія PLOS – комплексний показник, що одночасно враховує геометричні параметри інфраструктури (параметри переходів, ширину тротуарів), показники транспортного потоку (затримку, інтенсивність та швидкість), якість обслуговування громадського транспорту (регулярність, частоту та наповненість) та суб’єктивне сприйняття пішоходом умов свого пересування.

Для регульованого перехрестя найважливішим показником при оцінці PLOS є затримка пішохода – час між моментом прибуття пішохода до переходу і моментом, коли він може безпечно розпочати рух. Цей показник залежить від довжини циклу світлофора, стану регулювання та тривалості пішохідної фази. На тротуарах та пішохідних зонах ключовим показником є простір на одного пішохода та пов’язана з ним швидкість пішохідного потоку.

Якість обслуговування пасажирів громадського транспорту оцінюється за методологією TCQSM (Transit Capacity and Quality of Service Manual, 3rd Edition). Вона виділяє такі ключові показники: частота руху, регулярність (надійність розкладу) та коефіцієнт наповнення рухомого складу.

Актуальність теми. Дослідження зумовлене необхідністю реалізації принципів міської мобільності та впровадження концепції безпечного дорожнього простору. Модернізація та підвищення рівня обслуговування пішохідної зони на перетині просп. П. Григоренка та вул. М. Драгоманова дозволить знизити ризик аварій і травм, забезпечити безбар’єрне середовище

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

та підвищити конкурентоспроможність громадського транспорту порівняно з приватними авто.

Об'єкт дослідження: Рух пішохідних та транспортних потоків на перетині просп. П. Григоренка та вул. М. Драгоманова у місті Києві.

Предмет дослідження: Закономірності зміни та параметри взаємодії транспортних, пасажирських і пішохідних потоків у межах регульованих вузлів магістральної мережі міста, а також залежність рівня обслуговування пішоходів та ефективності руху громадського транспорту від геометричних параметрів елементів перехрестя і часових характеристик світлофорного циклу.

Метою дипломного проєкту є розробка комплексу інженерно-планувальних рішень з реорганізації дорожнього руху на перехресті проспекту Петра Григоренка та вулиці Михайла Драгоманова для створення безпечних умов руху пішоходів.

Щоб досягти визначеної мети, необхідно вирішити такі завдання:

- оцінити який наразі стан сучасного планування, забудови території та організації руху на досліджуваному транспортному вузлі;
- провести транспортне моделювання, з метою розуміння ефективності чинної схеми організації руху;
- розробити проєктні рішення для підвищення рівня обслуговування пішоходів;
- оцінити, якого ефекту можна очікувати після реалізації запропонованих заходів, використовуючи ключові експлуатаційні показники.

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

- Аналіз нормативно-правової бази та літературних джерел.

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

- Збір вихідних даних та натурні обстеження.
- Транспортне моделювання.
- Графічне та інженерне моделювання.
- Порівняльний аналіз альтернативних проєктних рішень.
- Розрахунково-аналітичні методи.

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

Аналітичний розділ

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

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз існуючої організації руху та роботи громадського транспорту на перетині

Перетин проспекту Петра Григоренка та вулиці Михайла Драгоманова розташований у житловому масиві Позняки Дарницького району міста Києва – одному з найбільш динамічно забудованих мікрорайонів лівого берега. Це перехрестя є ключовим транспортним і пішохідним вузлом, що забезпечує щоденні переміщення десятків тисяч мешканців між зупинками громадського транспорту, закладами торгівлі, освіти, охорони здоров'я та житловими кварталами.

Проспект Петра Григоренка – головна магістраль Позняків. Він пролягає від вулиці Петра Радзіня до кінця забудови масиву і є фактичним «хребтом» усієї транспортної системи мікрорайону. До проспекту прилучаються вулиці Здолбунівська, Тепловозна, Олени Пчілки, Тальнівська, Анни Ахматової, Михайла Драгоманова, Княжий Затон, а також проспект Миколи Бажана. Проспект запроєктовано ще за радянської доби під назвою «магістраль Осокорки – Троєщина», будівництво розпочалося у 1992 році.

Вулиця Михайла Драгоманова – поперечна вулиця масиву Позняки. Вона пролягає від Здолбунівської вулиці до проспекту Петра Григоренка, утворюючи Т-подібне примикання. До неї прилучаються вулиці Олени Пчілки, Анни Ахматової та Олександра Кошиця. Вулиця виникла у 1980-х роках під назвою «Нова», а сучасну назву – на честь видатного українського публіциста, філософа, громадського та політичного діяча Михайла Петровича Драгоманова – отримала у 1989 році.

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

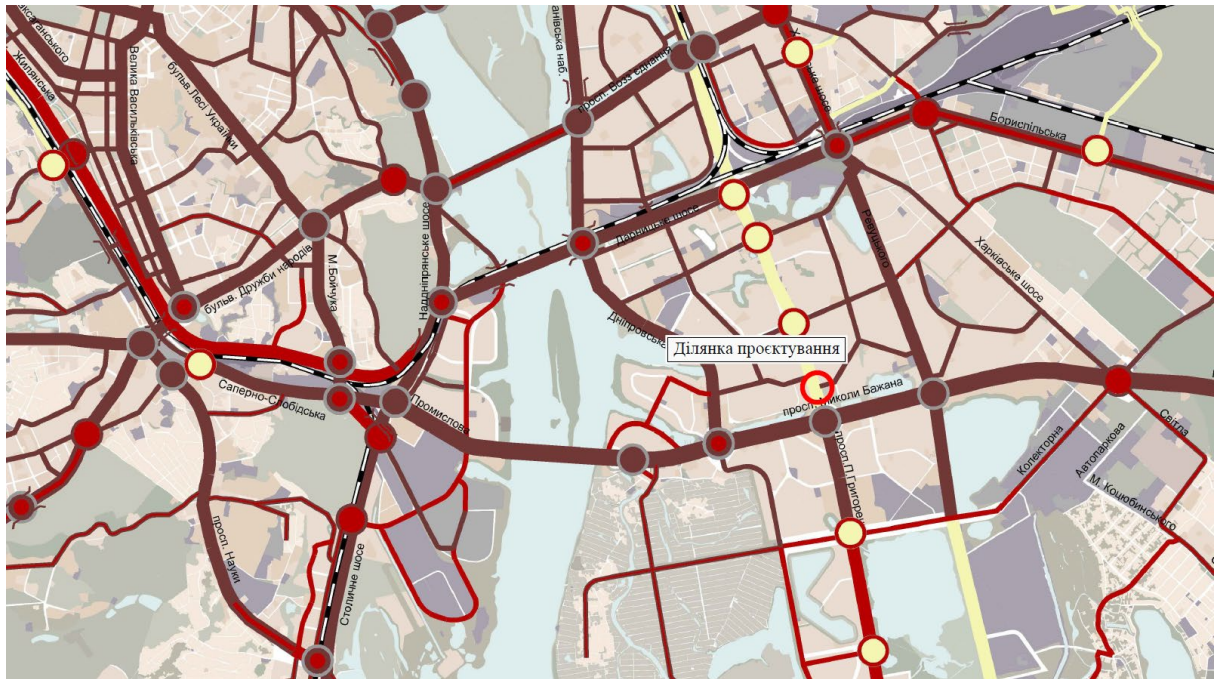


Рис 1.1. – Місцезнаходження перетину в масштабі м.Київ



Рис 1.2. – Місцезнаходження перетину в масштабі частини Дарницького району

Проспект Григоренка є повноцінною міською магістраллю з шестисмуговим профілем (по три смуги в кожен бік). Загальна ширина проїзної частини проспекту в районі перетину становить орієнтовно 30–36 метрів. Вулиця Драгоманова має чотири смуговий профіль (по дві смуги в кожен бік) і примикає до проспекту з північного боку.

З функціонального погляду прилегла територія відзначається такими генераторами пішохідного руху:

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

- жилий фонд: масив 10–25-поверхових будинків вздовж обох вулиць у радіусі 500 м від перетину;
- торгівля: супермаркет NOVUS, «Велика Кишеня», Ашан, ринок «Позняки», численні магазини в пішохідній доступності;
- освіта: ліцей №315, школа №314, дитячий садок №31 «Всесвіт», дит.сад №314, дитсадок №312;
- охорона здоров'я: медична амбулаторія у пішій доступності від перетину;
- рекреація: озеро Сонячне з прилеглою рекреаційною зоною (до 600 м на схід);
- транспорт: зупинки громадського транспорту безпосередньо на перетині та в його зоні тяжіння.
- станція «Позняки» синьої гілки метро: знаходиться на відстані близько 500–700 метрів від перетину.

Усі перелічені об'єкти формують багатоспрямований, інтенсивний та практично цілодобовий пішохідний попит на перетин. Пікові навантаження спостерігаються ранкові години (07:00–09:00) під час руху до шкіл, дитячих садків та зупинок метро, в обідній час (12:00–14:00) та у вечірній пік (17:00–20:00) при поверненні з роботи відвідуванні торгових об'єктів.

Перетин просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова обслуговується розгалуженою мережею громадського транспорту. Безпосередньо в зоні до 150 м від нього діють зупинки «просп. Петра Григоренка» та «Парк Позняки», якими користуються маршрути автобусів і маршрутних таксі. Нижче наведено зведену таблицю маршрутів громадського транспорту, що обслуговують перетин та прилеглі зупинки.

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

Табл.1.1. Показники громадського транспорту на зупинці «Парк Позняки»

№ маршру.	Громадський транспорт/перевізник	Напрямок (кінцеві зупинки)	Інтервал (Пн-Пт) Інтервал будні пік / міжпік, хв	Інтервал вихідні, хв	Сер. інтервал, хв	Час роботи
8К	Трамвай / КП «Київпастранс»	Ст.м. Позняки – Залізн. вокзал Дарниця	5–9 / 10–15	12–18	12	05:49–23:00
511	Маршрутка / ПП «Універсал-Транс»	Ст.м. Дарниця – Ст.м. Позняки	6–10 / 15–20	15–25	11	05:45–22:00
526	Маршрутка / прив. перевізник	Ст.м. Лісова – Ст.м. Позняки	15–25 / 20–35	20–35	22	06:00–22:30
475	Маршрутка / прив. перевізник	Завод «Буревісник» – Ст.м. Позняки	25–35	32–40	32	06:00–22:30
91	Автобус / КП «Київпастранс»	Маршрут через просп. Григоренка	20–30	30–40	27	06:00–22:00
577	Маршрутки / прив. перевізники	Різні напрямки через Позняки	15–25	25–35	22	06:00–22:00
513	Маршрутки / прив. перевізники	Маршрутка 513 вул. Поліська - ст. м. Позняки	15–25	25–35	22	06:00–22:30

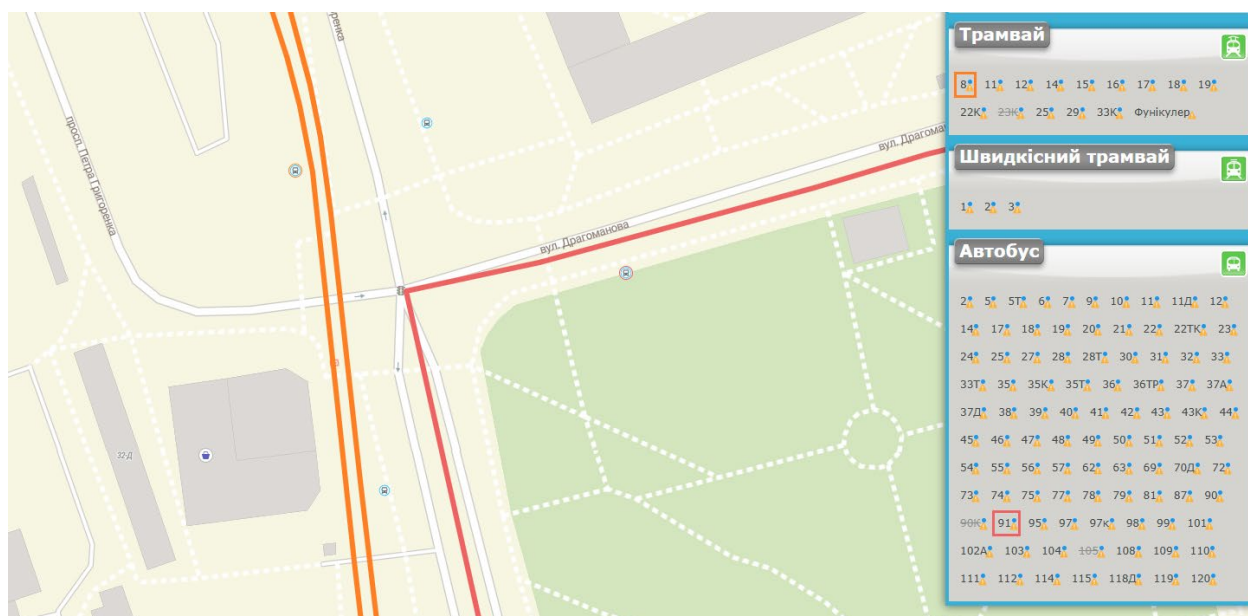


Рис 1.3. – Схема руху автобусу та трамваю на перетині просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова

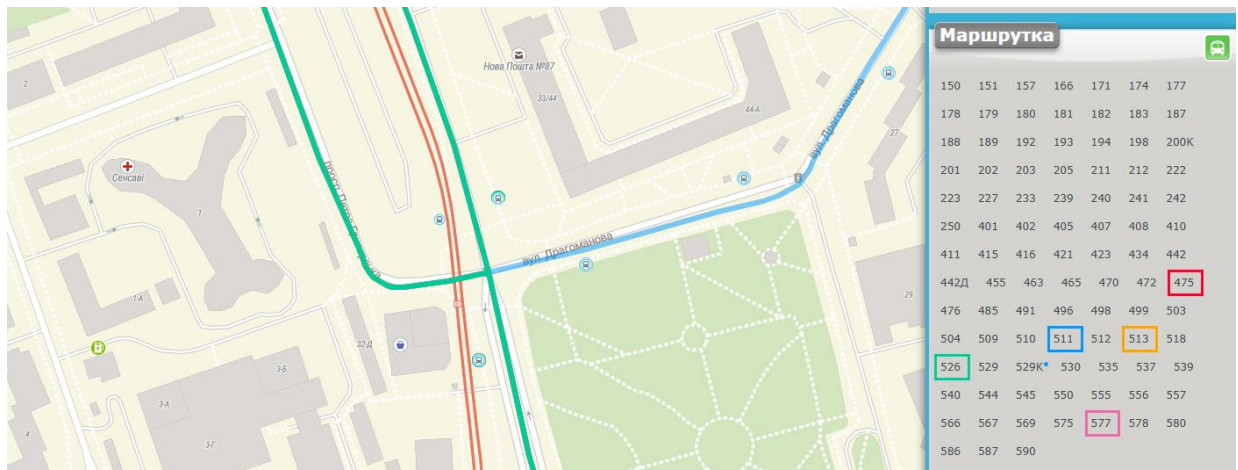


Рис. 1.4. – Схема руху маршрутних таксі на перетині просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова

Для оцінки затримки пішохода на перетині застосовано аналітичний метод НСМ (Highway Capacity Manual – нормативно методичний підхід для розрахунку пропускної спроможності та оцінки якості обслуговування транспортних мереж). За умови відсутності сучасного адаптивного управління циклом, на шестисмуговій магістралі довжина циклу світлофора становить 90–120 секунд (відповідно до параметрів насиченого перехрестя). При цьому пішохідна фаза займає щонайбільше 25–35 секунд. Мінімально необхідний час перетину проїзної частини шириною 30+ метрів при швидкості 0,9–1,1 м/с (норматив для літніх осіб та осіб з обмеженою мобільністю) становить 28–35 секунд.

Середня затримка пішохода при рівномірному розподілі моментів прибуття до переходу становить близько половини тривалості червоної фази плюс час очікування в черзі. При циклі 100–120 с і пішохідній фазі 30 с середня затримка становить 45–75 секунд – що відповідає LOS E–F за класифікацією НСМ.

Важливим фактором є також те, що без острівця безпеки пішохід не має можливості поетапного перетину. Це означає, що у разі затримки (пропущеного сигналу або неможливості завершити перетин за одну фазу) він опиняється посередині магістралі в умовах активного руху.

Табл.1.2. Поточний рівень обслуговування ГТ на перетині за показниками TCQSM

№	Маршрут	Інтервал пік	LOS за частотою (пік)	Інтервал міжпік / вихідні	LOS за частотою (міжпік)
1	Трамвай 8К	5–9 хв	B	10–18 хв	C–D
2	Маршрутка 511	6–10 хв	B	15–25 хв	C–D
3	Маршрутка 526	15–25 хв	C–D	20–35 хв	D–E
4	Маршрутки 475, 42, 91, 577, 513	20–35 хв	D–E	30–50 хв	E–F

Таким чином, лише 2 з 8 маршрутів (трамвай 8К та маршрутка 511) у пікові години досягають рівня LOS B за показником частоти. Більшість автобусних маршрутів у будні та практично всі маршрути у вихідні дні функціонують на рівні LOS D–F, тобто пасажери змушені суттєво адаптувати свій графік пересування під розклад транспорту або відмовлятися від його використання на користь пішого перетину вулиці у довільних місцях.

Маршрутні таксі функціонують без затвердженого розкладу на більшості маршрутів, що робить показник регулярності практично невизначеним і ставить якість їхнього обслуговування на рівень LOS D за регулярністю навіть у сприятливих умовах.

Коефіцієнт наповнення рухомого складу трамвая 8К у години пік перевищує нормативне значення: пасажиронаповнення сягає 100–130% від номінальної місткості вагона (з урахуванням стоячих місць), що відповідає $v/c = 1,0–1,3$ і відповідає LOS D–E за TCQSM.

На підставі проведеного аналізу поточного стану та вимог нормативно-методологічної бази встановлено такі цільові значення рівня обслуговування пішоходів після реалізації проєктних рішень:

Таблиця 1.3. Порівняння поточних та цільових показників рівня обслуговування пішоходів і ГТ

Показник	Поточний стан	Поточний LOS	Цільове значення	Цільовий LOS
Затримка пішохода на переході	45–75 с	E–F	≤ 30 с	C
Ширина переходу без острівця	30–36 м	F	≤ 15 м або острівець	B–C
Ширина острівця безпеки	Відсутній	F	$\geq 1,8$ м (бажано 2,4 м)	B
Тактильне покриття та бордюри	Відсутнє / неналежне	F	Повне облаштування	A
Частота ГТ у пік (трамвай 8К)	5–9 хв	B	≤ 8 хв постійно	B
Частота ГТ у пік (автобуси)	18–30 хв	D	≤ 15 хв	C
Регулярність ГТ	Відхилення до ± 12 хв	D–E	$\geq 90\%$ вчасно	B
Коеф. наповнення ГТ у пік	v/c 1,0–1,3	D–E	v/c $\leq 0,75$	C
Освітлення переходів	Загальне, недостатнє	D–E	≥ 30 лк, рівном. $\geq 0,4$	B–C
Затримка ГТ на перехресті	25–50 с/рейс	D	< 20 с/рейс	B–C

Інтегрована оцінка поточного рівня обслуговування пішоходів на перетині просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова відповідає LOS D–E з окремими показниками на рівні F за безпекою переходу (критична ширина без острівця) та інклюзивністю (відсутність тактильного покриття та доступних бордюрів). Цільовим орієнтиром після реалізації комплексу проєктних рішень є досягнення LOS B–C за всіма ключовими показниками, що відповідатиме стандартам якісного міського середовища, орієнтованого на людину.



Рис. 1.5. – Вид панорама на вул. Михайла Драгоманова

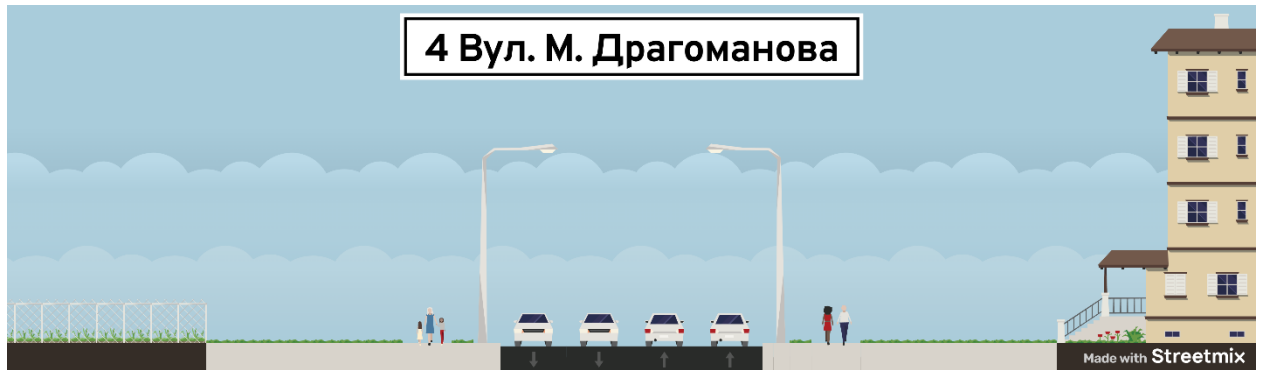


Рис 1.6. – Існуючий поперечний профіль вул. Михайла Драгоманова

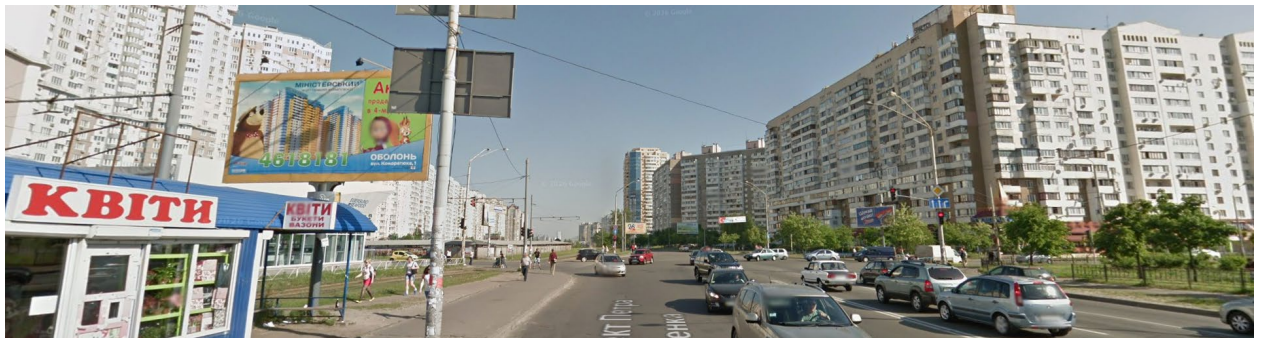


Рис 1.7. – Вид панорама по просп. Петра Григоренка



Рис 1.8. – Існуючий поперечний профіль просп. Петра Григоренка

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



Рис 1.9. – Існуючий поперечний профіль з'їзду на просп. Петра Григоренка

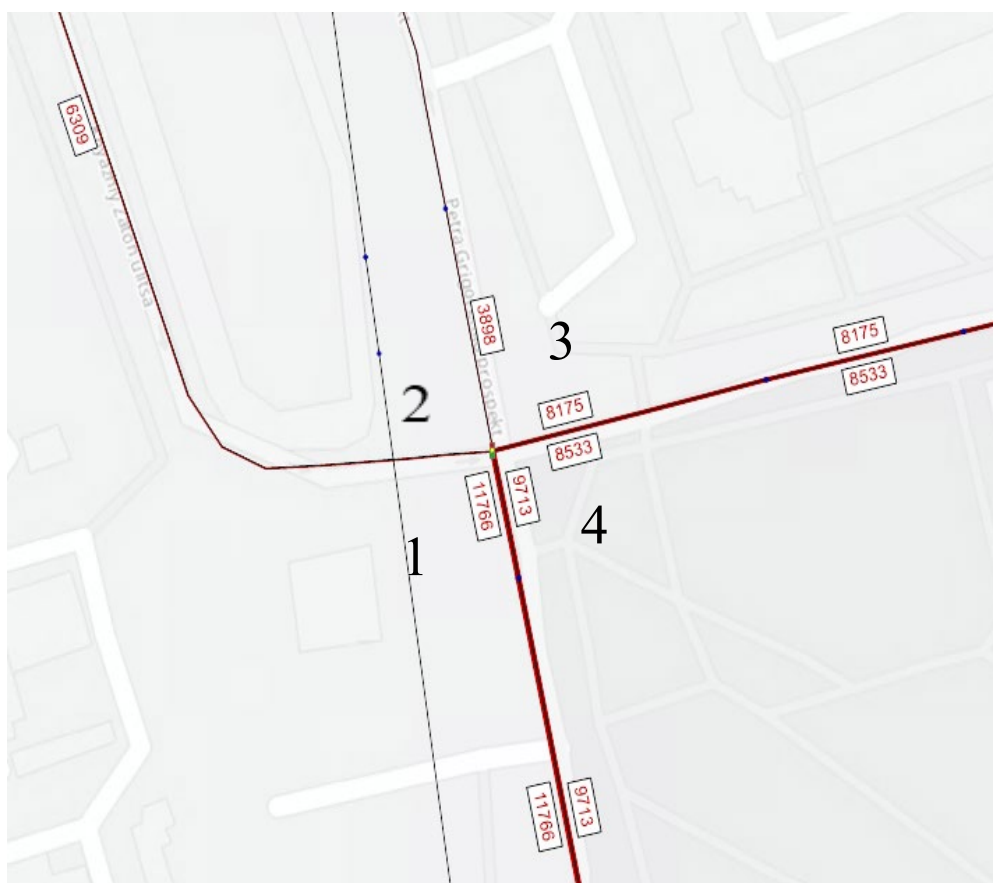


Рис 1.10. – Нумерація входів та виходів на перетині просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова

Табл. 1.4 - Розподіл за напрямками руху інтенсивностей в годину-пік

Напрямки руху		Вихід			
		1	2	3	4
Вхід	1	0	-	434	593
	2	427	7	-	268
	3	-	-	-	-
	4	539	-	35	0

Аналіз матриці розподілу інтенсивностей за напрямками руху в годину-пік дозволяє визначити найбільш завантажені осі руху. Загальна сума транспортних кореспонденцій в годину пік становить 2303 авт./год.. Розподіл потоків є нерівномірним і виражає лінійний магістральний характер мережі: переважна частина руху зосереджена вздовж осі проспекту Петра Григоренка, тоді як потоки на вулиці Драгоманова змінюють підпорядкованість. Домінуючою парою кореспонденцій є напрямок вхід 1-вихід 4 та зворотній напрямок вхід 4-вихід 1, тобто двосторонній транзитний рух із заходу на схід та в зворотному напрямку вздовж головної магістралі. Потік 1-4 становить 593 авт./год. що становить 25.7% від загального обсягу, тоді як потік 4-1 539 авт./год. це 23,4%. Разом ці два напрямки формують 1132 авт/год, або 49.2% транзитного трафіку вузла, тобто це практично кожен другий автомобіль рухається транзитом по проспекту.

Другою за значенням групою є потоки лівих поворотів з обох головних напрямків на периферійних вулицях: вхід 1-вихід 3 (434 авт/год, що становить 18.8%) та вхід 2-вихід 1 (427 авт/год, що складає 18,5%). Ці потоки формують значне навантаження в зоні перетину та є основним джерелом конфліктних точок між транспортними та пішохідними рухами. Потік 2-4 (268 авт/год, що становить 11,6%) є менш значущим, а потоки 4-3 (35 авт/год) та 2-2 (7 авт/год) мають підпорядкований характер і суттєво не впливають на режим роботи перетину.

Враховуючи дані матриці, а саме домінування транзитного потоку по осі проспекту Григоренка, можемо зробити висновок що на головний пішохідній перешкоді (переході через проспект) люди перебувають під постійним і рівномірним тиском транспорту протягом усієї пікової години. Через це в автомобільному русі не виникає «природних пауз», які б дозволяли пішоходам безпечно перетинати проїзну частину поза межами дії дозволеного сигналу. При швидкості руху, характерній для магістралі (50 км/год), та насиченості головної фази близько 1100 авт/год середній інтервал між

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

автомобілями в одній смузі становить лише 3-4 сек. Цього критично недостатньо для того, щоб пішохід міг розпочати без захисту регульованої фази світлофора.

Потоки лівих поворотів (напрямки: вхід 1-вихід 3 та вхід 2-вихід 1 434 та 427 авт/год відповідно) формують конфліктні точки іншого типу. Автомобілі, що виконують поворот, перетинають зону пішохідного переходу під кутом і мають меншу дистанцію огляду. Це один із найнебезпечніших і найтипівіших сценаріїв наїзда на пішоходів на регульованих перехрестях. Сукупний обсяг цих поворотних потоків становить 861 авт/год. Це означає, що в середньому кожні 4 секунди через зону пішохідних переходів на підходах до перехрестя проїжджає автомобіль, який здійснює маневр. За відсутності випереджального пішохідного інтервалу (LPI – Leading Pedestrian Interval) та островців безпеки посеред проїзної частини, такі умови створюють середовище з об'єктивно високим ризиком конфліктів між пішоходами та транспортними засобами, що повертають, - незалежно від того, наскільки дисципліновано учасники руху дотримуються формальних вимог ПДР.

Таким чином, аналіз матриці кореспонденцій підтверджує, що незадовільний рівень обслуговування пішоходів на досліджуваному перехресті є не випадковим, а структурним. Проблема зумовлена самими характером транспортного попиту на цьому перетині: високою інтенсивністю транзитного руху по головній осі та значними поворотними потоками, які перетинають траєкторії руху людей. Це повністю обґрунтовує необхідність комплексного проектного втручання та реорганізації руху.

Виявлені проблеми:

- Критична ширина переходу без островців безпеки (Через відсутність островців пішоходи змушені долати цю відстань за один раз, що важко для маломобільних груп та літніх людей.)

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

- Високе навантаження від поворотних потоків (Водії, які повертають під кутом мають обмежену видимість, що створює ризик для ДТП.)
- Неефективне світлофорне регулювання
- Відсутність безбар'єрного середовища
- Низька регулярність громадського транспорту
- Недостатнє нічне освітлення
- Повна відсутність велосипедної інфраструктури

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

Розрахунково-проектний розділ

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

РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Порівняльний аналіз проєктних пропозицій на перетині просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова

Аналіз картограми інтенсивності руху транспорту виявив нерівномірне навантаження за напрямками та підтвердив необхідність комплексного перепроєктування планувальної організації перехрестя. У процесі проєктування розглядаються два альтернативних варіанти інженерно-планувальних рішення перетину. Перший варіант передбачає влаштування кільцевої розв'язки з центральним островцем радіусом R30 та підземними пішохідними переходами на чотирьох входах у перехрестя. Другий варіант передбачає реконструкції. Існуючого регульованого перехрестя зі зображенням наземні пішохідних переходів та їх комплексним облаштуванням відповідно до сучасних вимог безбар'єрного середовища.

Порівняльна оцінка варіантів здійснюється методом SWOT-аналізу, що дозволяє системно оцінити сильні та слабкі сторони кожного рішення, а також потенційні можливості й загрози у контексті підвищення рівня пішохідного обслуговування. Такий підхід широко використовується у практиці містобудівного проєктування як інструмент аналізу при виборі між конкуруючими проєктними рішеннями. Також, дозволяє врахувати не лише технічні та економічні параметри, але й соціальні, експлуатаційні та екологічні чинники в їх взаємозв'язку.

Слід зазначити, що при формуванні критеріїв оцінки пріоритет надається показникам, що безпосередньо визначають якість пішохідного середовища: рівню фізичної безпеки пішоходів, доступності інфраструктури для маломобільних верств населення, часовим витратам на подолання перехрестя, психологічному комфорту та суб'єктивному відчуттю безпеки. Транспортні та економічні показники розглядаються як допоміжні критерії,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що впливають на реалізованість рішення, але не визначають його основну мету.

Перше проєктне рішення передбачає кільцевий рух з центральним острівцем R30, радіуси заокруглень R25–R30, підземні пішохідні переходи на всіх чотирьох входах у перехрестя, велосипедні доріжки та зупинковий павільйон.

Табл. 2.1. SWOT-аналіз №1 кільцевої розв'язки з підземними пішохідними переходами

S – Сильні сторони (Strengths)	W – Слабкі сторони (Weaknesses)
1. Повне фізичне розмежування пішохідних та транспортних потоків: підземний перехід виключає будь-які конфліктні точки між пішоходами та ТЗ, що є максимально можливим рівнем безпеки пішоходів і відповідає PLOS A за методикою Fruin. 2. Безперервність пішохідного руху: пішоходи не чекають зеленої фази світлофора, рух здійснюється у будь-який момент без затримок, що суттєво підвищує комфорт і швидкість пішохідного пересування. 3. Захист від несприятливих погодних умов: конструкція підземного переходу може включати навіс над входами, що	1. Підземний перехід є критичним бар'єром для маломобільних груп населення стикаються з необхідністю подолання сходів. За відсутності ліфтів або пандусів нормативного ухилу рішення є недоступним і знижує PLOS для МГН до рівня F. 2. Психологічний дискомфорт: закриті підземні простори сприймаються пішоходами як небезпечні, особливо у вечірній та нічний час, що провокує масове ігнорування переходу та перетин проїзної частини в невстановленому місці. 3. Довжина пішохідного маршруту збільшується: пішохід змушений спускатись і підніматись сходами, що суттєво

частково захищає пішоходів від опадів, що є суттєвою перевагою за умов київського клімату.

4. Острівці безпеки та чітко виражені пішохідні вузли на входах у перехрестя формують передбачувану маршрутну структуру для пішоходів.

5. Велодоріжки, передбачені проєктом, розміщені відокремлено від пішохідних зон, що усуває конфлікти між пішоходами та велосипедистами – часту проблему змішаних тротуарів.

6. Рівень обслуговування за методикою оцінки PLOS (

7. +/- відповідає А або В за показниками простору на пішохода, швидкості та конфліктності.

збільшує фактичну довжину шляху та час переходу порівняно з наземним варіантом – особливо критично для людей похилого віку.

4. Відсутність природнього освітлення та необхідність штучного освітлення 24/7 знижує комфортність перебування у переході та формує відчуття ізольованості.

5. Немоżliвість контакту пішохода з міським середовищем: підземний простір відчужує пішохода від вулиці, вітрин, зелені, що суперечить принципам пішохідно-орієнтованого дизайну (Jan Gehl, "Cities for People").

О – Можливості (Opportunities)

1. Встановлення ліфтів та пандусів нормативного ухилу у підземному переході кардинально вирішує проблему доступності для МГН і підвищує PLOS для всіх категорій пішоходів до рівня А–В.

Т – Загрози (Threats)

1. Масове ігнорування підземного переходу пішоходами є задокументованою проблемою українських міст: за дослідження, до 70-80% пішоходів обирають незаконний наземний перетин, особливо за умов достатньої видимості. Це значить, що

2. Облаштування переходу сучасного засобами навігації (тактильна плитка, звукові маяки, візуальна навігація) дозволяє підвищити рівень обслуговування для осіб з вадами зору та слуху. 3. Впровадження відеоспостереження та достатнього рівня освітлення усуває суб'єктивне відчуття небезпеки і стимулює фактичне використання переходу пішоходами. 4. Розміщення торговельних кіосків або інформаційних стендів у переході підвищує комфортність та привабливість пішохідного маршруту.	фактичний PLOS може бути нижчим за розрахунковий. 2. Відсутність огороження по всьому периметру проїзної частини в зоні перехрестя може призвести до стихійного перетину дороги пішоходами в обхід підземного переходу, що є критичним для рівня безпеки. 3. Надзвичайні ситуації: при пожежі, задимлені або затопленні підземного переходу евакуація пішоходів ускладнена, що формує ризики для безпеки. 4. Ризик вандалізму та несприятливого санітарного стану підземного переходу при недостатньому рівні утримання, що суттєво знижує комфортність та безпеку пішохідного середовища.
---	--

Друге проектне рішення передбачає регульоване перехрестя з наземними пішохідними переходами. Ключовими параметрами оцінки є: час очікування пішохода на переході, безпека наземного перетину проїзної частини, доступність для маломобільних груп населення, комфортність пішохідного середовища в зоні перехрестя та відповідність нормам. Особливу увагу приділено великій ширині проїзної частини проспектом Петра Григоренка (50 м), що є критичним чинником для пішохідного обслуговування.

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

Табл. 2.2. SWOT-аналіз № 2 регульоване (світлофорне) перехрестя з наземними пішохідними переходами

S – Сильні сторони (Strengths)	W – Слабкі сторони (Weaknesses)
1. Наземні пішохідні переходи, що не потребують подолання висотних перепадів, скорочують фактичну довжину шляху та є інтуїтивно зрозумілим для всіх категорій пішоходів. 2. Острівці безпеки дозволяють реалізувати двофазний перетин широкої проїзної частини просп. Петра Григоренка – пішохід долає велику відстань поетапно. Також острівці слугують захисною зоною. Очікування при недостатньому часі пішохідного сигналу. 3. Тактильна плитка попереджувального спрямовуючого типу на підходах до переходу та на самому переході забезпечують самостійне орієнтування осіб з вадами зору, що є базовою умовою інклюзивного пішохідного середовища. 4. Знижені бортові камені в зонах перетину тротуару з проїзною частиною усувають фізичний бар'єр для користувачів	1. Пішоходи змушені чекати дозвільного сигналу світлофора. 2. Незважаючи на наявність острівців безпеки, загальна ширина проїзної частини проспекту Петра Григоренка залишається значним психологічним та фізичним навантаженням для пішоходів. 3. Психологічний тиск очікування: навіть за наявності зворотного лічильника пішоходи, особливо в умовах слабого трафіку, схильні перетинати дорогу на червоний сигнал, що є задокументованою проблемою на магістралях Києва і знижує фактичну ефективність запроваджених засобів безпеки. 4. Поверхня тротуарів та пішохідних переходів на наземному рівні є вразливою до сезонного погіршення стану покриття (ожеледь, сніговий покрив), що знижує ефективність тактильної плитки та збільшує ризик падінь для

крісел-колісних, батьків з дитячими візками та людей похилого віку.

5. Якісне зовнішнє освітлення зони перехрестя та пішохідних переходів забезпечує безпечність пішохідного руху у темний час доби та за несприятливих погодних умов усуваючи один з найбільш критичних чинників розвитку ДТП з пішоходами.

6. Психологічна безпека та комфорт: відкритий простір, природне освітлення вдень та видимість навколишнього середовища формують відчуття захищеності, стимулюючи фактичне використання переходу на відмінну від підземних аналогів.

7. Захищена пішохідна фаза (LPI – Leading Pedestrian Interval) надає пішоходам 3–7 секунд переваги перед початком руху транспорту, що критично підвищує помітність пішохода водієм та безпеку на переході.

8. Соціальна активація вулиці: пішоходи на рівні вулиці взаємодіють з міським

МГН навіть за наявності якісного освітлення.

середовищем, що відповідає принципам пішохідно-орієнтованого дизайну (NACTO Urban Street Design Guide, Jan Gehl "Cities for People").

О – Можливості (Opportunities)

1. Впровадження адаптивного регулювання з пріоритетом пішохідної фази у пікові пішохідні години (ранкові та вечерні) дозволить суттєво скоротити час очікування і підвищити PLOS з рівня С до В.

2. Встановлення звукових маяків та кнопок виклику пішохідної фази аби сформувати повноцінну систему орієнтування для осіб з вадами зору та слуху.

3. Інтеграція з системою «розумного міста» Kyiv Smart City: встановлені островці безпеки та освітлення є готовою інфраструктурою для монтажу сенсорів підрахунку пішохідних потоків, що дозволить накопичувати дані для подальшої оптимізації фаз регулювання.

Т – Загрози (Threats)

1. При перевантаженні перехрестя у пікові години транспортні черги можуть виплескуватись на пішохідні переходи, блокуючи їх і змушуючи пішоходів лавірувати між ТЗ, що є критичним порушенням безпеки.

2. Зростання інтенсивності транспортних потоків вимагатиме подовження транспортних фаз на шкоду пішохідним, що неминуче знижуватиме рівень PLOS.

3. Сезонне погіршення умов пішохідного руху (ожеледь, сніжний покрив, паводкові води на тротуарах) при недостатньому рівні зимового утримання знижує рівень PLOS у холодну пору року до неприйнятного рівня.

4. Розвиток велосипедної інфраструктури: наявна планувальна основа перехрестя дозволяє у подальшому облаштувати суміщені велосипедно-пішохідні переходи з окремою сигнальною фазою, що інтегрує активні види транспорту в єдину безбар'єрну систему.	
---	--

Порівнюючи обидва варіанти інженерно-планувальних рішення можемо зробити висновок, що кільцева розв'язка з підземним переходом забезпечує абсолютну безпеку в точці конфлікту, проте потенційно знижує доступність та фактичне використання переходу. Тоді як регульоване перехрестя є більш доступним і психологічно прийнятним, підвищує рівень пішохідного обслуговування до стабільної категорії В-С для абсолютно усіх груп населення, не потребує надмірних фінансових капіталовкладень і є максимально реалістичним для впровадження у сучасну транспортну мережу міста Києва.

2.2. Обґрунтування вибору схеми організації руху та підвищення рівня пішохідного руху на перетині

Ефективна ширина тротуару потоку We визначається як ширина тротуару за вирахуванням зон, недоступних для вільного пересування пішоходів: зон опор освітлення, лав, торговельних кіосків, смуг тактильної плитки тощо.

До реконструкції (фактичний стан):

$$We(\text{факт}) = W_{\text{тр}} - \Sigma W_{\text{перешк}} = 2,5 - 0,5 = 2,0 \text{ м} \quad (1)$$

Після реконструкції (проектний стан):

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

$$We(pr) = W_{тр} - \Sigma W_{перешк} = 4,5 - 0,75 = 3,75 \text{ м} \quad (2)$$

де $W_{тр}$ – загальна ширина тротуару (м);

$\Sigma W_{перешк}$ – сумарна ширина перешкод (опори освітлення 0,3 м, тактильна напрямна смуга 0,3 м, зазор до будівель 0,15 м).

Проектне значення $We = 3,75$ м перевищує нормативний мінімум у 2,25 м згідно з ДБН В.2.3-5:2018 [1] у 1,67 рази. Інтенсивність пішохідного потоку визначається на основі нормативних значень для магістралей загальноміського значення в годину пік. За ДБН В.2.3-5:2018 [1], розрахункова інтенсивність для перехрестя магістралей першої категорії у годину пік приймається 750-1200 піш/год/тротуар.

2.3. Коригування поперечних профілів магістралей

Коригування поперечних профілів магістралей виконується з метою забезпечення нормативних параметрів пішохідної інфраструктури при збереженні існуючої ширини «червоних ліній». Проектним рішенням передбачається перерозподіл поперечного перерізу вулиць за рахунок оптимізації ширини смуг руху та розподільних елементів.

Табл. 2.3. Порівняння поперечних профілів магістралей до та після реконструкції

Елемент поперечного профілю	Просп. Григоренка до (м)	Просп. Григоренка після (м)	Вул. Драгоманова до (м)	Вул. Драгоманова після (м)	Норматив. значення
Категорія магістралі	Загально-міського значення	Загально-міського значення	Районного значення	Районного значення	—
Смуга руху (одна)	3,25	3,25	3,25	3,25	3–3,75
Розподільна смуга (центральна)	—	2,0	—	—	$\geq 2,0$
Тротуар	2,0–3,0	4,5	2,0–3,0	4,5	$\geq 3,0$

у т.ч. пішохідна смуга (We)	1,5–2,5	4,5	1,5–2,5	4,5	$\geq 2,25$
Смуга озеленення / захисна	0,5–1,0	1	0,5–1,0	1	$\geq 1,0$
Велосипедна доріжка	–	2,5	–	2,5	$\geq 1,5$
Острівцець безпеки (на переході)	–	2,0	–	2,0	$\geq 1,5$
Загалом	50,0	50,0	48,0	48,0	–

За результатами аналізу існуючих поперечних профілів встановлено, що ширина тротуарів по просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова становить 2,0–3,0 м, що не відповідає нормативним вимогам ДБН В.2.3-5:2018 [1] для магістральних вулиць (мінімум 3,0 м) та є недостатньою для забезпечення прийняттого рівня пішохідного обслуговування в умовах розрахункових пішохідних потоків.

Проектом передбачається розширення тротуарів до 4,5 м з влаштуванням захисної смуги озеленення шириною 1,5 м між тротуаром і проїзною частиною. Захисна смуга виконує подвійну функцію: слугує фізичним бар'єром між пішоходом і транспортним потоком та є елементом озеленення вулиці. Розширення досягається за рахунок звуження крайніх смуг руху з 3,5 м до 3,25 м та включення в тротуарну зону частини існуючого газону. Загальна ширина проїзної частини при цьому залишається незмінною – 50,0 м для просп. Григоренка та 48,0 м для вул. Драгоманова, що не вимагає зміни «червоних ліній».

2.4. Пішохідна частина тротуару

Тротуарне покриття проектується з фігурних елементів мощення (ФЕМ) товщиною 60 мм на основі з цементно-піщаного розчину товщиною 30

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мм та щелевеної підготовки товщиною 150 мм. Застосування ФЕМ замість монолітного асфальтобетону обґрунтовується рядом переваг: можливість локального ремонту без руйнування всього покриття, вища довговічність (не менше 25 років), естетична привабливість та відповідність сучасним підходам до облаштування міського середовища.

Для функціонального зонування тротуарного простору застосовуються ФЕМ різних кольорів: сірий – для основної смуги руху пішоходів, червоний або жовтий – для тактильних напрямних та попереджувальних смуг, темно-сірий – для захисної смуги та зон біля опор освітлення. Колірне зонування відповідає вимогам ДСТУ-Н Б В.2.2-31:2011 та ДБН В.2.2-40:2018 [3].

Тактильна плитка та інклюзивна інфраструктура

Тактильне мощення влаштовується відповідно ДБН В.2.2-40:2018 [3] «Інклюзивність будівель і споруд» та ДСТУ Б В.2.2-32:2012. Проєктом передбачені два типи тактильних елементів: попереджувальна плитка (шипові елементи розміром 300×300 мм) та напрямна плитка (рифлені елементи з поздовжніми ребрами).

Попереджувальна тактильна смуга шириною 0,6 м укладається перпендикулярно напрямку руху у таких місцях: на відстані 0,8 м від початку зниження бортового каменя при підході до пішохідного переходу; перед входом на острівця безпеки; перед дорожніми знаками та опорами освітлення, встановленими у смузі руху пішоходів. Напрямна тактильна смуга шириною 0,5 м укладається паралельно напрямку руху вздовж усього тротуару, з'єднуючи зупинки громадського транспорту з пішохідними переходами та утворюючи безперервний тактильний маршрут.

Бортові камені в зонах пішохідних переходів знижуються до рівня проїзної частини (висота 0 мм) на ширину переходу плюс по 0,5 м з кожного боку. Зниження бортового каменя супроводжується влаштуванням

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

поздовжнього ухилу тротуарного покриття 1:12 (8,3%), що не перевищує нормативного максимуму для МГН. Поверхня в зоні зниження виконується з ФЕМ з поверхнею підвищеного зчеплення ($R_z \geq 0,5$ мм).

Водовідведення та поздовжні ухили

Поперечний ухил тротуарного покриття приймається 15–20‰ (1,5–2,0%) від будівель до проїзної частини, що забезпечує ефективне поверхневе водовідведення. Поздовжній ухил тротуарів по трасі вулиць відповідає поздовжньому ухилу проїзної частини і не перевищує 40‰ (4,0%) на ділянках між перехрестями, що є допустимим для МГН згідно з ДБН В.2.2-40:2018 [3] (максимальний ухил пандуса – 8,3%, перехідної ділянки – 5,0%).

Поверхневий стік з тротуарів відводиться лотком до дощоприймальних колодязів, розташованих у лотку проїзної частини. Відстань між дощоприймальними колодязями за проектом не перевищує 50 м, що відповідає нормам для зон з інтенсивним пішохідним рухом. У зонах зниженого бортового каменя влаштовуються відсікаючі лотки, що запобігають потраплянню поверхневого стоку на тротуар з боку проїзної частини.

2.5. Велосипедна доріжка

Велосипедна доріжка шириною 1,5 м влаштовується в межах захисної смуги між тротуаром та проїзною частиною, фізично відокремленою від обох елементів поперечного профілю бортовими каменями висотою 0,06 м. Розміщення велодоріжки між тротуаром та захисною смугою озеленення (а не між проїзною частиною і захисною смугою) забезпечує максимальну безпеку велосипедистів. Покриття велодоріжки – асфальтобетон червоного кольору (з пігментом) або кольоровий бетон, що забезпечує її візуальну ідентифікацію. На підходах до перехрестя велодоріжка відокремлюється від пішохідного переходу смугою тактильної попереджувальної плитки шириною 0,3 м.

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

2.6. Острівці безпеки

Острівці безпеки є обов'язковим елементом пішохідних переходів через проїзну частину шириною більше 14 м відповідно до п. 10.4.5 ДБН В.2.3-5:2018 [1]. З огляду на ширину проїзної частини просп. Петра Григоренка 50 м та вул. Михайла Драгоманова 48 м, влаштування острівців безпеки є нормативно обов'язковим і конструктивно необхідним для забезпечення можливості двофазного переходу.

Острівці безпеки розміщуються на осі розподільної смуги або у розриві проїзної частини шириною не менше 2,0 м відповідно до ДБН В.2.3-5:2018 [1]. Проектом прийнята ширина острівця 2,0 м, що відповідає мінімальній нормативній вимозі та є достатнім для одночасного перебування двох пішоходів з інвалідними візками або дитячими колясками. Довжина острівця визначається шириною пішохідного переходу і приймається 4,0 м, що забезпечує зону очікування площею $2,0 \times 4,0 = 8,0 \text{ м}^2$.

На поверхні острівця влаштовується попереджувальна тактильна плитка шириною 0,6 м по всьому периметру, що сигналізує особам з вадами зору про межі острівця. Висота острівця над проїзною частиною становить 0,12–0,15 м, а зниження до рівня проїзної частини здійснюється через похилу ділянку довжиною не менше 1,0 м в межах пішохідного переходу, що відповідає ДБН В.2.2-40:2018 [3]. Острівці обладнуються дорожньою розміткою 1.17 та дорожнім знаком 5.35 «Острівець безпеки» відповідно до ДСТУ 2587:2010.

2.7. Проектування поперечних профілів магістралей

Проектування поперечних профілів магістралей виконується відповідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018 [1] «Вулиці та дороги населених пунктів» з урахуванням категорій вулиць та розрахункових параметрів транспортних і пішохідних потоків. Поперечні профілі розробляються для

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

двох магістралей: проспекту Петра Григоренка (категорія 2–4, магістральна вулиця загальноміського значення безперервного руху) та вулиці Михайла Драгоманова (категорія 1–3, магістральна вулиця районного значення).

Поперечний профіль просп. Петра Григоренка (магістраль 2–4) розроблено для умов магістральної вулиці загальноміського значення. Загальна ширина вулиці у червоних лініях становить 50 м. Проектним рішенням передбачається розширення тротуарів до 4,5 м. Проведене транспортне моделювання методом затримок НСМ довело, що запропонована кількість смуг є математично достатньою для пропуску фактичних перспективних потоків у пікові години (рівень обслуговування LOS C/D). Наявність надлишкових смуг у існуючому стані не підвищувала ефективність вузла. Звуження проїзної частини мінімізує аварійно-небезпечні маневри хаотичного перелаштування транспортних засобів та забезпечує природне заспокоєння і стабілізацію швидкості транспортного потоку до нормативних 50 км/год.

Вивільнений простір проїзної частини дозволив реалізувати вимоги ДБН В.2.3-5:2018 щодо забезпечення нормативних умов руху маломобільних груп населення та альтернативного транспорту, а саме: влаштувати фізичні островці безпеки на пішохідних переходах та відокремити велосипедні доріжки буферними зонами озеленення. Захисна смуга виконує подвійну функцію: слугує фізичним бар'єром між велосипедистами і транспортним потоком та є елементом озеленення вулиці. З метою забезпечення проектної пропускної здатності, геометричним рішенням передбачено 2 смуги руху (по 2 смуги у кожному напрямку).

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

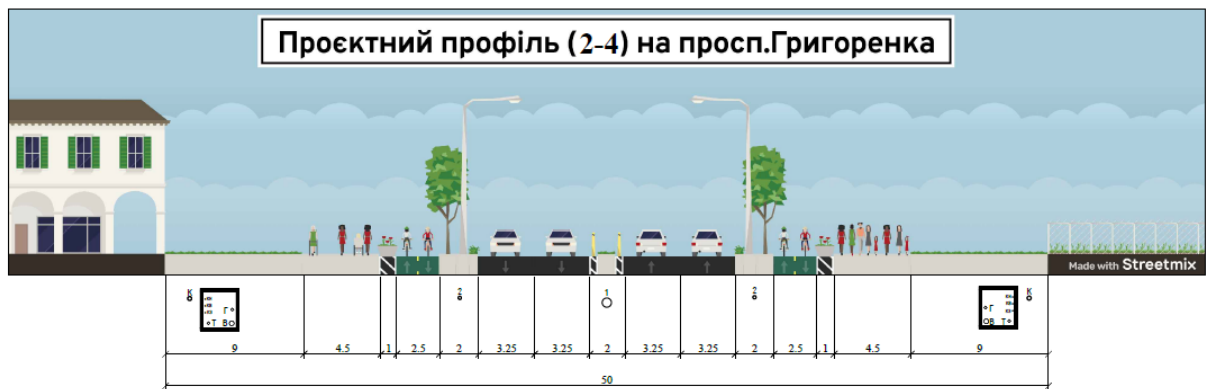


Рис.2.1. Поперечний профіль проспекту Петра Григоренка

Поперечний профіль вул. Михайла Драгоманова (магістраль 1–3) розроблено за параметрами магістральної вулиці районного значення. Сумарна ширина елементів вулиці в межах червоних ліній становить 48 м. Організація руху передбачає 4 смуги руху (по 2 смуги у кожному напрямку).

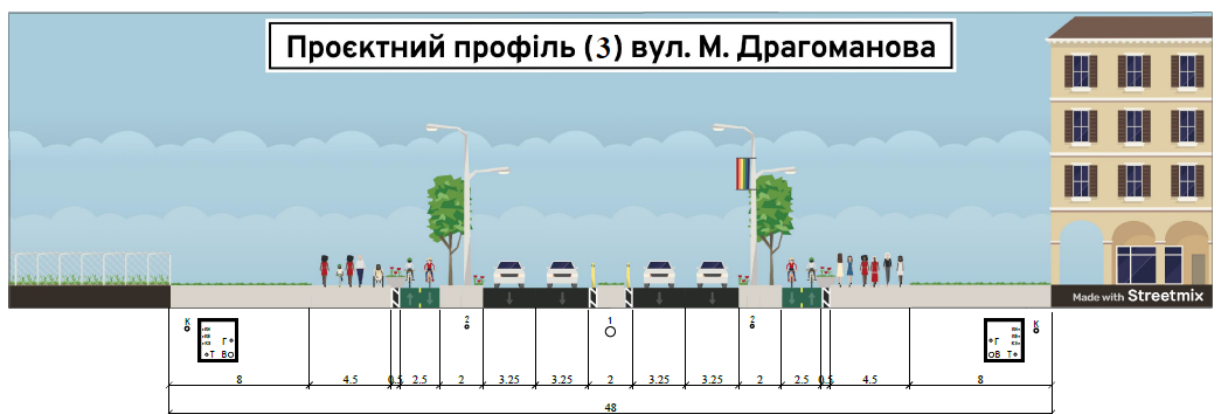


Рис.2.2. Поперечний профіль вулиці Михайла Драгоманова

Обидва геометричні рішення повністю вписуються у відведений простір червоних ліній, забезпечують баланс території та розподіл простору між усіма учасниками дорожнього руху (транспорт, велосипедисти, пішоходи) відповідно до ДБН В.2.3-5:2018 [1].

Поперечний ухил проїзної частини для обох магістралей приймається двосхилим і становить 20‰ (2,0‰) від осі (або розподільчої смуги) до краю проїзної частини для забезпечення ефективного водовідведення. Поперечний ухил тротуарів та велодоріжок приймається в межах 15–20‰ від будівель у бік

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

газонів та лотків проїзної частини. Конструкція дорожнього одягу прийнята відповідно до категорії магістралі з високою інтенсивністю руху: асфальтобетонний покрив товщиною 50 мм, основа з крупнозернистого асфальтобетону 60 мм, нижній шар основи зі щебенево-мастикового асфальтобетону 80 мм, піщано-гравійна суміш 200 мм.

2.8. Проектування поздовжніх профілів та вертикального планування

Проектування поздовжніх профілів магістралей виконується в межах ділянки перехрестя та прилеглих підходів довжиною по 50 м у кожному напрямку.

Проектні відмітки поверхні проїзної частини у характерних точках перехрестя визначаються за даними топографічного плану (масштабом 1:2000). Значення фактичних відміток у точках перетину осей: центр перехрестя – 99,1 м; точка на осі просп. Григоренка (північ) – 99,3 м; точка на осі просп. Григоренка (південь) – 99,0 м; точка на осі вул. Драгоманова (схід) – 99,2 м; точка на осі вул. Драгоманова (захід) – 99,1 м.

Поздовжній ухил у межах перехрестя мінімізується до значень 3–8‰ на ділянці довжиною 20 м від центру перехрестя в кожному напрямку – відповідно до вимог п. 7.3.2 ДБН В.2.3-5:2018 [1] щодо облаштування перехресть. Поздовжній ухил на підходах до перехрестя відповідає існуючому рельєфу місцевості і не перевищує 40‰, що відповідає нормативним вимогам для магістральних вулиць.

Вертикальне планування перетину спрямоване на забезпечення нормативного водовідведення поверхневого стоку, плавного сполучення існуючих відміток покриття з проектними та комфортного руху всіх учасників дорожнього руху.

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

Вертикальне планування перехрестя вирішується методом проектних горизонталей. Поверхневий стік організовується таким чином, що водозбірні точки (дощоприймальні колодязі) розташовуються в лотку проїзної частини на відстані не більше 50 м один від одного та обов'язково перед пішохідними переходами – для попередження утворення калюж у зоні переходу. Мінімальний поздовжній ухил лотка проїзної частини для забезпечення водовідведення приймається 3‰ відповідно до ДБН В.2.3-5:2018 [1] .

Поверхня островців безпеки проектується на рівні, що перевищує рівень проїзної частини на 0,12–0,15 м, з ухилом поверхні 10‰ у напрямку, що забезпечує стік до лотків проїзної частини. Зони зниження бортового каменя виконуються з ухилом 1:12 (8,3%) у напрямку від тротуару до проїзної частини та є найкритичнішими точками вертикального планування з точки зору доступності для МГН.

2.9. Транспортне моделювання перетину

Транспортне моделювання перетину виконується методом затримки (delay-based) відповідно до методики HCM 7th Edition. Метою моделювання є визначення рівня обслуговування (LOS) транспортних потоків та пішоходів на перехресті у існуючих умовах та після реалізації проектного рішення.

Вихідними даними для моделювання є: транспортні інтенсивності, отримані за результатами натурних досліджень у розрахунковий ранковий пік (07:00–09:00): по просп. Григоренка – 1 240 авт/год (у двох напрямках), по вул. Драгоманова – 680 авт/год. Загальна сума прямих транзитних кореспонденцій складає 1920 авт/год. Розбіжність із загальною сумою загальнотранспортної матриці кореспонденцій (табл. 1.4. – 2303 авт/год) пояснюється наявністю правоповоротних потоків безконфліктного регулювання (рух під зелену стрілку), які здійснюють маневр поза основними фазами світлофора і не створюють прямого навантаження на затримку фаз.

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

Розрахунковий цикл світлофорного регулювання приймається:

Для існуючого стану: $C = 90$ с. Фаза просп. Григоренка – 40 с, вул. Драгоманова – 42 с, проміжний такт – 8 с.

Для проектного стану: $C = 90$ с. Кількість фаз: 3 (дві транспортних + одна захищена пішохідна LPI). Фаза просп. Григоренка – 45 с, фаза вул. Драгоманова – 30 с, LPI-фаза – 7 с, переходи між фазами – 8 с.

Розрахунок затримки та ступеня насичення

Ступень насичення (v/c) визначається як відношення інтенсивності руху (v) до пропускної здатності підходу ($c = S \cdot \frac{g}{c}$), де S – потік насичення (прийнятий як 1900 авт/год на смугу з урахуванням геометричних коефіцієнтів). Для існуючого стану через обмежену кількість смуг коефіцієнти насичення становлять $\frac{v}{c} = 0,91$ для просп. Григоренка та $\frac{v}{c} = 0,88$ для вул. Драгоманова.

Для проектного стану, завдяки перерозподілу та розширенню смуг руху, коефіцієнти насичення знижуються до $\frac{v}{c} = 0,82$ для просп. Григоренка та $\frac{v}{c} = 0,74$ для вул. Драгоманова.

Середня затримка на зупинений транспортний засіб для кожного напрямку визначається за формулою Webster (у редакції HCM):

$$d = d_1 \times PF + d_2 \quad (3)$$

де:

- d_1 – рівномірна затримка (с/авт);
- PF – коефіцієнт прогресії (для регульованого перехрестя без координації $PF = 1,0$);
- d_2 – додаткова затримка від випадкових коливань потоку.

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

Розрахунок для існуючого стану

Рівномірна затримка для головного напрямку (просп. Григоренка) де:

- $C = 90$ с – цикл;
- $g = 45$ с – ефективна зелена фаза;
- $v/c = 0,91$ – ступінь насичення.

$$d_1 = \frac{0,5 \times C \times (1 - g/C)^2}{1 - (g/C) \times (v/c)} \quad (4)$$

$$d_1 = \frac{0,5 \times 90 \times \left(1 - \frac{45}{90}\right)^2}{1 - \left(\frac{45}{90}\right) \times 0,91} = \frac{45 \times 0,3086}{1 - 0,4044} = \frac{13,89}{0,5956} = 23,3 \text{ с/авт}$$

З урахуванням коефіцієнту випадкової затримки $d_2 = 19$ с/авт (за таблицею НСМ для $v/c = 0,91$):

$$d = 23,3 + 19 = 42,3 \text{ с/авт} \quad (\text{клас LOS D})$$

Рівномірна затримка для другорядного напрямку (вул. Драгоманова) де:

- $C = 90$ с – цикл;
- $g = 42$ с – ефективна зелена фаза;
- $v/c = 0,88$ – ступінь насичення.

$$d_1 = \frac{0,5 \times 90 \times \left(1 - \frac{45}{90}\right)^2}{1 - \left(\frac{45}{90}\right) \times 0,88} = \frac{45 \times 0,2844}{1 - 0,4106} = \frac{12,80}{0,5894} = 21,7 \text{ с/авт}$$

З урахуванням коефіцієнту випадкової затримки $d_2 = 39,7$ с/авт (за таблицею НСМ для $v/c = 0,88$, через гірші умови геометричного роз'їзду):

$$d = 21,7 + 39,7 = 61,4 \text{ с/авт} \quad (\text{клас LOS E})$$

Розрахунок для проектного стану

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

Рівномірна затримка для головного напрямку (просп. Григоренка) де:

- $C = 90$ с – цикл;
- $g = 45$ с – ефективна зелена фаза;
- $v/c = 0,82$ – ступінь насичення.

$$d_1 = \frac{0,5 \times 90 \times \left(1 - \frac{45}{90}\right)^2}{1 - \left(\frac{45}{90}\right) \times 0,82} = \frac{45 \times 0,25}{1 - 0,41} = \frac{11,25}{0,59} = 19,1 \text{ с/авт}$$

З урахуванням коефіцієнту $d_2 = 9,6$ с/авт (за таблицею HCM для $v/c = 0,82$) загальна затримка:

$$d = 19,1 + 9,6 = 28,7 \text{ с/авт, що відповідає класу LOS C}$$

Рівномірна затримка для другорядного напрямку (вул. Драгоманова) де:

- $C = 90$ с – цикл;
- $g = 30$ с – ефективна зелена фаза;
- $v/c = 0,74$ – ступінь насичення.

$$d_1 = \frac{0,5 \times 90 \times \left(1 - \frac{30}{90}\right)^2}{1 - \left(\frac{30}{90}\right) \times 0,74} = \frac{45 \times 0,444}{1 - 0,246} = \frac{20,0}{0,754} = 26,5 \text{ с/авт}$$

З урахуванням зниження випадкової затримки за рахунок нової смуги $d_2 = 11,7$ с/авт:

$$d = 26,5 + 11,7 = 38,2 \text{ с/авт, що відповідає класу LOS D}$$

Покращення порівняно з існуючим станом пов'язане з оптимізацією фазового розподілу та перерозподілом смуг руху та впровадженням островців безпеки.

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

Результати моделювання

Таблиця 2.4. Результати транспортного моделювання перетину

Напрямок / показник	Q, авт/год	d, с/авт (існуючий)	d, с/авт (проектний)	LOS (існуючий)	LOS (проектний)
Просп. Григоренка (гол. напр.)	1 240	42,3	28,7	D	C
Вул. Драгоманова (другоряд.)	680	61,4	38,2	E	D
Пішохідний перехід (просп.)	–	72–88	25–30	D–E	B–C
Пішохідний перехід (вул.)	–	65–80	22–28	D–E	B–C
Пропускна здатність перехрестя, авт/год	–	1 620	2 180	–	–

Результати моделювання свідчать про суттєве підвищення ефективності функціонування перетину після реалізації проектного рішення. Пропускна здатність перехрестя зростає з 1 620 до 2 180 авт/год (на 34,6%). Час очікування пішоходів на переході скорочується з 72–88 с до 25–30 с завдяки виділенню захищеної пішохідної LPI-фази. Рівень пішохідного обслуговування підвищується з класу D–E до класу B–C, що підтверджує ефективність прийнятих проектних рішень.

Комплекс заходів, передбачених розрахунково-проектним розділом, – розширення тротуарів до 4,5 м, влаштування острівців безпеки шириною 2,0 м, запровадження LPI-фази, облаштування тактильної плитки та знижених бортових каменів, організація велосипедного руху – у сукупності забезпечує підвищення рівня пішохідного обслуговування (PLOS) з незадовільного (D–E) до доброго (B–C), що є кількісно доведеним результатом проектних рішень.

2.10. Визначення обсягів земляних робіт

Земляні роботи становлять значну частину процесу облаштування перетину. Вони охоплюють розробку виїмок і зведення насипів для будівництва проїзної та пішохідної частин магістралей. Також фінішне планування всієї території транспортного вузла.

Для мінімізації похибок та усунення людського фактору, обчислення обсягів земляних робіт найефективніше виконувати за допомогою програмного забезпечення CIVIL 3D.

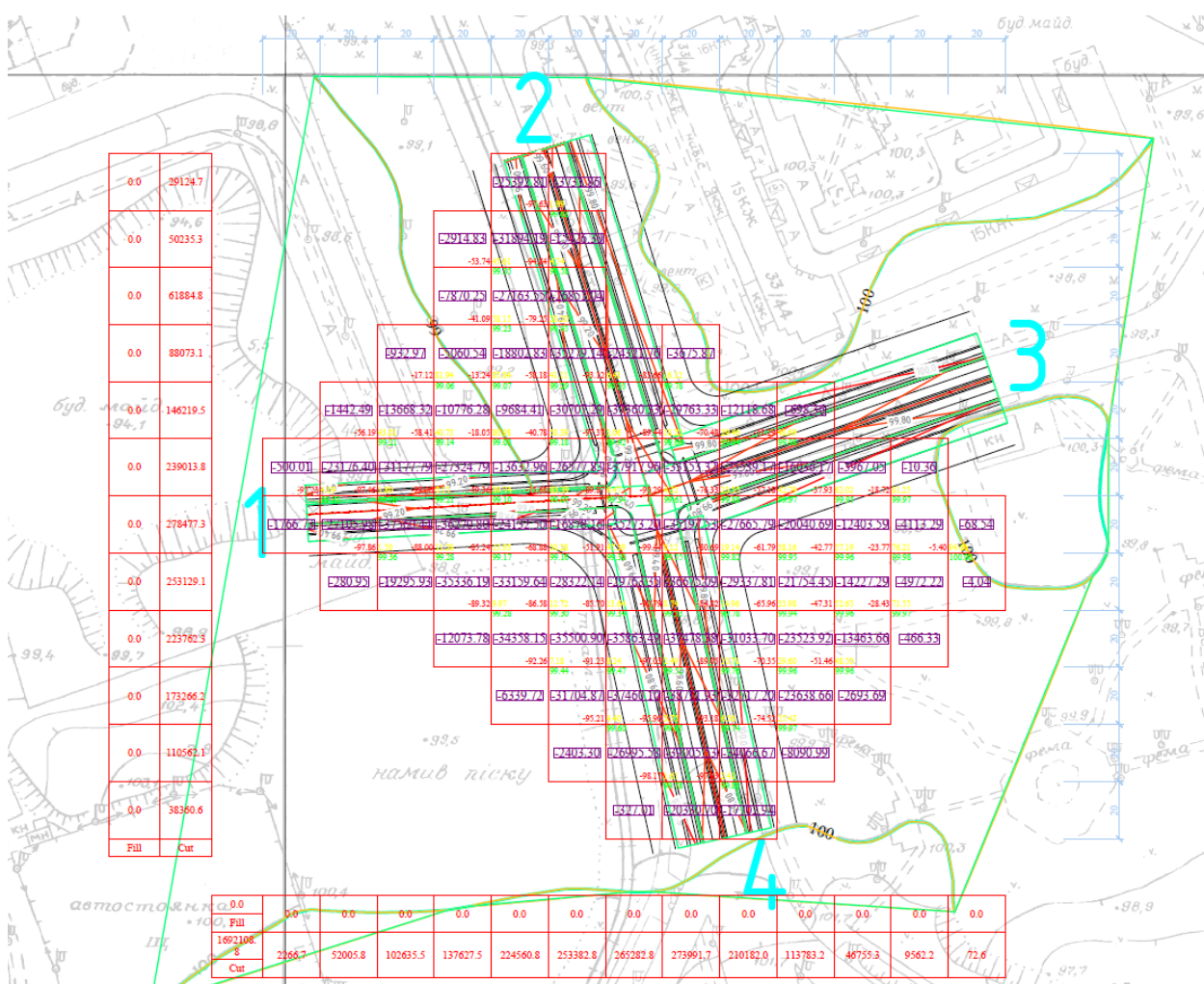


Рис. 2.5. План земляних робіт

2.11. Визначення транспортно-експлуатаційних показників проєкту

2.11.1 Кошторисно-фінансовий розрахунок

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

Кошторисно-фінансовий розрахунок будівництва запроєктованого перетину виконується на основі визначених обсягів основних будівельних робіт. Результати розрахунків наведено в таблиці 2.5.

Табл. 2.5. Кошторисно-фінансовий розрахунок

№ п/п	Найменування робіт і витрат	Од. вим.	Обсяг робіт	Ціна одиниці, грн	Вартість, грн
Розділ 1. Земляні роботи					
1.1	Розроблення ґрунту екскаватором, вивезення	м³	16 921	300	5 076 300
Разом по розділу 1:					5 076 300
Розділ 2. Дорожній одяг проїзної частини					
2.1	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м²	19 400	1300	25 220 000
Разом по розділу 2:					25 220 000
Розділ 3. Тротуари та велосипедні доріжки					
3.1	Підготовка основи – пісок річковий ущільнений (h=100 мм)	м²	5658	62.50	353 625.00
3.2	Влаштування щебеневої основи тротуару (h=150 мм)	м²	5658	118.60	671 038.80
3.3	Влаштування цементно- піщаного вирівнювального шару (h=30 мм)	м²	5658	74.20	419 823.60
3.4	Мощення тротуарів фігурними елементами мощення ФЕМ	м²	4243.5	800	3 394 800
3.7	Влаштування покриття велодоріжки – кольоровий АБ	м²	1414.5	400	565 800
Разом по розділу 3:					5 405 088.00
Розділ 4. Бортовий камінь					
4.1	Встановлення бортового каменю дорожнього	п.м	3820	248.50	949 270.00
Разом по розділу 4:					949 270.00
Розділ 5. Водовідведення					
5.1	Влаштування дощеприймального колодязя	шт	42	22 640.00	950 880.00
Разом по розділу 5:					950 880.00
Розділ 6. Зовнішнє освітлення					

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

6.1	Встановлення опори освітлення та монтаж LED-світильника консольного 150 Вт (тип 1)	шт	8	12 400.00	99 200.00
6.2	Встановлення опори освітлення та монтаж LED-світильника декоративного 60 Вт (тип 2)	шт	20	7 200.00	144 000.00
6.3	Встановлення опори освітлення та монтаж LED-світильника асиметричного 100 Вт (тип 3, перехід)	шт	8	14 800.00	118 400.00
Разом по розділу 6:					361 600.00
Розділ 7. Острівці безпеки та пішохідні переходи					
7.1	Влаштування острівця безпеки з підвищеним покриттям ФЕМ (2,0×4,0 м)	шт	4	24 800.00	99 200.00
7.2	Влаштування гумового антиковзного покриття зупинкового майданчика h=40 мм	м²	15	1240.00	18 600.00
7.3	Влаштування пандусу зниженого бортового каменю для МГН (ухил 1:12, ш.1.5м)	шт	16	8 640.00	138 240.00
7.4	Встановлення огородження пішохідного переходу (парапетне, L=2м, шт)	шт	32	4 200.00	134 400.00
Разом по розділу 7:					390 440.00
Розділ 8. Дорожні знаки та розмітка					
8.1	Встановлення дорожнього знака на металевій стійці ø60 мм	шт	28	4 850.00	135 800.00
8.2	Нанесення розмітки 1.1 суцільна лінія термопластиком ш.100 мм	п.м	3772	48.60	183 319.20
8.3	Нанесення розмітки 1.5 переривчаста лінія термопластиком	п.м	2840	42.40	120 416.00
8.4	Нанесення розмітки 1.14.1 «зебра» термопластиком з антиковзним наповн.	м²	192	486.00	93 312.00

8.5	Нанесення розмітки 1.17 острівцець безпеки термопластиком жовтим	м²	32	524.00	16 768.00
8.6	Нанесення розмітки 1.24.1 велодоріжка холодним пластиком червоним	м²	212	612.00	129 744.00
Разом по розділу 8:					679 359.20
Проміжна сума:					39 032 937,2
Розділ 9. Перекладання інженерних мереж					
9.1	Перекладання інженерних мереж	%	15%	$\Sigma_{(1-7)} \cdot 0,15$	5 854 940,58
Разом по розділу 9:					5 854 940,58
Всього по розділам:					44 887 877,78

Розрахунок традиційно базується на каталогах Єдиних районних одиничних розцінок (ЄРОР), які враховують складність робіт та особливості району будівництва. Загальну вартість кожного виду робіт визначають як добуток її обсягу на одиничну розцінку.

Кошторисна вартість будівництва проїзної частини формується з витрат на будівництво дорожнього одягу, водовідвідних споруд та влаштування бортового каменю. Оцінка 1 м² дорожнього одягу обмежується витратами на влаштування корита, основи, підстиляючого шару та фінішного покриття. Для попереднього техніко-економічного аналізу та оцінки ефективності проєктних рішень наведено укрупнені показники вартості будівництва і експлуатації окремих елементів транспортного вузла.

2.11.2. Річні дорожні витрати

Річні дорожні витрати (Д) до виконання реконструкції враховують щорічні витрати на капітальний та поточний ремонт дорожнього одягу, а також утримання покриття перетину. Розрахунок визначають за формулою:

$$Д = 0,01 \cdot C_{од} \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a, \quad (7)$$

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

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

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

F – площа дорожнього покриття;

a – вартість утримання m^2 дорожнього покриття перетину, 100 грн.

$$D = 0,01 \cdot 1300 \cdot 8557 \cdot (0,05 + 0,01) + 8557 \cdot 100 = 862\,374,46 \text{ грн}$$

Розрахунок річних дорожніх витрат **після реконструкції** (D') визначають за тією ж формулою, використовуючи відповідні розрахункові значення для оновленого варіанту перетину:

$$D' = 0,01 \cdot 19400 \cdot 1300 \cdot (0,05 + 0,01) + 19400 \cdot 100 = 1\,955\,132 \text{ грн}$$

Оскільки площа дорожнього покриття зазвичай перевищує площу регульованого чи нерегульованого перетину до реконструкції, річні дорожні витрати **після реконструкції** (D') будуть більшими порівняно з початковим станом:

$$D' > D \quad (8)$$

$$1\,955\,132 > 862\,374,46$$

Для оцінки ефективності влаштування перетину порівняно з іншими схемами організації дорожнього руху, доцільно розрахувати величину ΔD , яка відображає зростання річних дорожніх витрат внаслідок реконструкції:

$$\Delta D = D' - D, \quad (9)$$

де ΔD – зміна річних дорожніх витрат внаслідок реконструкції, грн.

$$\Delta D = 1\,955\,132 - 862\,374,46 = 1\,092\,757,54 \text{ грн}$$

2.11.3. Річні транспортні витрати

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

До реконструкції:

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

$$\Sigma K = (\Sigma T_{\text{год}} + \Sigma T_{\text{дод}}) \times S, \quad (10)$$

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

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

S – прийнята вартість 1 години часу, 290 грн.

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

$$T_{\text{год}} = N \cdot \frac{t_K + 2t_J}{2 \cdot 3600 \cdot T_{\text{Ц}}} ((t_K + t_J) + 0,56V) \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (11)$$

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

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

t_K – тривалість червоного сигналу, с;

t_J – 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.

$$T_{\text{год1}} = 0 \cdot \frac{75 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 100} ((75 + 5) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,085} = 0 \text{ авт/рік}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{год}2} = 427 \cdot \frac{75 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 100} ((55 + 5) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,085} = 13\,339 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{год}3} = 0 \cdot \frac{75 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 100} ((75 + 5) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,085} = 0 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{год}4} = 539 \cdot \frac{75 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 100} ((55 + 5) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,085} = 16\,838 \text{ авт/рік}$$

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

$$\sum T_{\text{год}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n, \quad (12)$$

$$\sum T_{\text{год}} = 13\,339 + 16\,838 = 30\,177 \text{ авт/рік}$$

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

$$T_{\text{дод}} = N_i \cdot \frac{S}{V} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (13)$$

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

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

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

$$T_{\text{дод}1}^{\text{вих}} = 593 \cdot \frac{103}{8,33} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{0,085} = 8746 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}2}^{\text{вх}} = 427 \cdot \frac{103}{8,33} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{0,085} = 6297 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}2}^{\text{вих}} = 7 \cdot \frac{103}{8,33} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{0,085} = 103 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

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

$$T_{\text{дод}_3}^{\text{вих}} = 434 * \frac{103}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 6401 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_4}^{\text{вих}} = 268 * \frac{103}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 3953 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_4}^{\text{вих}} = 539 * \frac{103}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 7949 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

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

$$\sum T_{\text{год}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n \quad (14)$$

$$\sum T_{\text{год}} = 33449 \text{ авт/рік}$$

Витрати на проходження регульованого перехрестя:

$$\sum K = (\sum T_{\text{год}} + \sum T_{\text{дод}}) \times S \quad (15)$$

$$\sum K = (30\,177 + 33\,449) * 290 = 18\,451\,540 \text{ грн}$$

Після реконструкції:

Для зручності підрахунків доцільніше спочатку визначити для кожного напрямку вулиць витрати від простою транспорту біля світлофорів, а потім вести підрахунки річних транспортних витрат, якщо заповнити форми-таблиці – 8, 9 та 10 (і для регульованого перехрестя, і для саморегульованого кільцевого перехрестя).

Табл.2.6. Інтенсивності руху транспорту в «години-пік» на перетині магістралей за напрямками, авт./год

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)			
	1	2	3	4

Вхід	1	0	-	434	593
	2	427	7	-	268
	3	-	-	-	-
	4	539	-	35	0

Табл. 2.7. Витрати часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками, с

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)			
	1	2	3	4
1	-	2,3	9,6	3,2
2	3,2	-	1,9	9
3	-	-	-	-
4	2,3	9,1	3,2	-

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

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

Табл. 2.8. Підрахунок витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години «пік», с

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)				Всього за напрямками в'їзду
	1	2	3	4	
1	0	0	4166,4	1897,6	6064
2	1366,4	0	0	2412	3778,4
3	0	0	0	0	0
4	1239,7	0	112	0	1351,7
Всього за напрямками виїзду	2606,1	-	4278,4	4309,6	11194,1

Для отримання показників клітинок табл. 10 необхідно перемножити показники відповідних клітинок табл. 8 і 9. Підбивши суму клітинок останнього рядка отримаємо в правій нижній клітинці табл. 9 величину

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

підсумкових річних витрат часу на рух транспорту в межах перетину, а зробивши суму клітинок останнього правого стовпчика, отримаємо можливість зробити контроль цих обчислень.

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

$$\Sigma K' = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} / 3600 * \frac{365}{\beta} * S, \quad (16)$$

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

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

S – прийнята вартість 1 години часу, грн.;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

$$\Sigma K' = \frac{11194,1}{3600} * \frac{365}{0,085} * 290 = 3\,872\,207,46 \text{ грн}$$

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

$$\Delta K = K - K', \quad (17)$$

$$\Delta K = 18\,451\,540 - 3\,872\,207,46 = 14\,579\,332,54 \text{ грн}$$

2.11.4. Термін окупності капіталовкладень

Термін окупності капіталовкладень (T_o) для влаштування перетину магістралей в одному рівні визначаємо за формулою 18. При цьому для визначення терміну окупності в даному випадку після аналізу можливих варіантів перетину в одному рівні вибирають можливий найкращий, і визначають тільки можливі непродуктивні підсумкові витрати за рахунок

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

затримок транспорту в період руху в необхідних напрямках через цей варіант перетину магістралей в одному рівні (решту витрат не враховують).

При реконструкції перетину магістралей в одному рівні термін окупності (T_0) капіталовкладень визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{C}{(K+D)-(K'+D')}, \quad (18)$$

$$T_0 = \frac{44\,887\,877,78}{(18\,451\,540 + 862\,374,46) - (3\,872\,207,46 + 1\,955\,132)} = 3,32 \text{ років}$$

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

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

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

2.11.5. Коефіцієнт окупності капіталовкладень

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень можна встановити за наступною формулою:

$$E = \frac{1}{T_0} \quad (18)$$

$$E = \frac{1}{3,32} = 0,3 = 30 \%$$

Конструктивний розділ

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

3.1. Освітлення

Проектом передбачається три типи опор освітлення. Опори типу 1 – конічні сталеві опори висотою 10–12 м на проїзній частині з консольними кронштейнами для LED-світильників потужністю 150 Вт, температура кольору 4000 К (нейтральний білий). Розміщення: однорядне на розподільній смузі з кроком 30–35 м. Опори типу 2 – сталеві декоративні опори висотою 4,5–6,0 м вздовж тротуарів та велодоріжок з LED-світильниками 60 Вт, крок 20–25 м. Опори типу 3 – спеціалізовані опори освітлення пішохідних переходів висотою 8–10 м з асиметричними LED-світильниками 100 Вт, що формують направлений потік світла безпосередньо на поверхню переходу та фігуру пішохода (підсвітлення «знизу-вгору» для підвищення видимості пішохода водієм).

Усі опори обладнуються системою дистанційного керування та моніторингу (SCADA), що дозволяє регулювати рівень освітленості залежно від часу доби та погодних умов. У нічний час (00:00–05:00) при відсутності пішохідного руху рівень освітленості може знижуватись до 50% від нормованого для економії електроенергії (режим dimming). На пішохідних переходах зниження рівня освітленості не допускається у жодний час доби. Нормативна освітленість на пішохідних переходах становить не менше 75 лк відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 [4] «Природне і штучне освітлення», рівномірність освітленості – не менше 0,4. На тротуарах середня освітленість становить не менше 10 лк, на велосипедних доріжках – не менше 15 лк. Такі параметри забезпечують безпечний рух пішоходів та велосипедистів у темну пору доби та відповідають цільовим показникам, визначеним в аналітичному розділі.

3.2. Озеленення

Озеленення вулиць у зоні перехрестя виконується відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 [2] «Планування і забудова територій», ДБН В.2.3-5:2018 [1] та

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

Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України. Загальна концепція озеленення базується на принципі «захисного коридору»: безперервний ряд вуличних дерев вздовж тротуарів формує фізичний та психологічний бар'єр між пішоходом і транспортним потоком, забезпечує тінь у літній період та знижує рівень шуму та забруднення повітря у пішохідній зоні.

Основна порода – липа серцелиста (*Tilia cordata*) – обрана з огляду на такі характеристики: висока стійкість до міських умов (засоленість ґрунту від реагентів, забруднення повітря, ущільнення ґрунту); швидкий ріст (30–50 см/рік); густа крона, що забезпечує ефективне затінення; значна тривалість життя (понад 100 років); естетична цінність (цвітіння у липні, аромат). Дерев висаджуються у ряд уздовж захисної смуги з кроком 6–8 м (залежно від розміщення опор освітлення та інженерних мереж), з відступом від краю тротуару 0,75 м та від проїзної частини 1,0 м.

Посадкові місця дерев обладнуються деревними решітками (решітка захисна 1,0×1,0 м з чавуну або поліетилену) для захисту кореневої зони від ущільнення пішоходами. Ґрунт у посадковій ямі (об'єм не менше 1,5 м³) замінюється на структурований ґрунт зі скелетним заповнювачем (*Silva Cell* або аналог), що дозволяє розвиватись кореням під твердим покриттям тротуару без його деформації. Передбачається система краплинного зрошення з підключенням до міського водопроводу.

У зоні зупинки «Парк Позняки» та на підходах до пішохідних переходів влаштовуються квіткові клумби площею 4–6 м² кожна. Асортимент: лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia*) – основний компонент (60%), сальвія лікарська (*Salvia officinalis*) – (20%), декоративні злаки (*Festuca glauca*, *Stipa tenuissima*) – (20%). Такий підхід забезпечує декоративну цінність протягом всього вегетаційного сезону (травень–жовтень), мінімальний догляд та

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

стійкість до умов міського середовища. Квітники обрамлюються бортовими каменями висотою 0,10 м, що виключає занесення субстрату на тротуар.

3.3. Острівці безпеки

Острівці безпеки є елементами дорожньої інфраструктури, що фізично розмежовують зустрічні смуги руху та забезпечують проміжне місце очікування для пішоходів при двофазному переході широкої проїзної частини. На перетині просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова влаштовуються чотири острівці безпеки – по одному на кожному напрямку перетину.

Конструкція острівця: ширина 2,0 м (нормативний мінімум за ДБН В.2.3-5:2018 [1] – 1,5 м; прийнято збільшення до 2,0 м для зручності МГН); довжина 4,0 м; висота підвищеної частини над рівнем проїзної частини 0,12–0,15 м. Підвищена частина обрамлюється бортовим каменем дорожнім БД-1 (ДСТУ Б В.2.7-210) у стандартному виконанні. У межах пішохідного переходу бортовий камінь знижується до 0 з похилою ділянкою довжиною 1,0 м, ухил 8,3% (1:12).

Покриття поверхні острівця – ФЕМ з антиковзним рельєфом, колір сірий, з жовтою попереджувальною тактильною смугою 0,6 м по всьому периметру. Дорожня розмітка навколо острівця – 1.17 (жовтий термопластик), що позначає межі острівця на поверхні проїзної частини. Острівці обладнуються дорожнім знаком 5.35 «Острівець безпеки» на стійці у торцевій частині.

Відповідно до рекомендацій NACTO (Urban Street Design Guide, розділ «Pedestrian Islands»), ефективний острівець безпеки повинен: мати ширину не менше 1,8 м для комфортного розміщення людини з візком; бути достатньо довгим для одночасного перебування 4–6 осіб; мати чітке тактильне та візуальне позначення; не створювати «пасток» для пішоходів при несправності світлофора.

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

3.4. Дорожня розмітка

Дорожня розмітка на перехресті виконується відповідно до ДСТУ 2587:2010 «Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролювання» та Правил дорожнього руху України. Матеріал розмітки – термопластик з антиковзними склокульками (скловолокно) для нанесення методом екструзії. Термопластик забезпечує термін служби не менше 2–3 років для ліній і не менше 1–2 років для «зебри» при інтенсивності руху понад 5000 авт/добу. Кольорова розмітка (червона) для велодоріжок виконується холодним пластиком або акриловою фарбою з підвищеним вмістом антиковзного наповнювача.

Пішохідний перехід «зебра» (розмітка 1.14.1) виконується смугами 0,40 м завширшки з рівними проміжками 0,40 м відповідно до ДСТУ 2587:2010. Ширина переходу – 4,0 м (мінімальна нормативна вимога для магістральних вулиць). На підходах до переходу наноситься попереджувальна розмітка 1.12 (стоп-лінія) на відстані 1,0 м від початку переходу. Для підвищення видимості переходу у темний час доби застосовуються скловідбивні елементи, вбудовані у термопластик (тип II за ДСТУ EN 1790).

Велосипедний переїзд через перехрестя позначається кольоровою розміткою 1.24.1 червоного кольору шириною 1,5 м та суміщеними знаками 4.12 (велосипедна доріжка) і 5.62.1 (місце перетину велосипедної доріжки з проїзною частиною). На відстані 3,0 м від краю проїзної частини велосипедиста попереджає розмітка 1.12 (стоп-лінія для велосипедистів) та дорожній знак 2.1 (дати дорогу). Кольоровий велосипедний переїзд наноситься поверх основної розмітки та є легко відновлюваним без демонтажу основного покриття.

3.5. Конструкція дорожнього покриття

Конструкція дорожнього одягу проїзної частини проектується для магістральних вулиць загальноміського та районного значення відповідно до

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

вимог ДБН В.2.3-5:2018 [1] , ДСТУ Б В.2.7-127 та нормативних вимог до капітальних типів дорожнього одягу. Дорожній одяг проїзної частини відноситься до капітального типу і розраховується на нормативний термін служби не менше 25 років при розрахунковому навантаженні 115 кН на вісь.

Вибір конструктивних шарів обґрунтовується необхідністю забезпечення міцності дорожнього одягу під дією розрахункових транспортних навантажень, кліматичними умовами І-Б дорожньо-кліматичної зони (Київська область), категорією вулиці та геологічними умовами ділянки. Тип дорожнього одягу – нежорсткий, що є загальноприйнятим рішенням для реконструкції міських магістралей.

Верхній шар покриття з щільного дрібнозернистого асфальтобетону типу А марки І (ЩДАБ-А-І) є стандартним рішенням для міських магістралей з інтенсивним рухом. Вміст бітуму марки БНД 60/90 становить 6,0–6,5% від маси суміші. Показник колієстійкості ПГ ≥ 52 при 60°C забезпечує стійкість до утворення колій в умовах літніх температур Києва. Коефіцієнт зчеплення покриття з шиною при мокрому стані – не менше 0,45, що відповідає вимогам безпеки на пішохідних переходах.

Геотекстиль нетканий між піщано-гравійною сумішшю та підстильним ґрунтом запобігає взаємопроникненню матеріалів, підвищує рівномірність розподілу навантажень та продовжує термін служби дорожнього одягу. Щільність геотекстилю ≥ 200 г/м² є нормативною вимогою для умов важкого та середнього руху.

Для пішохідних переходів передбачається застосування кольорового (червоного) асфальтобетонного покриття завтовшки 40 мм поверх основного пирога проїзної частини. Кольорове покриття виконується з додаванням пігменту (залізооксидний червоний) або шляхом нанесення акрилового покриття по існуючому асфальтобетону. Таке рішення відповідає рекомендаціям NACTO Urban Street Design Guide щодо підвищення видимості

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

пішохідних переходів та є доведеним заходом зниження швидкості транспорту перед переходом.

Фігурні елементи мощення (ФЕМ) тротуарного покриття виготовляються з важкого бетону класу міцності C40/50 відповідно до ДСТУ EN 1338. Номінальна товщина елементів – 60 мм, що є стандартним рішенням для пішохідних зон зі щільним рухом. Форма елементів – прямокутна (200×100 мм), що забезпечує простоту вкладання та мінімальну кількість підрізів на криволінійних ділянках.

Кольорове рішення ФЕМ: сірий – основна смуга руху пішоходів; червоний/теракотовий – велосипедна доріжка та зони перетину велодоріжки з тротуаром; жовтий – тактильна попереджувальна та напрямна плитка. Кольорове зонування виконується в масі бетону (стійкий до вицвітання пігмент), не фарбуванням поверхні. Вкладання ФЕМ виконується «ялинкою» під кутом 45° до напрямку руху, що забезпечує кращу стійкість до зсуву при динамічних навантаженнях.

3.6. Зупинковий павільйон

Зупинка громадського транспорту є вузловим елементом пішохідно-транспортної системи перехрестя, де концентрується найбільша кількість пішоходів. Для зупинки «Парк Позняки» пропонується концепція екологічної автобусної зупинки з використанням перероблених матеріалів та елементів зеленої інфраструктури. Концепція базується на рекомендаціях ITDP (Institute for Transportation and Development Policy) та досвіді реалізації зупинок нового покоління у містах-партнерах: Вроцлав (Польща), Таллінн (Естонія), Вільнюс (Литва).

Павільйон має габаритні розміри 7500×2000×3050 мм. Несучий каркас виконується з профілів переробленого пластику HDPE (поліетилен високої щільності), що забезпечує корозійну стійкість та не потребує фарбування. Колір каркасу – темно-сірий антрацит. Дах односхилий з нахилом 10°, на

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якому розміщуються чотири сонячні панелі потужністю 4×100 Вт та шар субстрату з седумом (зелений дах). Зелений дах виконує функцію додаткової теплоізоляції, затримки зливових вод та покращення мікроклімату в зоні очікування. Задня стінка – перфорована алюмінієва панель з лазерним різом у вигляді силуету соснового лісу, що забезпечує вентиляцію та естетичну привабливість. Енергозабезпечення автономне: сонячні панелі через контролер заряду живлять акумулятор LiFePO₄ ємністю 2 кВт·год, який забезпечує роботу LED-освітлення (стрічка 3000 К по периметру даху), е-рарег табло та USB-зарядних станцій.

Функціональне наповнення павільйону: лавки з деревно-полімерного композиту (WPC) теракотового кольору з поручнями на двох рівнях (0,90 м та 0,70 м) – для дорослих та для користувачів крісел-колясок відповідно; відкидні секції лав для звільнення простору під крісло-коляску; зарядні станції USB-A та USB-C, вбудовані в поручні; е-рарег табло прибуття транспорту 32 дюйми з WiFi-підключенням; кнопка SOS на висоті 0,85 м з тактильним рельєфним позначенням; аудіо-динамік 5 Вт для голосового оголошення прибуття транспорту (для осіб з вадами зору). Підлога зони очікування виконується з гумової плитки з переробленої гуми (h=40 мм) з антиковзним рифленням. З боку проїзної частини павільйон обладнується накладним жовтим маркуванням «місце зупинки» завширшки 0,20 м на бортовому камені та підвищеним посадковим майданчиком шириною 2,0 м, рівень якого відповідає підлозі трамваю (висота 0,20–0,22 м над проїзною частиною). Посадковий майданчик виконується з антиковзного ФЕМ, обладнується тактильними напрямними смугами від входу в павільйон до краю посадкового майданчика та дорожнім знаком 5.45 «Місце зупинки автобуса».

Посадковий майданчик піднятий на +180 мм над рівнем проїзної частини, що відповідає висоті підлоги низькопідлогового автобуса та забезпечує посадку без сходинок. З обох торців зупинки влаштовуються пандуси завширшки 1,5 м з ухилом 1:12 (8,3 %) відповідно до ДБН В.2.2-

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

40:2018 [3]. Поверхня пандусу – гумова плитка з антиковзним рифленням. У середній секції павільйону між лавками передбачений відкритий майданчик 1,5×0,9 м для розміщення крісла-коляски або дитячого візочка; відстань від краю майданчика до першої перешкоди (стійка каркасу) – не менше 1,5 м (нормативний радіус розвороту крісла-коляски). Жовта тактильна смуга ПВХ шириною 0,6 м вздовж краю посадкового майданчика сигналізує про небезпечну зону. Зупинка обладнується дорожнім знаком 5.45 «Місце зупинки автобуса».

3.7. Застосування міжнародних стандартів проєктування міських вулиць

NACTO (National Association of City Transportation Officials) Urban Street Design Guide є провідним міжнародним довідником з проєктування міських вулиць, орієнтованих на безпеку та комфорт пішоходів, велосипедистів і користувачів громадського транспорту. Рекомендації NACTO широко застосовуються у проєктуванні міської вулично-дорожньої мережі в Україні з 2016 року та використовуються як методологічна основа для ряду підрозділів даного проєкту.

3.7.1. Принципи NACTO, реалізовані у проєкті

Концепція Vision Zero передбачає повну неможливість загибелі людей та отримання ними серйозних травм у дорожньо-транспортних пригодах. У межах даного проєкту її принципи втілено через запровадження випереджувальної пішохідної фази LPI з додатковим часом 5–7 секунд до початку зеленого сигналу для останніх учасників руху, нанесення кольорового покриття на пішохідні переходи, забезпечення підвищеного рівня освітленості переходів не менше 75 лк.

Концепція Complete Streets обґрунтовується на принципі рівного права всіх учасників руху на комфортне та безпечне пересування. У проєкті її реалізовано шляхом розширення тротуарів з наявних 2,0–3,0 м до 4,5 м,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прокладання безперервної велосипедної доріжки завширшки 1,5 м, облаштування інклюзивних елементів – тактильного покриття, зменшених бортових каменів та островців завширшки 2,0 м, – а також зупинкового павільйону з підвищеним посадковим майданчиком.

Принцип Pedestrian Priority at Intersections, закріплений у рекомендаціях НАСТО, передбачає скорочення радіусів заокруглення кутів проїзної частини до $R = 3\text{--}5$ м, підняття пішохідних переходів до рівня тротуару, запровадження LPI-фази та заборону правого повороту на червоний сигнал. У даному проекті реалізовано ЛПІ та зменшення радіусів на другорядних підходах до перехрестя до $R = 5$ м.

Концепція Protected Bike Lanes забезпечує фізичне відокремлення велосипедної інфраструктури від транспортного потоку. У проекті велодоріжку відокремлено бортовим каменем від проїзної частини, покрито позначеним кольором, на підходах до перехрестя передбачено окрему сигнальну фазу. Ширина доріжки становить 1,5 м, що відповідає мінімальному нормативу НАСТО для однонаправленої велосипедної смуги.

3.7.2. Посилання на аналогічні реалізовані проекти

Як підтвердження ефективності прийнятих рішень наводяться три міжнародні аналоги, що реалізовані у містах з подібним до Києва урбаністичним контекстом (широкі радянські магістралі, щільна забудова, трамвайні лінії).

St. Josephlaan (Нідерланди, реконструкція 2022 р.) – перетворення Кільцевої дороги на міський бульвар в межах програми реорганізації Західного транспортного коридору міста. Реконструкція передбачала налаштування двонаправленої велодоріжки завширшки 2,5 м, розширення тротуарів до 4,0–5,0 м та налаштування захищених пішохідних переходів. Концепція спрямована на пріоритетність пішохідного та велосипедного руху

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

на протипагу транзитному автомобільному – що відповідає меті підвищення PLOS у даному проєкті.

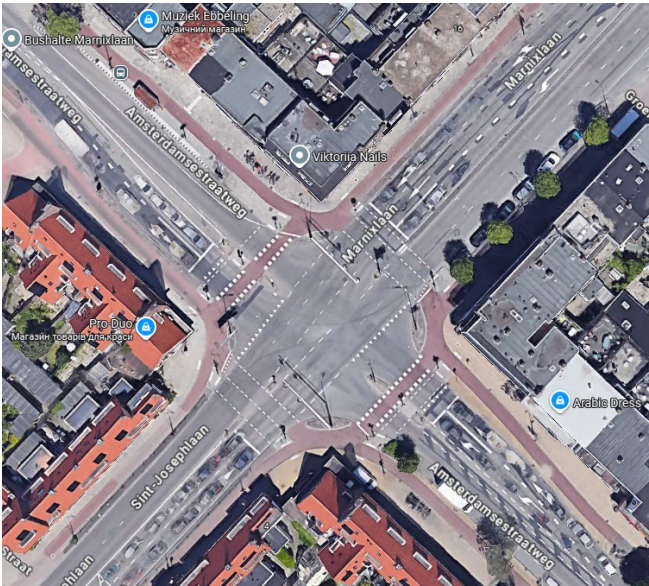


Рис.3.1. Sint-JosephlaanUtrecht, Нідерланди

Marszałkowska, Варшава (Польща, 2024–2025) – реалізація концепції «зеленої вулиці» з деревами через кожні 6 м, вбудованими лавами та системою поверхневого водовідведення через газон. Є прямим функціональним аналогом захисної смуги озеленення, передбаченої у поперечному профілі вулиці Михайла Драгоманова.



Рис.3.2. Marszałkowska, Warszawa, Польща

Vestdijk, Eindhoven (Нідерланди, 2017) – перетворення паркувальної вулиці на пішохідно-велосипедний простір із торговельними функціями та зупинковими вузлами нового покоління. Цей об’єкт став концептуальним прообразом зупинки «Парк Позняки» у з’єднанні транзитної, комерційної та рекреаційної функцій в єдиному архітектурному рішенні.



Рис.3.1. Vestdijk, Eindhoven, Нідерланди

Аналіз міжнародного досвіду підтверджує, що комплекс проєктних рішень, передбачених конструктивним розділом, відповідає сучасним міжнародним стандартам проєктування міських вулиць, орієнтованих на підвищення рівня пішохідного обслуговування.

Висновки

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У кваліфікаційній роботі бакалавра виконано комплексне дослідження умов пішохідного та транспортного руху на перетині проспекту Петра Григоренка та вулиці Михайла Драгоманова у Дарницькому районі м. Києва. На основі проведеного аналізу розроблено інженерно-планувальні рішення, спрямовані на підвищення рівня обслуговування пішоходів з урахуванням сучасних нормативних вимог та міжнародного досвіду проєктування міських вулиць.

За результатами роботи зроблено такі висновки:

1. Аналіз існуючого стану перетину виявив комплекс проблем пішохідного обслуговування: рівень обслуговування пішоходів (PLOS) на переходах відповідав категорії D–E за класифікацією HCM із затримкою пішохода 72–88 с; островці безпеки на переходах через проїзну частину шириною понад 30 м були відсутні; тактильне покриття та знижені бортові камені для маломобільних груп населення не влаштовані; велосипедна інфраструктура не передбачена. Аналіз матриці кореспонденцій підтвердив, що проблема має структурний характер: загальна інтенсивність руху становить 2303 авт./год у пікову годину, з яких 1132 авт./год (49,2 %) рухаються транзитом по осі проспекту.

2. На основі порівняльного SWOT-аналізу двох альтернативних проєктних рішень – кільцевої розв'язки з підземними переходами та регульованого перехрестя з наземними переходами – обґрунтовано вибір другого варіанта як такого, що забезпечує вищий рівень доступності для всіх категорій населення, є економічно реалістичним та відповідає принципам інклюзивного міського проєктування.

3. Розроблено комплекс проєктних рішень, що включає: розширення тротуарів з 2,0–3,0 м до 4,5 м із влаштуванням захисної смуги озеленення шириною 1,5 м; влаштування островців безпеки шириною 2,0 м на всіх напрямках переходу; облаштування велосипедних доріжок шириною 1,5 м,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відокремлених від проїзної частини бортовим каменем; впровадження захищеної пішохідної фази LPI (Leading Pedestrian Interval) тривалістю 7 с; повне облаштування тактильного покриття та знижених бортових каменів відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 [3].

4. Транспортне моделювання за методикою HCM підтвердило ефективність прийнятих рішень. Середня затримка пішохода на переході зменшилась з 72–88 с до 25–30 с, що відповідає підвищенню рівня обслуговування з категорії D–E до B–C. Затримка транспортного потоку на головному напрямку (просп. Григоренка) знизилась з 42,3 до 28,7 с/авт (з LOS D до LOS C); на другорядному напрямку (вул. Драгоманова) – з 61,4 до 38,2 с/авт (з LOS E до LOS D). Пропускна здатність перехрестя зросла з 1 620 до 2 180 авт/год (на 34,6 %).

5. Конструктивними рішеннями передбачено: три типи LED-освітлення із забезпеченням нормативної освітленості пішохідних переходів не менше 75 лк (ДБН В.2.5-28:2018 [4]); озеленення захисних смуг липою серцелистою з кроком 6–8 м та системою краплинного зрошення; авторський зупинковий павільйон «ReStop» з каркасом із переробленого HDPE, зеленим дахом із седумом, сонячними панелями та повним інклюзивним облаштуванням відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 [3].

6. Кошторисна вартість реконструкції перетину становить 44 887 877,78 грн. Розрахунок транспортно-експлуатаційних показників встановив термін окупності капіталовкладень 3,32 року при коефіцієнті ефективності 0,3 (30 %).

Таким чином, мету кваліфікаційної роботи досягнуто: розроблено та обґрунтовано комплекс інженерно-планувальних рішень для реорганізації перетину просп. Петра Григоренка та вул. Михайла Драгоманова, що забезпечує кількісно доведене підвищення рівня пішохідного обслуговування з категорії D–E до B–C. Прийняті рішення відповідають чинним нормативним

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

документам України (ДБН В.2.3-5:2018 [1] , ДБН В.2.2-40:2018 [3], ДБН В.2.5-28:2018 [4]), рекомендаціям NACTO Urban Street Design Guide та методології HCM 7th Edition.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – Київ: Мінрегіон України, 2018.
2. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Київ: Мінрегіон України, 2019.
3. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. – Київ: Мінрегіон України, 2018.
4. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ: Мінрегіон України, 2018.
5. ДСТУ-Н Б В.2.2-31:2011. Будинки і споруди. Настанова з облаштування будинків і споруд цивільного призначення елементами доступності для осіб з вадами зору и слуху. Київ: Мінрегіон України, 2011.
6. Закон України «Про дорожній рух» від 30.06.1993 № 3353-XII (зі змінами). – Київ: ВРУ, 1993.
7. Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 7th Edition. – Washington, D.C.: TRB, 2022.
8. Transportation Research Board. Transit Capacity and Quality of Service Manual, 3rd Edition (TCRP Report 165). – Washington, D.C.: TRB, 2013.
9. National Association of City Transportation Officials. Urban Street Design Guide. – New York: Island Press, 2013.
10. Federal Highway Administration. Pedestrian Safety Guide and Countermeasure Selection System (PEDSAFE). – Washington, D.C.: FHWA, 2004.
11. BRT Planning Guide. Chapter 24: Intersections and Signal Control. – New York: ITDP, 2016.
12. ГО «Центр розвитку міста». Карта небезпечних пішохідних переходів Києва. – Київ, 2017.
13. Кривобок В.В. Організація дорожнього руху: навч. посіб. – Київ: НТУ, 2019. – 312 с.
14. ДСТУ 2587:2010. Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролювання. – Київ: Держспоживстандарт України, 2010.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Вікіпедія. Проспект Петра Григоренка (Київ). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Проспект_Петра_Григоренка_\(Київ\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Проспект_Петра_Григоренка_(Київ)) (дата звернення: травень 2026).

16. Вікіпедія. Вулиця Михайла Драгоманова (Київ). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Вулиця_Михайла_Драгоманова_\(Київ\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Вулиця_Михайла_Драгоманова_(Київ)) (дата звернення: травень 2026).

17. КП «Київпастранс». Маршрутна мережа міського пасажирського транспорту. URL: <https://kpt.kyiv.ua> (дата звернення: травень 2026).

18. Moovit. Розклад та маршрути ГТ у Києві. URL: <https://moovitapp.com> (дата звернення: травень 2026).

19. eway.in.ua. Розклад громадського транспорту Києва. URL: <https://eway.in.ua> (дата звернення: травень 2026).