

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

доц. Приймаченко О.В. _____

«__» _____ 2026 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему:

**« Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Грінченка
та вул. Протасів Яр у м. Києві »**

Виконала: студентка V курсу, групи МБГс-23

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ОПП: «Міське будівництво та господарство»

Резніченко Валерія Олексіївна

Керівник : _____
к.т.н. доцент Шилова Т.О.

ст. викл. Беспалов Д.О.

м. Київ - 2026

**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»

ОПП: «Міське будівництво та господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц. Приймаченко О.В.

« ____ » _____ 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Резніченко Валерія Олексіївна

1. Тема проєкту «Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Грінченка та вул. Протасів Яр у м. Києві»

керівник проєкту к.т.н. доцент Шилова Тетяна Олександрівна

ст. викл. Беспалов Дмитро Олександрович

затверджені наказом вищого навчального закладу № 557/52-15/16/26 від 11.05.2026 року

2. Термін подання студентом проєкту 15.06.2026

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

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

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

5. Перелік графічних матеріалів проекту

№ розділу	Найменування розділів проекту	Об'єм креслень (аркушів1 ФА1)
1		1
2		1
3		1
4		1
5		1
6		1
7		1
	Разом:	7

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапу проекту	Примітка
1	Видача завдання	12.05.2026	
2	Збір вихідних даних	19.05.2026	
3	Робота над графічною частиною проекту	02.06.2026	
4	Оформлення пояснювальної записки	09.06.2026	
5	Подача на рецензію та перевірку на плагіат	15.06.2026	
6	Захист проекту	23-25.06.2026	

Студент Резніченко В.О.

Керівник проекту к.т.н. доцент Шилова Т.О.

ст. викл. Беспалов Д.О.

Зміст

ВСТУП	6
1. Аналітичний розділ.....	8
1.1. Опис об'єкта його дослідження та проблем.....	9
1.2. Дослідження існуючої схеми організації дорожнього руху та громадського транспорту.....	14
1.3. Аналіз характеристик транспортних і пішохідних потоків	21
1.4. Визначення конфліктних точок за допомогою SSAM.....	23
1.5. Огляд методів підвищення рівня безпеки руху на перетині	27
2. Розрахунково-проектний розділ.....	30
2.1. Проектування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину ..	31
2.2. Обґрунтування вибору розрахункової швидкості на перетині магістралей	31
2.3. Пропускна здатність однієї смуги руху транспорту на магістралі	33
2.4. Коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі	34
2.5. Пропускна здатність смуги руху транспорту на магістралі з врахуванням впливу світлофорного регулювання.	35
2.6. Кількість смуг руху транспорту на магістралях	35
2.7. Пропускна здатність магістралей	36
2.8. Умова забезпечення пропускну здатності магістралі.....	37
2.9. Ширина проїзної частини магістралей	37
2.10. Розрахункові показники ширини пішохідного простору на тротуарах.	37
2.11. Поперечний профіль магістралей.....	40
2.12. Обґрунтування проектних рішень щодо організації руху транспорту на вузлах міської магістральної мережі.....	41
2.13. Визначення доцільності влаштування нерегульованої схеми ОДР на перетині.....	41
2.14. Визначення доцільності влаштування регульованої схеми ОДР на перетині.....	43
2.15. Методика розрахунку та визначення геометричних параметрів саморегульованих кільцевих транспортних розв'язок.	44

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

2.16. Аналіз конфліктних точок СКП.....	50
2.17. Проектування повздовжніх профілів перетину магістралей	52
2.18. Розміщення дощоприймальних колекторів	54
2.19. Визначення транспортно-експлуатаційних і техніко-економічних показників проекту.....	55
3. Конструктивний розділ.....	63
3.1. Окреслення головних проблем.	64
3.2. Пропозиції по вирішенню проблем.....	66
Перелік використаної літератури та програмних комплексів.....	73
Додатки.....	75

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

ВСТУП

Одним з найважливіших завдань для розвитку транспортної інфраструктури є підвищення рівня безпеки.

Темпи автомобілізації, зростання інтенсивності транспортних потоків та підвищення щільності міської забудови призводять до суттєвого збільшення навантаження на вулично-дорожню мережу.

І найбільш уразливою ділянкою в транспортній інфраструктурі являється перетин магістралей, де перетинаються транспортні та пішохідні потоки.

Перетин вулиці Грінченка та вулиці Протасів Яр у місті Києві на сьогодні хоч і не має високий рівень ДТП, але він має складну геометрію перехрестя, унеможливість використати повний потенціал магістралі через запаркованість правої смуги руху, а також запаркованість на тротуарах, що завдає незручностей для пішоходів.

Метою дипломного проєкту є розробка комплексу науково обґрунтованих проєктних та організаційно-технічних рішень, спрямованих на підвищення рівня безпеки дорожнього руху та оптимізацію транспортних потоків на перетині вулиці Грінченка та вулиці Протасів Яр у місті Києві.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати сучасний стан аварійності та існуючі методи підвищення безпеки дорожнього руху на перехресті.
2. Провести дослідження геометричних параметрів, інтенсивності та складу транспортних і пішохідних потоків на перетині вулиці Грінченка та вулиці Протасів Яр у місті Києві.
3. Виявити та класифікувати основні чинники небезпеки та точки конфлікту на досліджуваній нами ділянці.
4. Розробити та обґрунтувати проєктні рішення щодо вдосконалення організації дорожнього руху.
5. Виконати транспортне та математичне моделювання запропонованих змін для оцінки їхньої ефективності.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

6. Оцінити соціально-економічну ефективність впровадження розроблених заходів.

Для рішення поставленої задачі у роботі використовуються методи натуральних обстежень та фотофіксації, для збору вихідних даних, використання чинної нормативно-правової бази ДБН, методи теорії транспортних потоків, системного та статистичного аналізу, метод конфліктних точок, для оцінки небезпеки перехрестя, а також комп'ютерне моделювання транспортних процесів за допомогою програмного забезпечення PTV Vissim.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

1. Аналітичний розділ

Керівник _____ к.т.н. доцент Шилова Т.О.
_____ ст. викл. Беспалов Д.О.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

1. Аналітичний розділ

1.1. Опис об'єкта його дослідження та проблем.

Об'єктом дослідження є перетин вулиці Грінченка та вулиці Протасів Яр. Перетин має Х-подібну форму зі зміщенням, та має ще дві прилеглі вулиці, вулиця Лінійна та вулиця Івана Федоровича, що показано на опорному плані перетину, представлена у Додатку А.

Вулиця Протасів Яр є магістральна вулиця, найкрупнішого міста регульованого руху, з чотирма смугами проїзної частини, згідно з [1, розд. 5, табл. 5.1.].

Вулиця у Солом'янському районі міста Києва, місцевості Протасів Яр, Олександрівська слобідка. Пролягає від залізничного шляхопроводу та вулиць Миколи Грінченка і Лінійної до Солом'янської вулиці.

Прилучаються вулиці Нововокзальна, Городня, Миколи Амосова і Докучаєвська. Має протяжність 1,3 км. [2]

Вулиця Миколи Грінченка є магістральна вулиця, найкрупнішого міста регульованого руху, з чотирма смугами проїзної частини, згідно з [1, розд. 5, табл. 5.1.].

Ця вулиця розташована в Солом'янському та Голосіївському районах Києва, охоплюючи місцевості Протасів Яр і Деміївка. Вона бере початок від вулиці Протасів Яр і прямує до Саперно-Слобідської вулиці, перетинаючись із вулицями Байковою та Володимира Брожка.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Вздовж усього непарного боку вулиці пролягає залізниця, відтак забудова присутня лише з парного боку як показано на рис. 1.1.1. Парний бік вулиці на третину своєї протяжності проходить вздовж території Байкового кладовища. Має протяжність 3 км. [2]



Рис. 1.1.1. Залізниця вздовж вулиці Миколи Грінченка

На момент 2015 року на вулиці Миколи Грінченка за адресою, Миколи Грінченка №2/1 знаходилася трикотажна фабрика «Роза» рис. 1.1.2.. На сьогоднішній же день, на території колишньої фабрики знаходиться бізнес парк рис. 1.1.3. А сама фабрика за відкритими даним знаходиться за адресою Нововокзальна, №41.



Рис. 1.1.2. Трикотажна фабрика «Роза» за адресою Миколи Грінченка №2/1, зйомка датована травень 2015 рік.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		



Рис. 1.1.3. Бізнес парк за тією ж адресою, зйомка датована 12 квітня 2026 року

Поява бізнес парку розкрила проблему не тільки даного участка, а і проблему Києва в цілому, це критична нестача паркомісць, не тільки для постійного зберігання, але й для тимчасового також.

Що змушує людей паркуватися на крайні правій смузі для руху, і на пішохідних тротуарах, що завдає значних незручностей, і небезпеку для пішоходів, і для інших автомобілів як показано на рис. 1.1.4. а також на рис. 1.1.5.

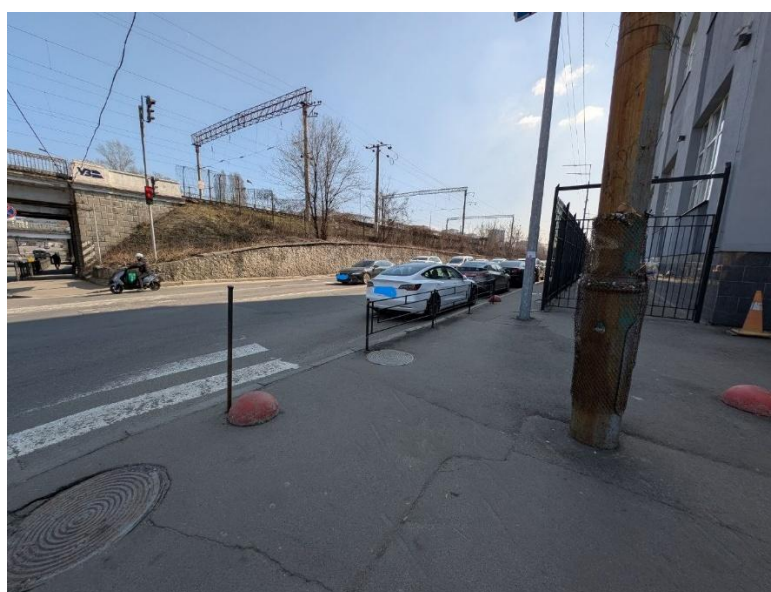


Рис. 1.1.4. Запаркована крайня права смуга по вулиці Миколи Грінченка

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		



Рис. 1.1.5. Хаотична запаркованість на тротуарі перед бізнес парком.

Вулиця Лінійна є житловою вулицею з двома смугами проїзної частини , згідно з [1, розд. 5, табл. 5.1.].

Вулиця в Солом'янському районі міста Києва, місцевість Протасів Яр. Пролягає від вулиці Протасів Яр до Нововокзальної вулиці, з протяжністю 490 м. [2]

Вулиця Івана Федоровича є магістральна вулиця, найкрупнішого міста регульованого руху, з чотирма смугами проїзної частини, згідно з [1, розд. 5, табл. 5.1.].

Ця вулиця пролягає через Голосіївський, Печерський та Солом'янський райони Києва в межах місцевості Нова Забудова.

Її маршрут тягнеться від вулиці Василя Тютюнника до Протасового Яру, а примикають до неї вулиці Предславинська, Велика Васильківська, Антоновича, Казимира Малевича та Ямська. Загальна протяжність вулиці становить 1,1 км. У її кінцевій частині розміщено комплекс споруд станції Київ-Товарний (буд. № 26, 28, 32), зведений у 1902–1907 роках за проектом архітектора Олександра Вербицького (інженер А. Страус), що має статус історико-архітектурної пам'ятки.

До складу комплексу входять: житловий будинок для працівників (1907, модерн), особняк (початок XX ст., модерн), насосна станція (1907, цегляний стиль), пакгаузи та товарна контора (1902–1907, модерн), а також будинок кондукторів за адресою вул. Ямська, 8 (1.1.6.) [2]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		



Рис. 1.1.6. Товарна контора станції Київ-Товарний

Над вулицею проходить Протасівський шляхопровід , що завдає критичних обмежень бокової видимості, а також ускладнення організації з'їздів та підвищення конфліктних зон як показано на рис. 1.1.7.



Рис. 1.1.7. Протасівський шляхопровід

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

1.2. Дослідження існуючої схеми організації дорожнього руху та громадського транспорту

Перехрестя є регульованим і має світлофорне регулювання, і на сьогодні рух на об'єкті керується світлофорними об'єктами.

Існуючий цикл регулювання складається з 4 фаз. У першій фазі забезпечується рух по вулиці Протасів Яр, у другій по вулиці Миколи Грінченка, у третій по вулиці Лінійній, у четвертій по вулиці Івана Федоровича.

Тривалість повного світлофорного циклу по вулиці Протасів Яр становить $T=120$ с. Зокрема, тривалість основних сигналів та допоміжних складає :

Таблиця 1.2.1. Світлофорний цикл по вулиці Протасів Яр

Сигнал світлофора	Тривалість, с.
Зелений	38
Жовтий	3
Червоний	77
Жовтий	2

Тривалість повного світлофорного циклу по вулиці Миколи Грінченка становить $T=123$ с. Зокрема, тривалість основних сигналів та допоміжних складає :

Таблиця 1.2.2. Світлофорний цикл по вулиці Миколи Грінченка

Сигнал світлофора	Тривалість, с.
Зелений	28
Жовтий	3
Червоний	90
Жовтий	2

Тривалість повного світлофорного циклу по вулиці Лінійна становить $T=174$ с. Зокрема, тривалість основних сигналів та допоміжних складає :

Таблиця 1.2.3. Світлофорний цикл по вулиці Лінійна

Сигнал світлофора	Тривалість, с.
Зелений	17
Жовтий	3
Червоний	152
Жовтий	2

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Тривалість повного світлофорного циклу по вулиці Івана Федоровича становить $T=121$ с. Зокрема, тривалість основних сигналів та допоміжних складає :

Таблиця 1.2.4. Світлофорний цикл по вулиці Івана Федоровича

Сигнал світлофора	Тривалість, с.
Зелений	55
Жовтий	1
Червоний	60
Жовтий	5

Аналіз показав, що існуюча тривалість червоних сигналів, є затяжною, що в свою чергу призводить до утворення черг, та навантаження на даний участок магістралі.

На під'їзді до перехрестя встановлені знаки пріоритету на випадок вимкнення світлофорів. Зокрема на вулиці Протасів Яр та Івана Федоровича встановлені знаки 2.3. «Головна дорога», що дає їм пріоритетність під час руху, а також сигнал у вигляді зеленої стрілки, що продемонстровано на рис. 1.2.1.



Рис. 1.2.1. Знаки пріоритету що встановлені на вулиці Протасів Яр

Зелений сигнал у додатковій секції світлофора, що вмикається одночасно з основним жовтим або червоним світлом, дозволяє рух у відповідному напрямку. При цьому водій зобов'язаний дати дорогу транспортним засобам, що рухаються з інших напрямків.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Зелена стрілка на окремій табличці, розміщеній на рівні червоного сигналу світлофора, дозволяє водієві виконати поворот, навіть якщо основний сигнал світлофора забороняє рух. У такому разі водій також має надати перевагу пішоходам та транспортним засобам, які рухаються на дозволяючий сигнал із суміжних напрямків (згідно з постановою № 111 від 11.02.2013). [11]

На вулиці Лінійній та Миколи Грінченка встановлені дорожні знаки, на випадок вимкнення світлофорного регулювання, зокрема знаки 2.1. «Дати дорогу». Що означає що водій повинен дати дорогу транспортним засобам, що під'їжджають до нерегульованого перехрестя по головній дорозі, а за наявності таблички 7.8. – транспортним засобам, що рухаються по головній дорозі, як показано на рис. 1.2.2. . [11]

Також встановлені сигнал у вигляді зеленої стрілки, та знаки 3.34. «Зупинку заборонено», і 3.3. «Рух вантажних автомобілів заборонено» що продемонстровано на рис. 1.2.3..



Рис. 1.2.2. Знаки пріоритету що встановлені на вулиці Лінійна

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		



Рис. 1.2.3. Додаткові знаки для організації руху на вулиці Лінійна

На вулиці Миколи Грінченка також встановлені знаки пріоритету, а саме 2.1. « Дати дорогу », та 2.4. « Кінець головної дороги », що скасовує право першочергового проїзду нерегульованих перехресть. [11] А також встановлений сигнал у вигляді зеленої стрілки, як показано на рис. 1.2.4.



Рис. 1.2.4. Знаки пріоритету на вулиці Миколи Грінченка

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

На момент травня 2015 року, при заїзді на вулицю Миколи Грінченка були встановлені знак пріоритету 2.3. « Головна дорога », та знак 3.34. « Зупинку заборонено » як показано на рис. 1.2.5. Даний знак забороняє зупинку і стоянку транспортних засобів, крім таксі, що здійснюють посадку або висадку пасажирів. [11]

На даний ж час, знак 3.34. « Зупинку заборонено » та 2.3. « Головна дорога », були прибрані з даного місця комунальним підприємством як показано на рис. 1.2.6.



Рис. 1.2.5. Організація дорожніх знаків, на вулиці Миколи Грінченк, зйомка датована травнем 2015 року.

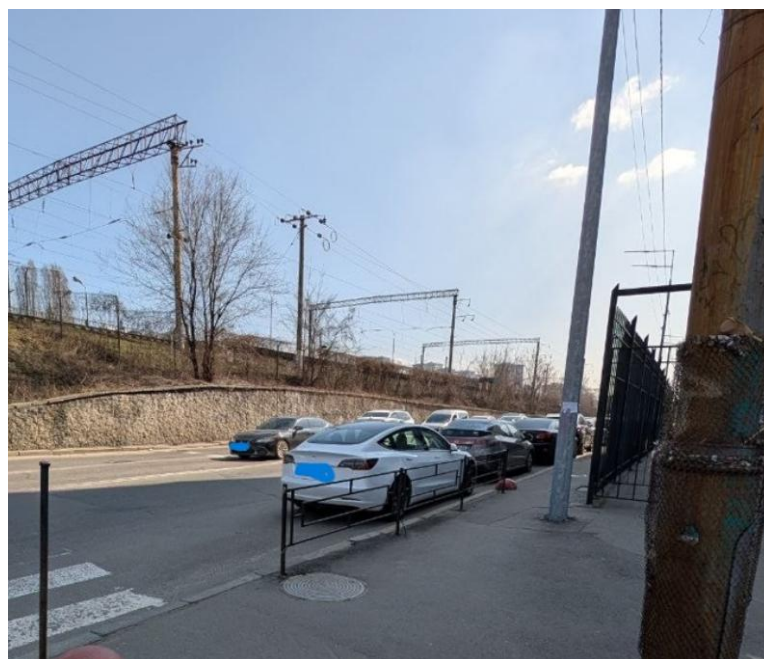


Рис. 1.2.6. Вулиця Миколи Грінченка, зйомка датована 12 квітням 2026 року.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Дане рішення призвело до зниження пропускну здатності, через неповне використання потужності магістралі, що в свою чергу призводять до заторів для водіїв що здійснюють маневр «поворот направо» з вулиці Протасів Яр, та маневр «поворот наліво» з вулиці Івана Федоровича, і не встигають завершити маневр, та залишити перетин до закінчення дозволяючого сигналу світлофора.

Аналіз даного рішення показав, що це призводить до збільшення кількості ДТП (дорожньо-транспортних пригод), та аварійних ситуацій.

Повз перетин простягається Протасовській шляхопровід, на якій курсує « Київська міська електричка », біля ж перетину розташована **станція** Протасів Яр, як показано на рис. 1.2.7.

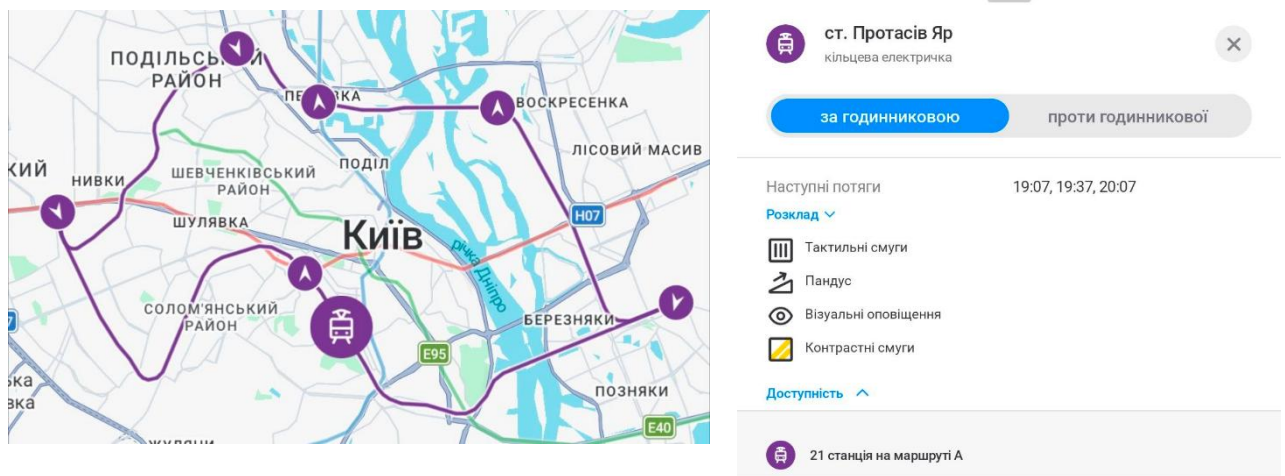


Рис. 1.2.7. Маршрут Київської міської електрички, з відміченою на неї станцією Протасів Яр

Через перетин проходять зупинки Автобуса № 25 за маршрутом «станція Київ-Волинський – Національний музей історії України у Другій світовій війні».

Також тролейбус № 40 за маршрутом « вул. Кадетський Гай – ст. м. Палац Спорту ».

Та тролейбус № 40К за маршрутом « вул. Кадетський Гай – вул. Жилянська ».

Усі інтервали громадського транспорту представлені на рис.1.2.8.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

1.3. Аналіз характеристик транспортних і пішохідних потоків

Для підвищення рівня безпеки перехрестя, і подальших розрахунків варіантів, які ми розглянемо, нам необхідна перспективна інтенсивність руху транспорту на перетині, та перспективна інтенсивність пішохідного руху на перетині.

Дані були взяті з програмного комплексу PTV Vissim, та розрахунку транспортної моделі в ньому, та надані в таблицях 1.3.1 та 1.3.2.

А також для повної розуміння повної картини ситуації, надана фотографія організація пішохідних переходів на перетині вулиць Протасів Яр та Грінченка рис. 1.3.1., та схема нумерації входів та виходів на магістралях рис. 1.3.2.

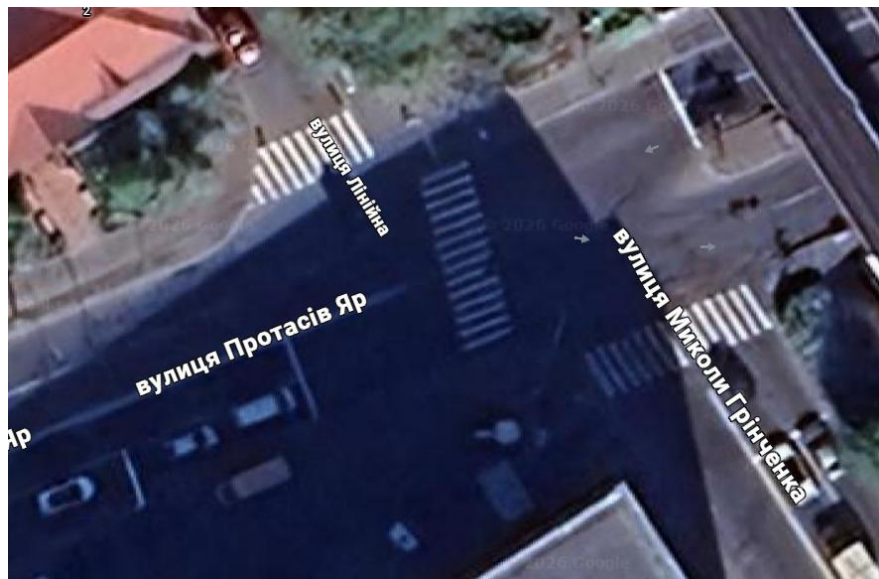


Рис. 1.3.1. Схема організації пішохідних переходів



Рис. 1.3.2. Схема нумерації входів та виходів на магістралях

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

*Таблиця 1.3.1. Перспективна інтенсивність руху транспорту на перетині,
приведена до од./год.*

Напрямок магістралей		Вихід			
		1	2	3	4
Вхід	1	0	746	20	576
	2	558	0	90	252
	3	18	8	0	13
	4	851	252	18	0

*Таблиця 1.3.2. Перспективна інтенсивність пішохідного руху на перетині,
піш./год.*

Напрямок магістралей		Вихід			
		1	2	3	4
Вхід	1	-	670	120	480
	2	620	-	140	820
	3	100	170	-	190
	4	560	760	230	-

1.4. Визначення конфліктних точок за допомогою SSAM

Рівень безпеки на перехрестях залежить від поєднання низки чинників, серед яких головними є архітектурне планування вузла, обрані методи організації дорожнього руху (ОДР), геометричні параметри перетину доріг, дистанція між місцями конфліктів, частота виконання лівоповоротних маневрів та навантаження, створюване пішоходами.

Ключовим підходом до оцінки безпеки є дослідження конфліктних точок. Це специфічні ділянки в межах розв'язки або перехрестя, у яких шляхи транспортних засобів зустрічаються, з'єднуються в один напрямок або, навпаки, розходяться. Рівень ризику та серйозність перешкод у цих зонах безпосередньо зумовлені характером виконуваного маневру та кінематикою руху [20]:

- **Розгалуження (відгалуження):** Такі ділянки належать до найменш небезпечних, оскільки розділення потоків сприяє зниженню щільності руху. Негативний вплив на безпеку є мінімальним, адже основний транспортний потік лише трохи сповільнюється для виконання повороту. Головний ризик пов'язаний виключно з можливим зіткненням із попутним транспортом при несвоєчасному перелаштуванні.
- **Злиття:** Маневри такого типу вимагають від водіїв синхронізації швидкостей та високої концентрації під час вливання в основний потік. Коли рух інтенсивний або бракує вільного місця, це призводить до раптових гальмувань та утворення так званих «шокових хвиль». Навіть за відсутності прямих перетинів, це суттєво підвищує ймовірність заторів та вторинних ДТП.
- **Пересікання:** Вважаються найнебезпечнішими та найбільш вибагливими до водійської майстерності. Через перетин траєкторій під різними кутами водії змушені безпосередньо взаємодіяти між собою. Висока аварійність тут пояснюється складністю вибору безпечних часових інтервалів («вікон») у потоці, а також загрозою зіткнень під прямим чи гострим кутом, які найчастіше характеризуються тяжкими наслідками.

Від того, скільки всього конфліктних точок налічується на перехресті та наскільки складні маневри там виконуються, залежить його розподіл на чотири класи: дуже прості, прості, середньої складності та складні [20].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

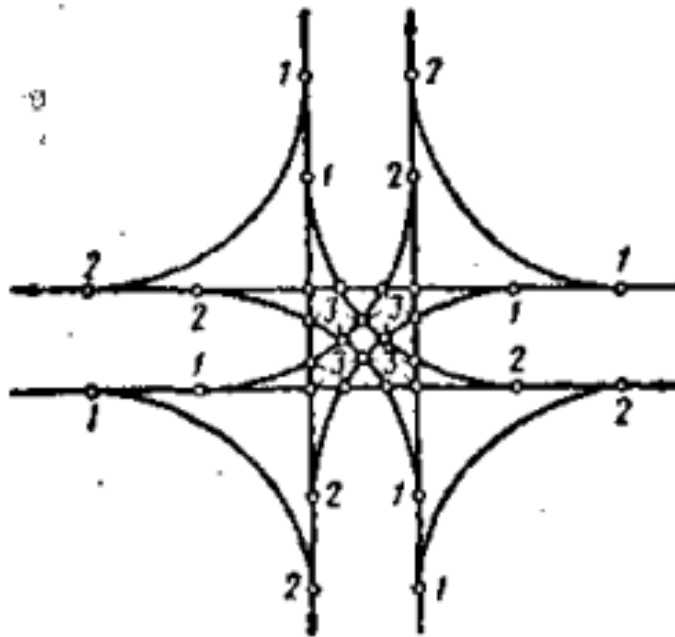


Рис. 1.4.1. Пункти взаємного контакту транспортних потоків на перехресті:

1 – відгалуження; 2 – злиття; 3 – пересічення

Surrogate Safety Assessment Model (SSAM) – це спеціалізований програмний інструмент, призначений для автоматизованого моніторингу та оцінки рівня безпеки дорожнього руху. Система функціонує шляхом аналізу траєкторій руху транспортних засобів, які генеруються методами мікроскопічного моделювання транспортних потоків.

Основні принципи роботи та можливості SSAM включають:

- Аналітична обробка траєкторій: Програма автоматично розпізнає, систематизує та аналізує конфліктні ситуації, виявлені в ході віртуального моделювання руху.
- Оцінка безпеки: На основі отриманих даних інструмент проводить статистичний аналіз, що дозволяє визначити частоту виникнення конфліктів, а також оцінити ступінь їхньої тяжкості.
- Інженерна підтримка: Результати обробки даних у SSAM є важливим підґрунтям для фахівців, що проєктують дорожню інфраструктуру. Використання моделі дозволяє приймати обґрунтовані рішення для підвищення безпеки ще на етапі планування об'єктів, мінімізуючи ризики для майбутніх користувачів.

Таким чином, SSAM виступає як ефективний "замінник" натурних спостережень (surrogate), дозволяючи прогнозувати безпеку перехрестя у

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

середовищі моделювання без потреби в очікуванні реальних дорожньо-транспортних пригод. [21]

За даними SSAM, на перетині Протасів Яр та Миколи Грінченка у місті Київ, було зафіксовано 317 конфліктних ситуацій.

Розподіл конфліктів за типами є наступним :

- Rear end (наїзд ззаду): 273 випадки. Це найпоширеніший тип конфлікту на цьому перетині, що свідчить про проблеми з дистанцією між автомобілями, інтенсивністю гальмування або швидкісним режимом.
- Lane change (зміна смуги): 43 випадки. Вони виникають при перестроюванні транспортних засобів, що може бути спричиненою розміткою або складною геометрією під'їздів.
- Crossing (перетин): 1 випадок. Це найменш поширений тип конфлікту, зафіксований у даній моделі.

Статистичні метрики, наведені у звіті, дозволяють оцінити небезпеку цих конфліктів :

- TTC (Time to Collision – час до зіткнення): Середнє значення становить 2,05 секунди, при діапазоні від 0 до 3 секунд. Це досить низький показник, що вказує на високий ризик зіткнень у разі непередбачуваної поведінки водіїв.
- PET (Post-Encroachment Time): Середнє значення становить 1,84 секунди, при максимумі 4,8 секунди.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

1.5. Огляд методів підвищення рівня безпеки руху на перетині

Для покращення безпеки дорожнього руху фахівці проаналізували низку варіантів реконструкції та дійшли висновку, що одним із найрезультативніших рішень є впровадження турбо-кільцевої розв'язки.

Турбо-кільце — це особливий формат багатосмугового кільцевого перетину, де рух транспорту спрямовується через фізично відокремлені смуги. Робота такої системи базується на принципі попереднього вибору напрямку: водій визначається з потрібним з'їздом ще до заїзду на кільце, орієнтуючись на дорожню розмітку та вказівники. Опинившись на розв'язці, автомобіль рухається визначеною смугою, яка спіралью веде до виїзду, що унеможливорює довільні маневри чи перелаштування всередині кола.

Розподіл смуг зберігається незмінним як на самому кільці, так і в місцях з'їзду з нього. Хоча в зонах в'їзду фізичні бар'єри відсутні, на інших ділянках встановлюються спеціальні делінеатори або підняті островці. Ці конструктивні рішення не дають водіям рухатися хаотично чи перетинати ряди, чітко розмежовують зони, де потоки зливаються або розходяться, і тим самим усувають необхідність у ризикованих маневрах.

Ключовий плюс турбо-кільця полягає в тому, що водієві не потрібно перелаштовуватися під час руху по колу. Це дозволяє радикально зменшити кількість конфліктних точок переплетення потоків, які на звичайних кругових розв'язках провокують найбільше аварій. Така оптимізація траєкторій дозволяє навіть двосмуговим турбо-кільцям демонструвати вищу пропускну здатність та кращий рівень обслуговування (Level of Service). Водночас така конфігурація сприяє стабілізації швидкості та підвищує безпеку при інтенсивному трафіку. Якщо класичні кільця найкраще працюють за умови рівномірного навантаження на всі напрямки, то турбо-кільце є значно ефективнішим інструментом там, де важливо мінімізувати конфліктність вузла та існує чітко виражений головний потік [8, розділ 5.3.5.1].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

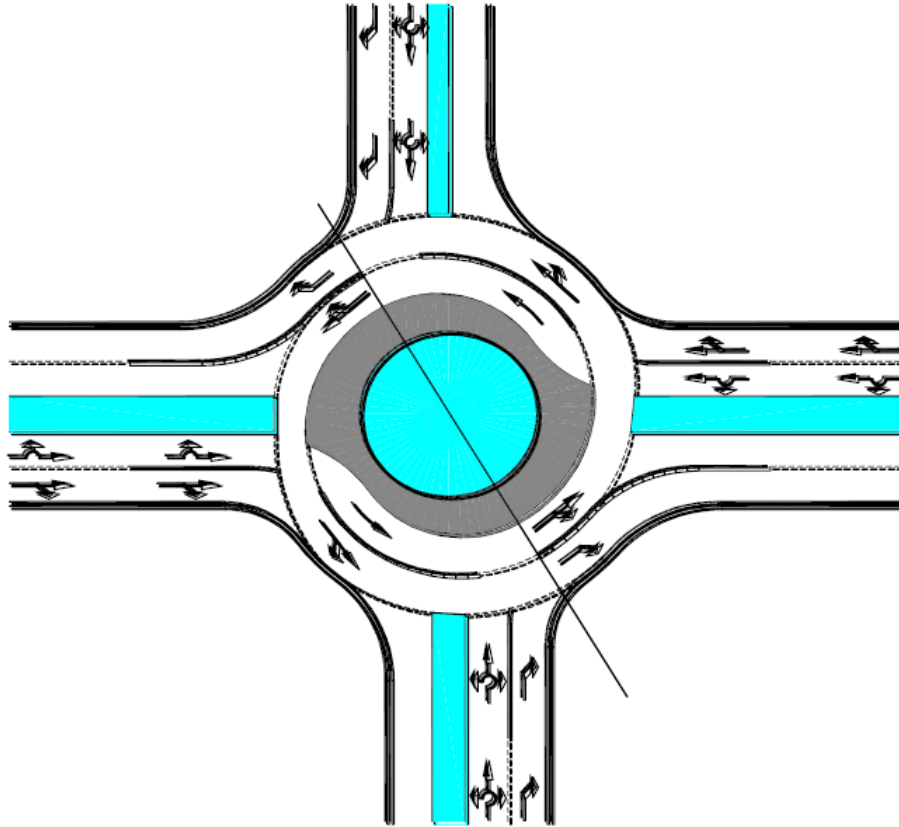


Рис. 1.5.1. Основна концепція перетину та осі симетрії

Форма кільцевого перехрестя обирається, виходячи насамперед із того, як розподіляється інтенсивність руху транспорту.

Якщо на об'єкті чітко виділяється один пріоритетний напрямок, доцільно проектувати кільця овальної («яйцеподібної»), класичної, вигнутої («коліно») або спіральної конфігурації (рис. 1.5.2).

Натомість, за умови приблизно однакового навантаження на всі під'їзні шляхи, найкраще підходить роторна («зіркоподібна») форма (рис. 1.5.2).

Окрім цього, інженери можуть коригувати проект, змінюючи кількість смуг на в'їздах або саму планувальну схему вузла — наприклад, перетворюючи чотиристороннє перехрестя на тристороннє, що відображено на рис. 1.5.3 [9].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

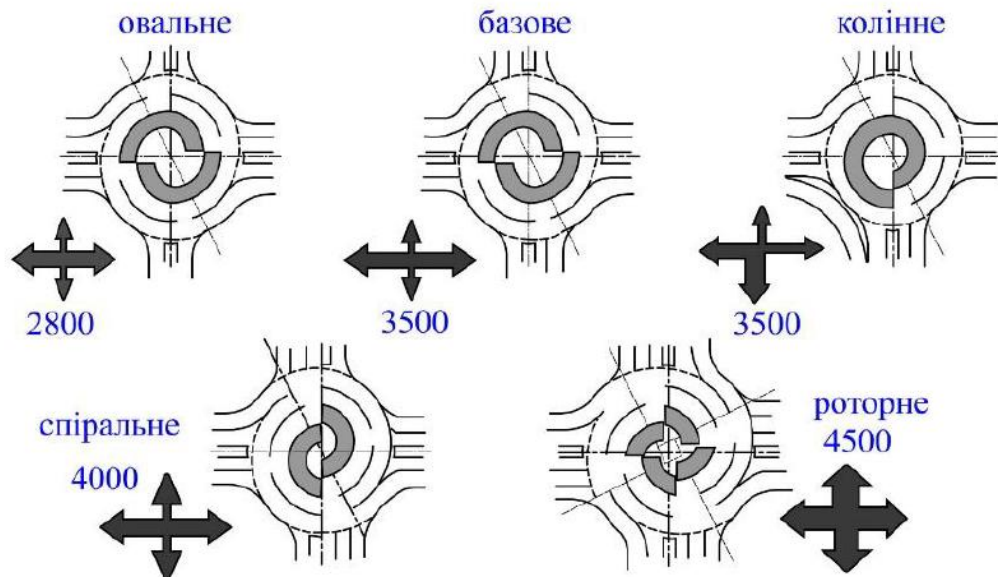


Рис. 1.5.2. Типи турбо-кругових перехресть

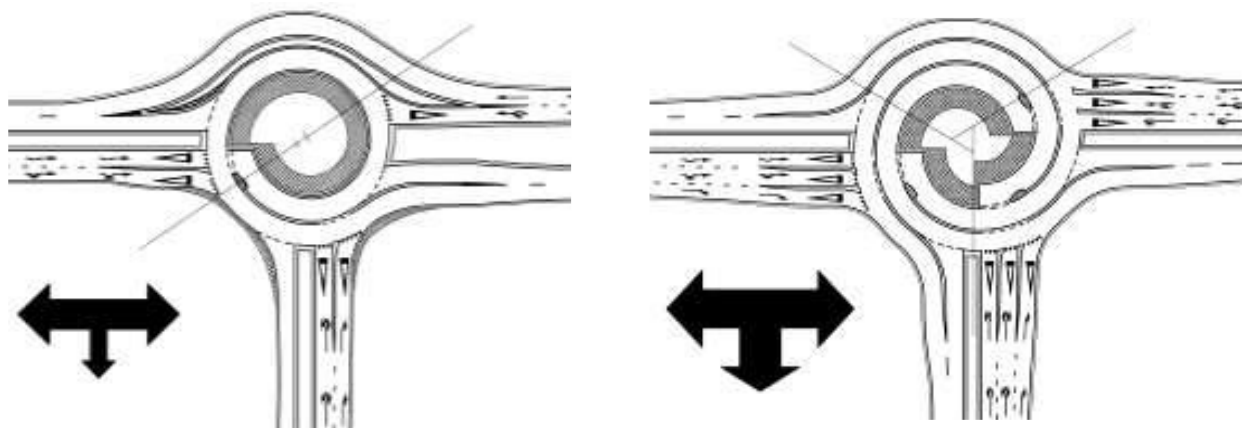


Рис. 1.5.3. Типи турбо-кілець на тристоронньому перехресті

Висновок :

Перетин має складну Х-подібну конфігурацію зі зміщенням, поява бізнес-парку на місці колишньої фабрики «Роза» загостила проблему дефіциту паркомісць, що призвело до хаотичного паркування на проїзній частині та тротуарах. Сучасна схема світлофорного регулювання характеризується затяжними циклами очікування, що утворює черги.

За результатами транспортної моделі, зафіксовано 317 конфліктних точок, з яких 86% (273) припадають на Rear end (наїзд ззаду) свідчить про потреби з оптимізації геометрії перехрестя та режимів регулювання.

Запропонованим рішенням буде проектування саморегулюючого кільцевого перетину.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

2. Розрахунково-проектний розділ

Керівник _____ к.т.н. доцент Шилова Т.О.
_____ ст. викл. Беспалов Д.О.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

2.1. Проектування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину

При проектуванні вулично-дорожньої мережі (як для всієї системи, так і для її окремих ділянок) розробляється типовий поперечний профіль, обмежений червоними лініями. Така модель базується на сталому наборі елементів, їхніх фіксованих габаритах та визначеній схемі розміщення, що зберігаються незмінними в межах усієї магістралі або конкретної проектної зони.

До складу поперечного профілю входять такі структурні компоненти:

- Проїжджа частина для руху транспортних засобів.
- Пішохідна зона (тротуари).
- Розподільча смуга, що розмежовує транспортний та пішохідний простори.
- Технічні коридори для інженерних комунікацій: на цих ділянках заборонено зводити будь-які споруди або висаджувати дерева та високі чагарники.
- Зони озеленення, які виконують естетичну функцію та зменшують шкідливий вплив транспорту на прилегле середовище.

Параметри всіх перелічених геометричних елементів визначаються на основі профільних нормативів та інженерних розрахунків [10, розділ 3.1.].

2.2. Обґрунтування вибору розрахункової швидкості на перетині магістралей

Геометрію елементів перехрестя визначають, виходячи з проектної швидкості та вимог до комфортності проїзду. При цьому обрана швидкість повинна обов'язково відповідати державним стандартам, встановленим для конкретних категорій доріг, що перетинаються.

V_n (нормативна швидкість) - це гранично допустимий швидкісний режим на вузлі, який забезпечує безпеку руху відповідно до чинних правил та норм. Відповідно, під час розробки проекту розрахункові показники швидкості не мають перевищувати встановлені нормативні значення [10].

$$V_{\text{розр}} \leq V_n \quad (2.2.1.)$$

За нормами [1], швидкість V_n має становити **не більше 60 км/год**; за правилами дорожнього руху швидкість V_n має становити **не більше 50 км/год**.

Згідно з визначень за нормами [1], категорія вулиці Протасів Яр та Миколи Грінченка є магістральними вулицями, найкрупнішого міста, регульованого руху, для яких розрахунково-нормативна швидкість є 60 км/год, тому :

Приймаємо $V_n(3) = 60$ км/год.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Під оптимальною швидкістю $V_{\text{опт}}$ розуміють такий режим руху, за якого перехрестя здатне пропускати найбільшу кількість транспорту [10].

Щоб вузол працював ефективно, проектна швидкість має відповідати умові 2.2.2, тобто бути не меншою за оптимальну. Дотримання такого балансу є визначальним для стабільності трафіку: якщо швидкість надто низька, неминуче виникають затори, тоді як її надмірне завищення негативно позначається на безпеці руху [10].

$$V_3 \geq V_{\text{розр}} \geq V_{\text{опт}}, \quad (2.2.2.)$$

Оптимальна швидкість руху транспорту ($V_{\text{опт}}$) може бути визначена за формулою (2.2.3.):

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(l_a + l_6) \cdot 2g \cdot (\varphi + f \pm i)}{k_e - k_1}}, \quad (2.2.3.)$$

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

l_6 – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (3 м);

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування автомобіля 1,6

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

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

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

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

i – поздовжній похил ділянки магістралі.

Для вул. Протасів Яр 1-2 :

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(5 + 3) \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot (0,45 + 0,02 + 0,017)}{1,6 - 1,2}} = 13,82 \text{ м/с}$$

Приймаємо $V_{\text{опт}} = 48$ км/год.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Для вул. Миколи Грінченка 4-3 :

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(5 + 3) \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot (0,45 + 0,02 - 0,004)}{1,6 - 1,2}} = 12,98 \text{ м/с}$$

Приймаємо $V_{\text{опт}} = 46 \text{ км/год.}$

Загальна спроможність вулично-дорожньої мережі пропускати транспортні потоки передусім визначається межею пропускної здатності її окремих вузлів. Саме тому для перехресть, розташованих в одному рівні, вкрай важливо максимально точно розрахувати цей параметр [10].

Визначаючи швидкісний режим на перетині, фахівці аналізують як параметри самого потоку, так і специфіку руху на прилеглих ділянках. Такий підхід базується на інженерних розрахунках, мета яких — знайти оптимальну швидкість, що гарантує найвищу ефективність проїзду через конкретне перехрестя [10].

$$60 \left(\frac{\text{км}}{\text{год}} \right) \geq V_{\text{роз. на пер.}} \geq 48 \left(\frac{\text{км}}{\text{год}} \right)$$

$$60 \left(\frac{\text{км}}{\text{год}} \right) \geq V_{\text{роз. на пер.}} \geq 46 \left(\frac{\text{км}}{\text{год}} \right)$$

Для нашого проєкта, вибір швидкості $V_{\text{роз.на пер.}}$ відбувається, **після остаточного прийнята внутрішнього радіуса кільця**, для його найкращого вписування.

2.3. Пропускна здатність однієї смуги руху транспорту на магістралі

Для цього використовуємо формулу (2.3.1.):

$$N_{\text{см}} = \frac{3600V_{\text{розр на маг}}}{l_a + l_b + V_{\text{розр на маг}} t_p + (k_e - k_1) V_{\text{розр на маг}}^2 / [2g(\phi + f \pm i)]} \quad (2.3.1.)$$

де $V_{\text{розр на маг}}$ – швидкість руху транспорту, яка приймається залежно від категорії магістралі та умов руху на ній, м/с (див. ДБН [1] табл. 5.1 п. 5.1.1 та згідно правил дорожнього руху для вулиць і доріг з регульованим рухом 60 км/год);

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

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

l_a – довжина розрахункового автомобіля (5 м);

l_b – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (3 м);

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування транспорту 1,6

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

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

ϕ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїзної частини;

f – коефіцієнт опору коченню;

i – поздовжній похил ділянки магістралі.

Для вул. Протасів Яр 1-2 :

$$N_{cm} = \frac{3600 * 16,7}{5 + 3 + 16,7 * 2 + (1,6 - 1,2) * 16,7^2 / [2 * 9,81(0,45 + 0,02 + 0,017)]} = 1132 \text{ (авто/год)}$$

Для вул. Миколи Грінченка 4-3 :

$$N_{cm} = \frac{3600 * 16,7}{5 + 3 + 16,7 * 2 + (1,6 - 1,2) * 16,7^2 / [2 * 9,81(0,45 + 0,02 + 0,004)]} = 1121 \text{ (авто/год)}$$

2.4. Коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі

Для цього використовуємо формулу (2.4.1.):

$$\delta = \frac{L}{L + \frac{V_{розр \text{ на маг}}^2}{2a} + \frac{V_{розр \text{ на маг}}^2}{2b} + \frac{V_{розр \text{ на маг}}(t_{\text{ч}} + 2t_{\text{ж}})}{2}} \quad (2.4.1.)$$

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

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

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

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

За відсутністю на вулиці Протасів Яр сусіднього регульованого перетину, коефіцієнт впливу світлофорного регулювання **дорівнює 1**

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Для розрахунку коефіцієнта впливу по вулиці Миколи Грінченка, ми використовуємо світлофорний цикл, за даними таблиці 1.2.2.

Для вул. Миколи Грінченка 4-3 :

$$\delta = \frac{1180}{1180 + \frac{16,7^2}{2 * 0,8} + \frac{16,7^2}{2 * 1,5} + 16,7 * (90 + 2 + 3)/2} = 0,52$$

2.5. Пропускна здатність смуги руху транспорту на магістралі з врахуванням впливу світлофорного регулювання.

При розрахунках пропускної здатності важливо враховувати вплив світлофорного регулювання на умови руху транспорту в зоні перетину магістралей:

$$N'_{см} = N_{см} \cdot \delta, \quad (2.5.1.)$$

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

δ – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі.

Для вул. Протасів Яр 1-2 :

$$N'_{см} = 1132 \cdot 1 = 1132 \text{ (авт/год)}$$

Для вул. Миколи Грінченка 4-3 :

$$N'_{см} = 1121 \cdot 0,52 = 592 \text{ (авт/год)}$$

2.6. Кількість смуг руху транспорту на магістралях

$$n = \frac{N_{розр}}{N'_{см}}, \quad (2.6.1.)$$

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

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

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Перспективна інтенсивність руху транспорту на перетині, прив. од./год.

Напрямок магістралей		Вихід				
		1	2	3	4	
Вхід	1	0	746	20	576	1 342
	2	558	0	90	252	900
	3	18	8	0	13	39
	4	851	252	18	0	1 121
		1 427	1 006	128	841	

Для вул. Протасів Яр 1-2 :

$$N_{\text{розр}} = 1427 \text{ (авт/год)}$$

$$n = \frac{1427}{1132} = 1,2 \text{ (смуг)}$$

Для вул. Миколи Грінченка 4-3 :

$$N_{\text{розр}} = 1121 \text{ (авт/год)}$$

$$n = \frac{1427}{592} = 1,89 \text{ (смуг)}$$

Розрахункову кількість смуг, отриману під час аналізу, обов'язково порівнюють із нормами ДБН [1]. Як основу для подальшого проектування приймають більше з цих двох значень, однак із урахуванням граничних обмежень: для магістралей загальноміського значення (регульований рух) ліміт становить 4 смуги в один бік, тоді як для районних магістралей - не більше 3 смуг [10].

Приймаємо :

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

$$n_{(4-3)} = 2 \text{ смуги руху в одному напрямку}$$

2.7. Пропускна здатність магістралей

Для цього використовуємо формулу (2.7.1.):

$$N_{\text{маг}} = N'_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (2.7.1.)$$

де k_n – коефіцієнт ефективності використання смуг руху транспортом, який приймаємо для однієї смуги руху за 1,0 (за відсутності на перегоні зупинок громадського транспорту або якщо їх влаштовано за межами проїзної частини

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

в «кишеннях»), для двох – 1,9, для трьох – 2,7, для чотирьох – 3,5.

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

$$N_{маг(1-2)} = 1132 \cdot 1,9 = 2150 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{маг(4-3)} = 592 \cdot 1,9 = 1124 \text{ (авт/год)}$$

2.8. Умова забезпечення пропускної здатності магістралі

$$N_{маг} \geq N_{розр}, \quad (2.8.1.)$$

$$Маг(1-2): 2150 > 1427$$

$$Маг(4-3): 1124 > 1121$$

Умови виконуються, переходимо до подальших розрахунків.

2.9. Ширина проїзної частини магістралей

Для цього використовуємо формулу (2.9.1.):

$$B_{маг} = 2nb + r + 2\Delta, \quad (2.9.1.)$$

де n – прийнята для проєктування кількість смуг руху транспорту;

b – ширина однієї смуги руху транспорту (прийм. відп. до п.5.1, таблиця 5.1. [1]), м;

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

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

$$B_{маг(1-2)} = 2 * 2 * 3 + 0,5 + (2 * 0,5) = 13,5 \text{ (м)}$$

$$B_{маг(4-3)} = 2 * 2 * 3 + 0,5 + (2 * 0,5) = 13,5 \text{ (м)}$$

2.10. Розрахункові показники ширини пішохідного простору на тротуарах.

Ширина тротуарного покриття на магістральних дорогах залежить від того, до якої категорії належить об'єкт, а також від очікуваного потоку пішоходів. Якщо відомі прогностні дані щодо розрахункової інтенсивності пішохідного руху, кількість смуг (n) для пішохідної частини розраховується за такою формулою [10]:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

$$n = N_{\text{зад}}/N_{\text{п.см.}}, \quad (2.10.1.)$$

де $N_{\text{зад}}$ – задана величина інтенсивності пішохідного руху в години "пік",
піш./год, з завдання:

$N_{\text{п.см.}}$ – пропускна здатність однієї смуги руху (необхідну величину приймаємо
згідно з табл. 2.10.2), піш./год.

Таблиця 2.10.1

Перспективна інтенсивність пішохідного руху на перетині, піш./год.

Напрямок магістралей		Вихід				
		1	2	3	4	
Вхід	1	-	670	120	480	1 270
	2	620	-	140	820	1 580
	3	100	170	-	190	460
	4	560	760	230	-	1 550
		1 280	1 600	490	1 490	

Таблиця 2.10.2

Пропускна здатність смуги руху пішохідної частини тротуарів

Тротуари, розташовані уздовж забудови за наявності в прилеглих будинках магазинів	700
Тротуари, віддалені від будинків з магазинами, а також уздовж громадських будинків і споруд	800
Тротуари в межах зелених насаджень вулиць і доріг	1000
Пішохідні вулиці та доріжки (прогулянкові)	600
Переходи через проїжджу частину в одному рівні	500
Пішохідні тунелі	1000 (750)
Пішохідні містки	2000 (1500)
Сходи	1500 (1250)

Отриману величину кількості смуг руху пішоходів округляємо в більший бік до цілого числа.

$$n_{(1-2)} = \frac{3180}{700} = 4,54$$

$$n_{(4-3)} = \frac{3040}{700} = 4,34$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Приймаємо:

$$n_{(1-2)} = 5$$

$$n_{(4-3)} = 5$$

Ширину пішохідної частини тротуару $B_{тр}$ визначаємо за формулою (2.10.2.):

$$B_{тр} = n \cdot 0,75, \quad (2.10.2.)$$

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

$$B_{тр (1-2)} = 5 \cdot 0,75 = 3,75 \text{ (м)}$$

$$B_{тр (4-3)} = 5 \cdot 0,75 = 3,75 \text{ (м)}$$

Отриману в результаті розрахунків ширину зіставляють із нормативними вимогами ДБН [1] та обирають більше з двох значень для використання у проекті. Якщо ж прогнозована інтенсивність руху пішоходів невідома, ширину тротуарів проектують суворо за нормами ДБН [1], після чого за формулою [10] розраховують пропускну здатність пішохідної частини $N_{тр}$.

$$N_{тр} = N_{п.см.} \cdot B_{тр}/0,75, \quad (2.10.3.)$$

$$N_{тр (1-3)} = 700 \cdot \frac{3,75}{0,75} = 3500 \text{ (піш/год)}$$

$$N_{тр (4-3)} = 700 \cdot \frac{3,75}{0,75} = 3500 \text{ (піш/год)}$$

Для даного проєкту ми також будемо використовувати вже існуючу ширину тротуару, за умови за умови, що він є більшим за проєктний тротуар.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

2.11. Поперечний профіль магістралей

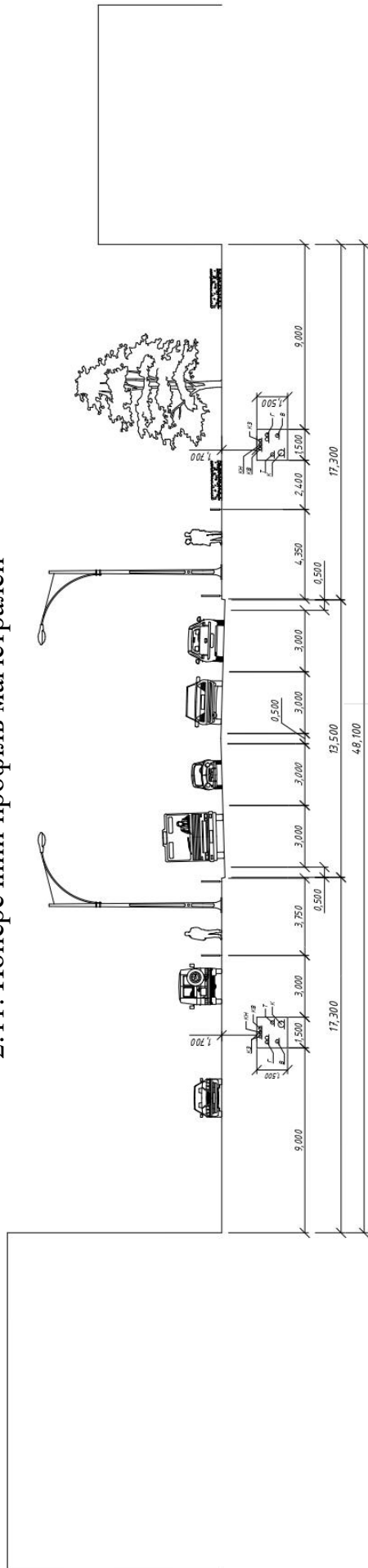


Рис. 2.11. 1. Поперечний профіль вул. Протасів Яр (1-2)

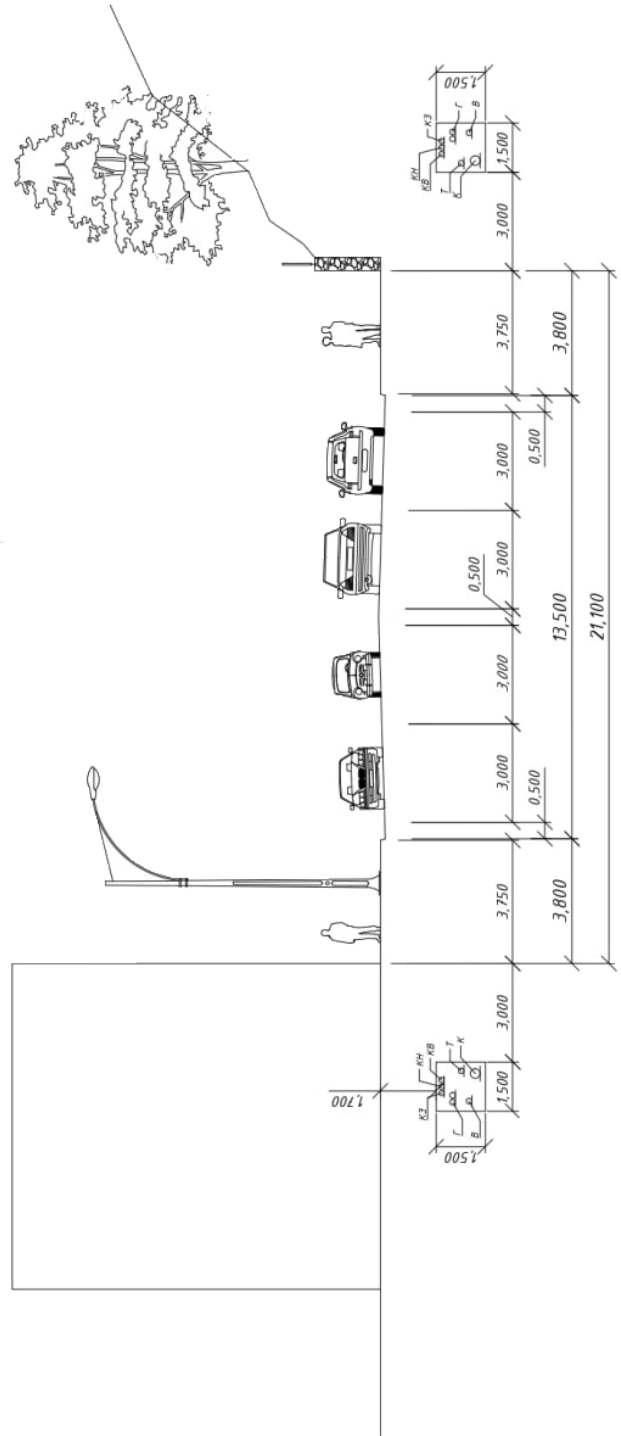


Рис. 2.11.2. Поперечний профіль вул. Миколи Грінченка (4-3)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

2.12. Обґрунтування проектних рішень щодо організації руху транспорту на вузлах міської магістральної мережі.

Вибір конкретної схеми організації дорожнього руху (ОДР) як для транспорту, так і для пішоходів, обґрунтовується шляхом порівняння фактичної пропускної здатності перехрестя з розрахунковими показниками інтенсивності руху. Прийняте проектне рішення вважається доцільним лише за умови виконання нерівності (2.12.1) [10] :

$$\sum N_{\text{пер}} \geq \sum N_{\text{розн.}}, \quad (2.12.1.)$$

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

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

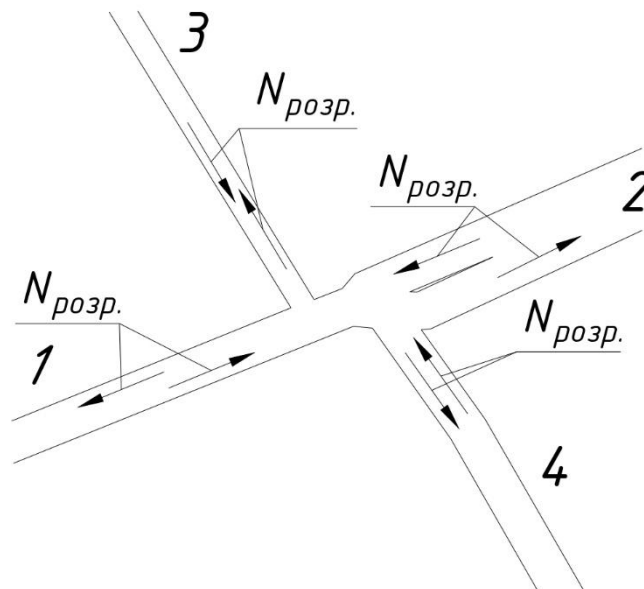


Рис. 2.12.1. Схема знаходження розрахункової інтенсивності на перетині

2.13. Визначення доцільності влаштування нерегульованої схеми ОДР на перетині

Пропускна здатність однієї смуги руху на перетині з нерегульованою схемою ОДР - $N_{\text{см}}$ визначаємо за формулою:

$$N_{\text{см}} = \frac{1800}{t_0}, \quad (2.13.1.)$$

де t_0 – час проходження перетину, що визначається за формулою (2.13.2.):

$$t_0 = t_p + t_1 + t_2 + t_3 + \Delta t, \quad (2.13.2.)$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

де t_p – час реакції водія (приймаємо 2 с);

t_1 – час вмикання передачі (приймаємо 2 с);

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

t_3 – час проходження «небезпечної зони» перетину, с, встановлюється за формулою (2.13.3.);

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

Час проходження «небезпечної зони» перетину t_3 встановлюємо за формулою (2.13.3.):

$$t_3 = D / V_{\text{сер}}, \quad (2.13.3.)$$

де D – відстань між границями перетину, встановлюється за формулою (2.13.4.);

$V_{\text{сер}}$ – середня швидкість на перетині, м/с, встановлюється за формулою (2.13.5.);

Встановлюємо відстань між границями перетину (Рис. 2.13.1.)

$$D = B_{\text{маг}} + l_a + c, \quad (2.13.4.)$$

де $B_{\text{маг}}$ – розміри проїзної частини магістралей, що перетинаються, встановлюється за формулою (2.9.1.), для магістралі 1-2 складає 13,5 м, для магістралі 4-3 складає 13,5 м;

l_a – довжина розрахункового автомобіля (приймаємо 5 м);

c – відстань безпеки (приймаємо 10 м).

Середня швидкість на перетині встановлюється за формулою :

$$V_{\text{сер}} = \frac{V_{\text{поч.}} + V_{\text{розр.}}}{2}, \quad (2.13.5.)$$

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

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

Розрахунок для вулиць Протасів Яр (1-2) та Миколи Грінченка (4-3) будуть **аналогічні**, так як вони мають **однакові розміри проїзної частини магістралей**, що становить 13,5 м.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

$$V_{\text{сер}} = \frac{6 + 66}{2} = 36 \frac{\text{км}}{\text{год}}, \text{ або } 10 (\text{м/с})$$

$$D = 13,5 + 5 + 10 = 24 \text{ м.}$$

$$t_3 = \frac{24}{10} = 2,4 (\text{с})$$

$$t_3 = 2 + 2 + 2 + 2,4 + 1 = 9,4 (\text{с})$$

$$N = \frac{1800}{9,4} = 192$$

Пропускна здатність проїжджої частини безпосередньо залежить від кількості смуг руху та коефіцієнта їх ефективного використання. Для кожної магістралі цей показник визначається індивідуально за допомогою спеціалізованої формули, яка враховує особливості розподілу транспортних потоків по окремих смугах [10]:

$$N_{\text{п.ч.}} = 2N_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (2.13.6.)$$

$$N_{\text{п.ч}} = 2 * 192 \cdot 1,9 = 730 (\text{авт/год})$$

Робимо розрахунок :

$$N_{\text{пер.}} = 730 + 730 = 1460 (\text{авто/год})$$

Перевіряємо виконання умови нерівності (2.12.1.), умова не виконана:

$$1460 < 3402$$

Отже, нерегульована схема ОДР на перетині є недоцільна.

2.14. Визначення доцільності влаштування регульованої схеми ОДР на перетині

Пропускна здатність однієї смуги руху в межах перехрестя з регульованою схемою організації дорожнього руху (ОДР) визначають за формулою:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot (t_3 - 0,5V_{\text{сер.}}/a)}{t_0 T_{\text{ц}}}, \quad (2.14.1.)$$

де t_3 – тривалість зеленого сигналу світлофора для даної магістралі ;

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

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

$V_{\text{сер}}$ – середня швидкість проходження перетину (приймаємо згідно розрахунку за формулою (2.13.5.), приймаємо 10 м/с);

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

а – прискорення автомобіля при розгоні (1 м/с^2).

Робимо розрахунок для вулиці Протасів Яр (1-2) :

$$N_{\text{см (1-2)}} = \frac{3600 \cdot (38 - 0,5 \cdot 10/1)}{4 \cdot (77 + 5 + 38)} = 248 \text{ (авт/год)}$$

Робимо розрахунок для вулиці Миколи Грінченка (4-3) :

$$N_{\text{см (4-3)}} = \frac{3600 \cdot (28 - 0,5 \cdot 10/1)}{4 \cdot (90 + 5 + 28)} = 169 \text{ (авт/год)}$$

Величини коефіцієнтів ефективності використання смугу руху транспорту приймаються ті ж, що і у формулі (2.13.6.).

$$N_{\text{п.ч(1-2)}} = 248 \cdot 1,9 \cdot 2 = 943 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

$$N_{\text{п.ч(4-3)}} = 169 \cdot 1,9 \cdot 2 = 643 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

Пропускна здатність перехрестя перетину при регульованій схемі ОДР:

$$N_{\text{пер}} = \Sigma N_{\text{п.ч.}}$$

$$N_{\text{пер}} = 943 + 643 = 1586 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

Перевіряємо виконання умови нерівності (2.12.1.), умова виконана:

$$1586 < 3402$$

Так як, жодне з нерівностей не була виконана, приймаємо ОДР саморегульоване кільцеве перехрестя.

2.15. Методика розрахунку та визначення геометричних параметрів саморегульованих кільцевих транспортних розв'язок.

При проектуванні геометричних параметрів споруд кільцевого типу (СКП) визначальною характеристикою є довжина лінії переплетення. Цей показник прямо впливає як на рівень безпеки руху, так і на пропускну здатність перехрестя. Збільшення довжини цієї ділянки оптимізує процеси злиття та розділення потоків автомобілів, що, своєю чергу, сприяє підвищенню швидкості руху в межах кільця та забезпечує вищу загальну ефективність функціонування транспортного вузла [10].

Довжину лінії переплетення та радіус внутрішнього кільця R_0 на СКП визначаємо за табл. 2.15.1 [10]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Таблиця 2.15.1.

Проектні параметри СКП

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

Примітка. Розрахункова швидкість руху на кільцевих площах з метою економії території приймається у межах 30-40 км/год.

Для розрахунків приймаємо розрахункову швидкість руху 30 км.

Необхідна кількість смуг руху на СКП визначається за формулою:

$$n = \frac{N_P^{max}}{N_{ГР}} + 1, \quad (2.15.1.)$$

де n – кількість смуг руху в перерізі СКП;

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

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

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Загальна розрахункова схема СКП:

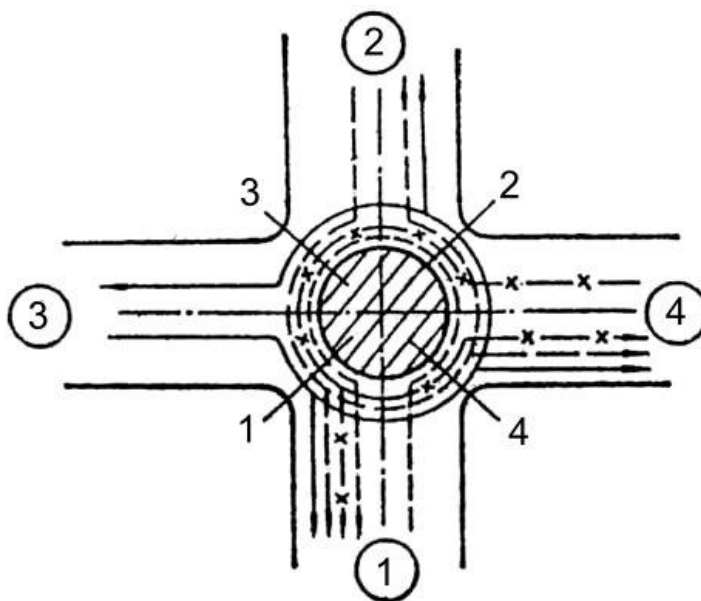


Рис. 2.15.1. Загальна розрахункова схема СКП.

Для визначення N_p^{max} встановимо інтенсивності у всіх перерізах на кільці. Для цього була заповнена табл. 2.15.3.:

Таблиця 2.15.3

Встановлення інтенсивності в перерізах кільця

	I переріз		II переріз		III переріз		IV переріз	
	Напрям руху транс.	$N_{p\text{авто/год}}$	Напрям руху транс.	$N_{p\text{авто/год}}$	Напрям руху транс.	$N_{p\text{авто/год}}$	Напрям руху транс.	$N_{p\text{авто/год}}$
1	1-1	0	1-1	0	1-1	0	1-1	0
2	2-1	746	1-2	558	1-3	18	1-2	558
3	2-2	0	1-3	18	2-1	746	1-3	18
4	2-4	252	2-2	0	2-2	0	1-4	851
5	3-1	20	3-2	90	2-3	8	2-2	0
6	3-2	90	3-3	0	2-4	252	2-4	252
7	3-3	0	4-1	576	3-3	0	3-2	90
8	3-4	18	4-2	252	4-1	576	3-3	0
9	4-1	576	4-3	13	4-3	13	3-4	18
10	4-4	0	4-4	0	4-4	0	4-4	0
	$\sum N_p$	1702	$\sum N_p$	1507	$\sum N_p$	1613	$\sum N_p$	1787

$$n = \frac{1787}{800} + 1 = 3,23$$

Кількість смуг руху на саморегульованому кільцевому перетині (СКП) регламентується в межах від 2 до 4. Якщо розрахункова інтенсивність руху ($V_{розр}$) перевищує пропускну здатність 4 - смугової схеми, допускається корекція параметрів $V_{розр}$ з метою оптимізації умов перестроювання транспорту на ділянках переплетення потоків.

Приймаємо 3 смуги руху.

Ширина проїзної частини на кільці дорівнює:

$$B_K = n \cdot v, \quad (2.15.2.)$$

де n – кількість смуг руху на кільці;

v – ширина смуги руху на кільці;

$$B_K = 3 \cdot 4 = 12 \text{ (м)}$$

Радіус зовнішнього кільця визначається за формулою:

$$R_{зовн} = R_0 + B_K, \quad (2.15.3.)$$

де R_0 – радіус внутрішнього кільця, м;

B_K – ширина проїзної частини кільця.

$$R_{зовн} = 30 + 12 = 42 \text{ (м)}$$

З розрахунків, радіус зовнішнього кільця становить 42 м., даний діаметр не може бути вписаний через планувальні обмеження, через «зажатість» перехрестя будівлями, та зупинкою громадської електрички. Даний радіус кільця вимагає більший простір, і не може бути реалізований без суттєвої реконструкції сусідніх будівель, що є недоцільним.

Для подальших розрахунків буде використаний варіант з «турбо-кільцем», з розрахунковою швидкістю 15 км/год, для максимального збереження існуючих будівель і споруд. Проектні параметри для даної швидкості, будуть прийматися з розрахунків екстраполяції, однак слід зазначити, що через довжину ділянки переплетення (5 м., дані представлені в таблиці 2.15.4.), даний перетин буде розглядатися як **регульована схема ОДР**.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		



Рис. 2.15.2. Проектно планувальне рішення саморегульованого кільцевого перетину, та зонами впливу кільця на сусідні будівлі

Таблиця 2.15.4.

Проектні параметри СКП для прийнятих 15 км/год

Розрахунок швидкості руху, км/год	Радіус центрального островця, м	Ширина проїзної частини кільця, м	Довжина ділянки перелаштування (м) при швидкості руху	Найбільша пропускна здатність перестроювання, од/год, ділянок				
				20	30	40	50	60
15	15	5,5	5	200	-	-	-	-

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Пропускна здатність однієї смуги руху транспорту перетині з регульованою схемою ОДР визначаємо за формулою :

$$N_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot (t_3 - 0,5V_{\text{сер.}}/a)}{t_0 T_{\text{ц}}}, \quad (2.15.4.)$$

де t_3 – тривалість зеленого сигналу світлофора для даної магістралі ;

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

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

$V_{\text{сер}}$ – середня швидкість проходження перетину (приймаємо згідно розрахунку за формулою (2.15.5.), приймаємо 11,25 м/с);

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

Середня швидкість на перетині встановлюється за формулою (2.13.5.) :

$$V_{\text{сер}} = \frac{V_{\text{поч.}} + V_{\text{розр.}}}{2}, \quad (2.15.5.)$$

де $V_{\text{поч}}$ – початкова швидкість руху транспорту на перетині, (приймаємо 15 км/год);

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

$$V_{\text{сер}} = \frac{15 + 66}{2} = 40,5 \frac{\text{км}}{\text{год}}, \text{ або } 11,25 \text{ (м/с)}$$

Робимо розрахунок для вулиці Протасів Яр (1-2) :

$$N_{\text{см (1-2)}} = \frac{3600 \cdot (38 - 0,5 \cdot 11,25/1)}{4 \cdot (77 + 5 + 38)} = 243 \text{ (авт/год)}$$

Робимо розрахунок для вулиці Миколи Грінченка (4-3) :

$$N_{\text{см (4-3)}} = \frac{3600 \cdot (28 - 0,5 \cdot 11,25/1)}{4 \cdot (90 + 5 + 28)} = 164 \text{ (авт/год)}$$

Величини коефіцієнтів ефективності використання смугу руху транспорту приймаються ті ж, що і у формулі (2.15.6.).

$$N_{\text{п.ч.}} = 2N_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (2.15.6.)$$

$$N_{\text{п.ч(1-2)}} = 243 \cdot 1,9 \cdot 2 = 924 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

$$N_{\text{п.ч(4-3)}} = 164 \cdot 1,9 \cdot 2 = 624 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Пропускна здатність перехрестя перетину при регульованій схемі ОДР:

$$N_{\text{пер}} = \Sigma N_{\text{п.ч.}}$$

$$N_{\text{пер}} = 924 + 624 = 1548 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

Перевіряємо виконання умови нерівності (2.12.1.), умова виконана:

$$1548 < 3402$$

2.16. Аналіз конфліктних точок СКП

Згідно з даними SSAM для запропонованого варіанта розв'язки, кількість конфліктних ситуацій суттєво зменшилася. з 317 до 144.

Розподіл конфліктів за типами є наступним :

- Rear end (наїзд ззаду): 141 випадки. Це найпоширеніший тип конфлікту на цьому перетині, що свідчить про проблеми з дистанцією між автомобілями, інтенсивністю гальмування або швидкісним режимом.
- Lane change (зміна смуги): 3 випадки. Вони виникають при перестроюванні транспортних засобів, що може бути спричиненою розміткою або складною геометрією під'їздів.
- Crossing (перетин): 0 випадків.

Статистичні метрики, наведені у звіті, дозволяють оцінити небезпеку цих конфліктів :

- TTC (Time to Collision – час до зіткнення): Середнє значення становить 2,37 секунди, при діапазоні від 0,8 до 3 секунд. Це досить низький показник, що вказує на високий ризик зіткнень у разі непередбачуваної поведінки водіїв.
- PET (Post-Encroachment Time): Середнє значення становить 1,88 секунди, при максимумі 4,6 секунди.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

2.17. Проектування поздовжніх профілів перетину магістралей

Поздовжній профіль визначає висотну конфігурацію вулиці або магістралі та формується шляхом нанесення проектної лінії зі встановленням відповідних поздовжніх похилів. Основою для розробки таких проектних рішень слугують актуальні топографічні плани, що містять геодезичні дані та положення червоних ліній забудови [10].

Ключові завдання при проектуванні поздовжнього профілю:

- Мінімізація обсягів земляних робіт: оптимізація балансу виїмок та насипів.
- Дотримання нормативів безпеки: забезпечення умов видимості та плавності руху.
- Водовідведення: гарантування ефективного відведення поверхневих вод уздовж траси.

Процес проектування розпочинається з визначення мінімального кроку — граничної відстані між точками перелому поздовжнього профілю. Його величину слід приймати відповідно до чинних вимог ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» [10].

Проектування СКП виконати з мінімальними похилами 5 – 18‰, поздовжні профіля.

З ключових пропозицій є влаштування нових підпірних стінок уздовж вулиці Лінійна (3-4) та реконструкція існуючої біля перетинів вулиці Івана Федоровича (2-1) та вулиця Миколи Грінченка (4-3), поточний стан представлений на Рис. 2.17.1. та Рис. 2.17.2.



Рис. 2.17.1. Існуючий стан вул. Миколи Грінченка

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		



Рис.2.17.2. Існуючий стан вул. Лінійна

Дане рішення обумовлено складними умовами існуючого рельєфа, через що ухили схилів є критичними : для вул. Лінійна (3-4) він становить 14,2‰ та вул. Миколи Грінченка (4-3) становить 27,8‰ . Цим рішенням ми забезпечуємо стійкість ґрунту та гарантуємо безпеку руху автомобілів, пішоходів та інших учасників руху.

Однак рішення вимагає провести додаткові детальні інженерно-геологічні вишукування, та буде остаточно прийняте після вибору конструкції підпірних стінок.

Вибір конструкції підпірних стін і підвалів здійснюється в залежності від їх призначення і місць розташування (загального призначення, гідротехнічні, промислові) на основі порівняння варіантів, виходячи з техніко-економічної доцільності їх застосування в конкретних умовах будівництва з врахуванням максимального зниження матеріаломісткості, трудомісткості і вартості будівництва, а також з врахуванням умов експлуатації конструкцій. [19]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

2.18. Розміщення дощоприймальних колекторів

У межах дипломного проектування розрахунки обсягів поверхневого стоку безпосередньо в зоні перетину магістралей детально не проводилися, тому відповідні рішення були прийняті конструктивним шляхом. Оскільки організація водовідведення на приміагістральних ділянках може здійснювати незалежно, діаметри гілок і колекторів зливової каналізації в проєкті приймаються як мінімальні. Ефективне відведення води з поверхні проїзної частини забезпечується за рахунок розміщення дощеприймальних споруд у лотках дороги згідно з наступними принципами: [10]

- встановлюються дощеприймальні колодязі у самих низьких місцях проїзної частини;
- необхідно забезпечити перехват поверхневого стоку, який буде надходити з проїзної частини та тротуарів магістралей, що перетинаються, до початку перехрестя.

На ділянках із шириною проїзної частини до 30 м. (за умови відсутності додаткового притоку води з прилеглих територій) зливодприймальні споруди розміщуються конструктивна. Відстані між ними визначаються залежно від повздовжнього похилу ділянки магістралі (за винятком точок локальних максимумів) згідно з такими нормами : [10]

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

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

2.19. Визначення транспортно-експлуатаційних і техніко-економічних показників проєкту

Кошторисно-фінансовий розрахунок

Таблиця 2.19.1.

Кошторисно-фінансовий розрахунок

№ з/п	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт	Загальна вартість, грн.
1.	Земляні роботи	м ³	300	2 390 857,4	717 257 220
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м ²	4 500	1305,936	5 876 712
3.	Влаштування дорожнього одягу тротуарів	м ²	1 500	376,935	565 402,5
4.	Влаштування водовідведення				
4.1	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.	10 000	224,171	2 241 710
4.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	15 000	12	180 000
5.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	309,229	154 614,5
6.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	15 000	8	120 000
7.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м ²	10 000	1 221,691	12 216 910
Проміжна сума					Σ 738 612 569
8.	Перекладка підземних інженерних комунікацій	%	15%	Σ ₍₁₋₇₎ * 0,15	110 791 885,35
Остаточна сума					Σ 849 404 454,35

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

При формуванні кошторисної частини традиційно застосовуються збірники Єдиних районних одиничних розцінок (ЄРОР), що містять вартісні показники для кожного виду будівельних робіт з урахуванням рівні їхньої складності та регіональних особливостей будівництва (цей підхід необхідно реалізувати у вашому проєкті згідно з відповідними нормативами). Загальна вартість конкретного виду робіт розраховується як добуток фізичного обсягу робіт на вартість одиниці виміру. [10]

Для здійснення попередньої техніко-економічної оцінки та визначення економічної доцільності влаштування того чи іншого виду перетину магістралей у дипломному проєкті в таблиці 2.19.1. систематизованого укрупнені показники вартості будівництва, а також подальшої експлуатації основних елементів перетину. [10]

Річні дорожні витрати

Річні дорожні витрати **до реконструкції** D визначають як витрати, які складаються з щорічних витрат на реконструкцію, капітальний та поточний ремонт дорожнього одягу, а також утримання дорожнього покриття перетину і розраховуються за формулою: [10]

$$D = 0,01 \cdot C_{\text{од}} \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a, \quad (2.19.1.)$$

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

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

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

F – площа дорожнього покриття;

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

$$D = 0,01 \cdot 904,15 \cdot 4\,500 \cdot (5 + 1) + 904,15 \cdot 100 = 334\,535,5 \text{ грн.}$$

Річні дорожні витрати **після реконструкції** D' розраховуються за тією ж формулою з підставленням відповідних значень.

$$D' = 0,01 \cdot 1\,305,936 \cdot 4\,500 \cdot (5 + 1) + 1\,305,936 \cdot 100 = 483\,196,32 \text{ грн.}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Оскільки площа дорожнього покриття СКП є більшою за площу регульованого чи нерегульованого перетину до реконструкції, то річні дорожні витрати **після реконструкції** (D') є більші за річні дорожні витрати **до реконструкції** D : [10]

$$D' > D \quad (2.19.2.)$$

$$483\,196,32 > 334\,535,5$$

Для оцінки ефективності влаштування СКП у порівнянні з іншою схемою організації дорожнього руху, доцільно розрахувати величину ΔD , на яку буде збільшено річні дорожні витрати після реконструкції, у порівнянні з ситуацією до неї: [10]

$$\Delta D = D' - D, \quad (2.19.3.)$$

де ΔD – різниця дорожніх витрат до і після реконструкції, грн.

$$\Delta D = 483\,196,32 - 334\,535,5 = 148\,660,82 \text{ грн}$$

Річні транспортні витрати:

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: [10]

$$\Sigma K = (\Sigma T_{\text{год}} + \Sigma T_{\text{дод}}) \times S, \quad (2.19.4.)$$

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, 208 грн.

Прийнята вартість розраховується з середньої зарплати у Києві на червень 2026 (35 000 грн.) [22], діленням на 21 робочих днів місяця, та 8 годину зміну.

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

$$T_{\text{год}} = N \cdot \frac{t_{\text{к}} + 2t_{\text{ж}}}{2 \cdot 3600 \cdot T_{\text{ц}}} ((t_{\text{к}} + t_{\text{ж}}) + 0,56V) \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (2.19.5.)$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

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

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

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

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

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

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

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

$$T_{\text{год1}} = 1342 \cdot \frac{70,2 + 5}{2 \cdot 3600 \cdot 113,2} ((70,2 + 5) + 0,56 \cdot 36) \cdot \frac{365}{0,1} = 43\,097 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{год2}} = 900 \cdot \frac{60 + 6}{2 \cdot 3600 \cdot 185} ((60 + 6) + 0,56 \cdot 36) \cdot \frac{365}{0,1} = 14\,024 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{год3}} = 128 \cdot \frac{139 + 5}{2 \cdot 3600 \cdot 161} ((139 + 5) + 0,56 \cdot 36) \cdot \frac{365}{0,1} = 9\,527 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{год4}} = 1121 \cdot \frac{90 + 5}{2 \cdot 3600 \cdot 123} ((90 + 5) + 0,56 \cdot 36) \cdot \frac{365}{0,1} = 50\,545 \text{ авт/рік}$$

Розрахунки $T_{\text{год}}$ виконуються для кожного з входів на перетин окремо. Скільки вузол має входів, стільки ж буде розрахунків $T_{\text{год}}$: [10]

$$\sum T_{\text{год}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n, \quad (2.19.6.)$$

$$\sum T_{\text{год}} = 117\,193 \text{ авт/рік}$$

Втрати часу на переміщення від меж перетину **після реконструкції** до стоп-лінії на перетині до реконструкції визначаються за формулою: [10]

$$T_{\text{дод}} = N_i \cdot \frac{S}{V} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (2.19.7.)$$

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.

$$T_{\text{дод1}}^{\text{вх}} = 1342 \cdot \frac{30,604}{8,33} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{0,1} = 4\,998 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

$$T_{\text{дод}_1}^{\text{вих}} = 1427 * \frac{30,604}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 5\,315 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_3}^{\text{вх}} = 128 * \frac{21,846}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 340 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_3}^{\text{вих}} = 39 * \frac{21,846}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 103 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_2}^{\text{вх}} = 900 * \frac{39,764}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 4\,355 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_2}^{\text{вих}} = 1006 * \frac{39,764}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 4\,868 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_4}^{\text{вх}} = 1121 * \frac{26,324}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 3\,591 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_4}^{\text{вих}} = 841 * \frac{26,324}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 2\,694 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

Розрахунки $T_{\text{дод}}$ виконуються для кожного з входів та виходів на перетин окремо. Скільки вузол має входів та виходів, стільки ж буде розрахунків $T_{\text{дод}}$: [10]

$$\sum T_{\text{год}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n \quad (2.19.8.)$$

$$\sum T_{\text{год}} = 26\,264 \text{ авт/рік}$$

Витрати на проходження регульованого перехрестя:

$$\sum K = (\sum T_{\text{год}} + \sum T_{\text{дод}}) \times S \quad (2.19.9.)$$

$$\sum K = (117\,193 + 26\,264) * 208 = 29\,408\,685 \text{ грн}$$

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 – 2.19.2., 2.19.3. та 2.19.4. (і для регульованого перехрестя, і для саморегульованого кільцевого перехрестя). [10]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Таблиця 2.19.2.

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

Напрямок в'їзду до перетину (<i>i</i>)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (<i>j</i>)			
	1	2	3	4
1	0	746	20	576
2	558	0	90	252
3	18	8	0	13
4	851	252	18	0

Таблиця 2.19.3.

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

Напрямок в'їзду до перетину (<i>i</i>)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (<i>j</i>)			
	1	2	3	4
1	46,85	30,27	38,12	23,43
2	30,27	46,85	22,74	38,07
3	22,19	36,91	46,85	29,26
4	37,48	21,55	29,26	46,85

Таблиця 2.19.4.

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

Напрямок в'їзду до перетину (<i>i</i>)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (<i>j</i>)				Всього за напрямами в'їзду
	1	2	3	4	
1	0,00	22580,31	762,41	13498,20	36840,92
2	16889,83	0,00	2047,02	9594,60	28531,45
3	399,50	295,25	0,00	380,33	1075,09
4	31895,32	5430,60	526,62	0,00	37852,53
Всього за напрямами виїзду	49184,65	28306,16	3336,05	23473,13	104299,99

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Розрахунок показників у таблиці виконується шляхом перемноження значень відповідних комірок. Підсумувавши дані останнього рядка, у правій нижній комірці таблиці ми отримуємо загальну величину річних витрат часу на рух транспорту в межах перетину, а підсумовування значень у крайньому правому стовпчику дозволить виконати контрольну перевірку правильності всіх обчислень. [10]

Річні транспортні витрати $\Sigma K'$ на рух транспорту в межах перетину визначають за формулою: [10]

$$\Sigma K' = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} / 3600 * \frac{365}{\beta} * S, \quad (2.19.10.)$$

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.

$$\Sigma K' = \frac{104\,299,99}{3600} * \frac{365}{0,1} * 208 = 21\,995\,709 \text{ грн}$$

Очікуваний соціально-економічний ефект від реконструкції ΔK встановлюється наступним чином: [10]

$$\Delta K = K - K', \quad (2.19.11.)$$

$$\Delta K = 29\,408\,685 - 21\,995\,709 = 7\,412\,976 \text{ грн}$$

Термін окупності капіталовкладень

Термін окупності капіталовкладень (T_o) для будівництва перетину магістралей у різних рівнях розраховується за встановленою формулою. При цьому, задля оцінки цього показника, спочатку шляхом порівняльного аналізу обирається найбільш оптимальний варіант перетину в одному рівні, для якого розраховуються лише непродуктивні підсумкові витрати, зумовлені затримками транспорту під час руху в необхідних напрямках (інші види витрат у даному розрахунку не враховуються). [10]

При реконструкції перетину магістралей в різних рівнях термін окупності (T_o) капіталовкладень визначаємо за формулою: [10]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

$$T_0 = \frac{C}{(K+D)-(K'+D')}, \quad (2.19.12.)$$

$$T_0 = \frac{849\,404\,454,35}{(29\,408\,685+334\,535)-(21\,995\,709+483\,193)} = 116,92 \text{ років}$$

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.

Коефіцієнт окупності капіталовкладень

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень СКП можна встановити за наступною формулою:

$$E = \frac{1}{T_0} \quad (2.19.13.)$$

$$E = \frac{1}{116,92} = 0,00855 = 0,85 \%$$

Висновок :

Впровадження регульованого перетину з конструктивними елементами турбо-кільця, показав ефективність в суттєвому зниженні кількості конфліктних ситуацій з 317 до 144, що суттєво підвищує безпеку на даному перетині.

Однак, техніко-економічний аналіз свідчить про економічну неефективність, термін окупності у 116,92 роки, робить будівництво турбо-кільця нерациональним. Також критичним в даній роботі є врахування врізки в існуючий схил, і вимагає в даному випадку необхідність будівництва підпірних стінок.

Дивлячись на результати розрахунків, оптимальним рішенням для підвищення рівня безпеки на перетині є реконструкція існуючого перехрестя, так як на відміну від нерегульованої схеми, має більшу пропускну здатність, $1460 < 3402$ для нерегульованого перетину, та $1586 < 3402$ для регульованого.

Та в поєднанні з організаційними заходами, що описані в конструктивному розділі нижче.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

3. Конструктивний розділ

Керівник _____ к.т.н. доцент Шилова Т.О.
_____ ст. викл. Беспалов Д.О.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

3.1. Окреслення головних проблем.

Зважаючи на все сказане вище, вирізняються такі основні проблеми :

- Хаотична паркування на пішохідних зонах;
- Блокування крайньої правої смуги руху;
- Відсутність нормативного пониження бордюрів;
- Відсутність елементів тактильної навігації;

Згідно з ПДР (правила дорожнього руху), а саме за розділом 15.9. г) на перехрестях та ближче 10 м від краю перехрещуваної проїзної частини [14]. Та згідно розділу 15.10. б) стоянка забороняється : на тротуарах (крім місць, позначених відповідними дорожніми знаками, встановленими з табличками). [14]. Як можна побачити на рис. 3.1.1. та 3.1.2., є порушення ПДР (правила дорожнього руху)

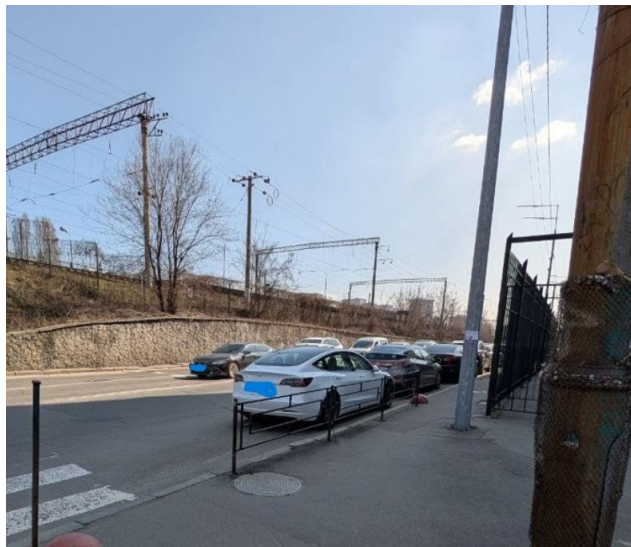


Рис. 3.1.1. Вулиця Миколи Грінченка, зйомка датована 12 квітнем 2026 року



Рис. 3.1.2. Хаотична запаркованість на тротуарі перед бізнес парком, зі сторони вулиці Протасів Яр, зйомка датована 12 квітня 2026 року

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Чому блокування крайньої правої смуги руху є більш значною проблемою для забезпечення безпеки руху, аніж може здатися спочатку ?

Розглянемо це питання через дослідження Hrytsun O., Lanets O., Solodkyi S. Impact of street parking on delays and the average speed of traffic flow. Transport Technologies., вуличне паркування суттєво погіршує дорожню ситуацію: пропускна здатність вулиць скорочується на 20–40%, середня швидкість транспортного потоку знижується, а ризик виникнення дорожньо-транспортних пригод зростає. Такий негативний ефект пояснюється тим, що значна частина міського простору, яка мала б використовуватися для безперешкодного руху, вилучається під стоянки автомобілів, створюючи дефіцит площі для транспортних потоків. [12]

Питання організації паркування та його впливу на ефективність дорожнього руху є предметом численних досліджень, оскільки неправильне розміщення автомобілів створює серйозні перешкоди. Найбільш критичною ця проблема є в зоні перехресть: на нерегульованих ділянках паркування обмежує видимість, створюючи аварійно небезпечні ситуації, тоді як на регульованих — істотно знижує потік насичення (максимальну кількість транспортних засобів, що можуть проїхати крізь перехрестя в одиницю часу).

На міжперехрестних перегонах припаркований транспорт викликає різке падіння пропускної здатності через постійну необхідність маневрування: водії в правій смузі змушені виконувати перелаштування, щоб об'їхати перешкоду, що створює зони хаотичного переплетення потоків та значно уповільнює загальний рух. [12]

Також немало важливим фактором є підвищення рівня інклюзивності в даній місцевості.

Закон України «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні» (Стаття 26) : Підприємства, установи та організації зобов'язані створювати умови для безперешкодного доступу осіб з інвалідністю (у тому числі осіб з інвалідністю, які використовують засоби пересування та собак-поводирів) до об'єктів фізичного оточення. [15]

Підвищення інклюзивності в сучасних реаліях, це не про моду, виконання законодавства, чи виконання формальних будівельних норм. Це про створення базової безпеки, створення комфорту та створення можливості вільного пересування для всіх верств населення.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

В сучасних реаліях, через російську агресію, людей з інвалідністю, стає нажаль все більше, це і військово службовці, і цивільні особи, які постраждали від ворожих ракет, і уламків будівель.

Втрата кінцівок, можливості ходити, та бачити, не повинно ставати на заваді нормального способу життя, і наша задача як місто планувальників забезпечити цим людям можливість для життя де вони можуть бути вільними у своєму виборі, і жити без обмежень. Це один із найважливіших способів, виховання в суспільстві співчуття до таких людей, через архітектуру навколишнього середовища, як, і для кого вона була збудована.

3.2. Пропозиції по вирішенню проблем

Основним нововведенням буде запровадження на вулиці Миколи Грінченка, дорожнього знаку 3.34. «Зупинку заборонено». Забороняється зупинка і стоянка транспортних засобів, крім таксі, що здійснює посадку або висадку пасажирів. [11]



Рис. 3.2.1. Знак «зупинку заборонено»

Також запровадження напрямні стовпчики на вулиці Протасів Яр.

Напрямний стовпчик — це спеціалізований дорожній елемент певної форми та розміру, обладнаний світлоповертальним пристроєм. Його головне призначення полягає в тому, щоб забезпечити водіям візуальну орієнтацію щодо напрямку дороги та позначити зовнішню межу узбіччя, що критично важливо для безпеки руху в нічний час або під час погіршення погодних умов. [16, розділ 3.1.20.]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Стовпчики напрямні (СН) класифікують так:

а) за кольором та наявністю світлоповертальних елементів:

- СН1 - односторонні з елементом червоного кольору;
- СН2 - двосторонні з елементами червоного та білого кольорів, розміщеними з протилежних сторін;

б) за конструктивними особливостями:

- тип А - не підлягають відновленню після механічного впливу (наїзду);
- тип Б - відновлювані після наїзду для подальшого використання;
- тип В - самовідновлювані (з можливістю нахилу та повернення у вертикальне положення);

в) залежно від матеріалу виготовлення корпусу:

- «М» — металеві;
- «П» — пластмасові;
- «Д» — дерев'яні;
- «ЗБ» — залізобетонні;
- «АЦ» — азбестоцементні;
- «К» — комбіновані. [16, розділ 6.5.2.4.1.]

Надземна лицьова частина прямого стовпчика (СН) повинна мати ширину в межах 0,12-0,15 м (див. рис. 3.2.2) та висоту (h_1), яка варіюється від 0,8 до 1,1 м залежно від умов розміщення. Підземна частина стовпчика має бути заглиблена на (h_2) 0,5-0,6 м. Верхня грань виробу може бути як горизонтальною (див. рис. 6.4 б), так і нахиленою в бік проїзної частини під кутом 20°-30° (див. рис. 6.4 а). Крім того, СН обов'язково оснащується світлоповертальними елементами: червоного кольору - з правого боку за напрямком руху, та білого - з лівого, відповідно до вимог ДСТУ 258. [16, розділ 6.5.2.4.3.]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

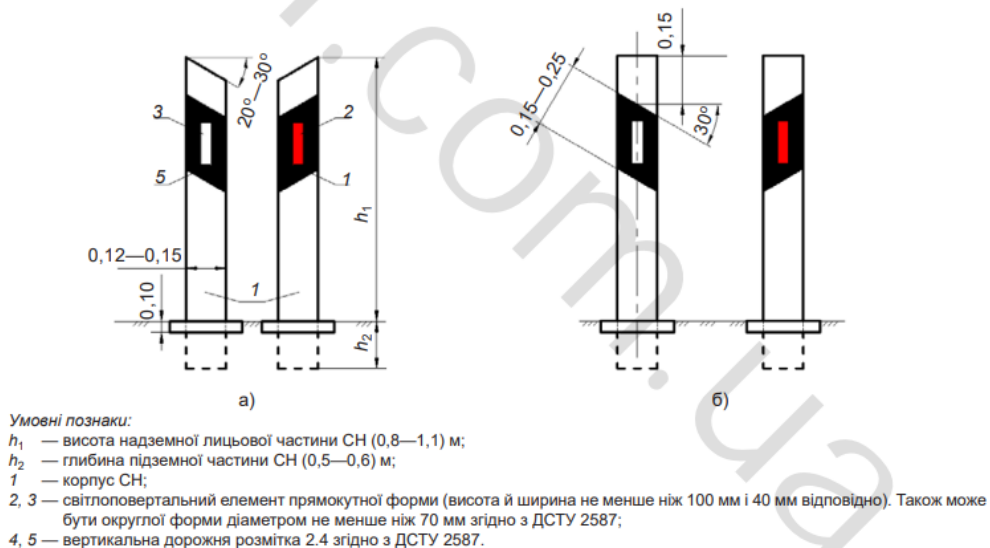


Рис. 3.2.2. Стовпчик напрямний (СН). Основні параметри

Загальна висота стовпчика залежно від матеріалу виготовлення та характеристик ґрунту, де його встановлюють, має бути (1,3—1,7) м. Нижня частина СН може бути закріплена щебенем, гравієм згідно з ДСТУ Б В.2.7-74 та ДСТУ Б В.2.7-75 або рухомою бетонною сумішшю згідно з ДСТУ Б В.2.7-96. [16, розділ 6.5.2.4.4.]

Слід зазначити що, введення заборони на паркування на одній вулиці неминуче перемістить паркування на інші вулиці, на яких буде неможливо уникнути аварій із постраждалими та матеріальними збитками. [12]

Тому слід забезпечити бізнес парк, автостоянками не менше 5-10 місць на 100 працюючих та одночасних відвідувачів згідно з ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій», таблиця 10.7, для одно- та багатофункціональні окремі будинки, комплекси (центри) комерційно-ділової діяльності (адміністративно-ділові та бізнес-центри, офісні комплекси) площею більше 100 м², а також будинки соцзабезпечення.

Та відповідною відстанню від відкритих автостоянок до громадських будинків згідно з ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій», таблиця 10.6.

Пониження бортового каменю до рівня проїзної частини має бути обов'язково в місцях надземних пішохідних переходів, а також на виїздах із прилеглих територій. Висота бортового каменю над рівнем покриття проїзної частини (дорожнього лотка) повинна становити 0,000 м. Максимальний технологічний поріг для забезпечення стоку дощових вод не може перевищувати 0,01 м., при цьому край каменю не повинен мати гострих вертикальних граней.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Повздовжній ухил пандусу до підходів розраховується відповідно до матеріалів до розрахунку максимального ухилу відповідно до таблиці Додатку Б. [18]

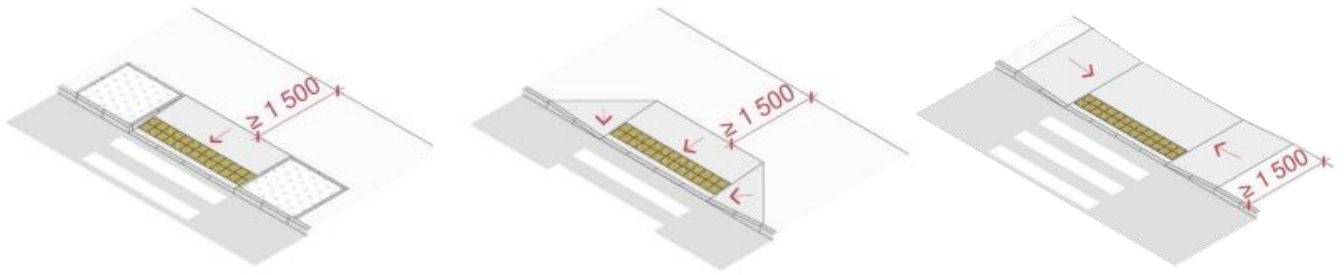
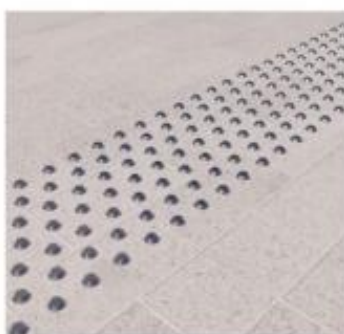
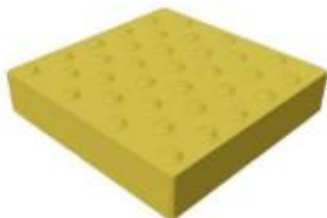
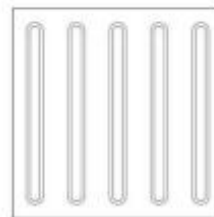
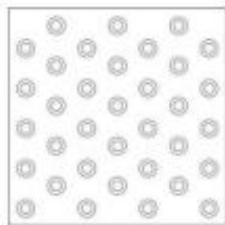


Рис. 3.2.3. Приклад влаштування бордюрних пандусів

Перед кожним наземним пішохідним переходом, як регульованим, так і нерегульованим, на тротуарі обов'язково влаштовується попереджувальна тактильна смуга зі спеціальними тактильними індикаторами як показано на рис. 3.2.4., також повинні контрастно відрізнятися за кольором і фактурою від поверхні на яку їх встановлено. [18, розділ 8.2.]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		



Тип рифу № 1

Тип рифу № 2

Рис. 3.2.4. Спеціальні тактильні індикатори

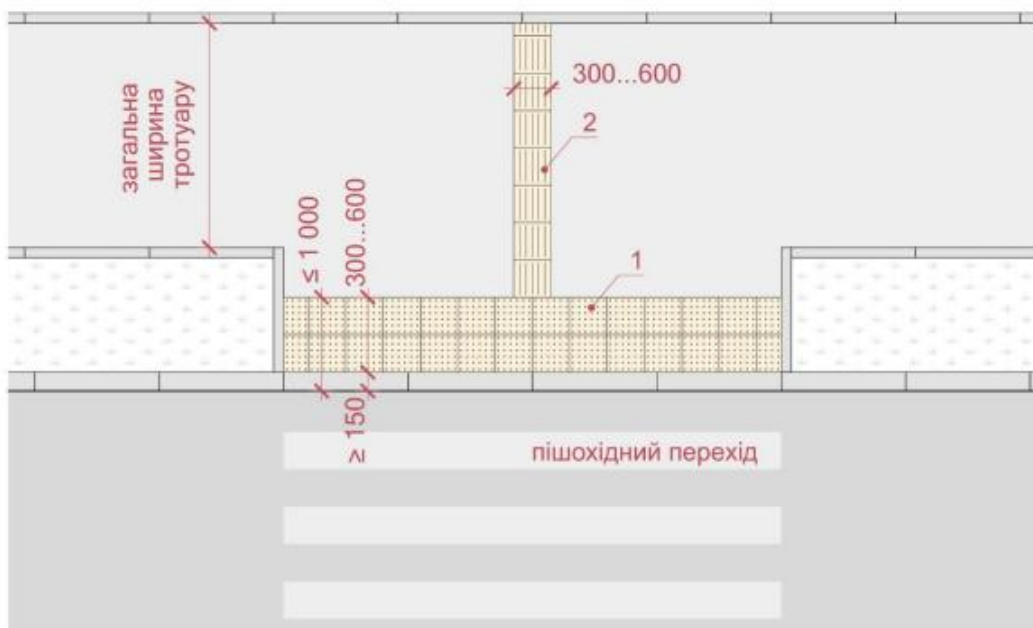


Рис. 3.2.5. Застосування спеціальних тактильних смуг на наземних пішохідних переходах

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Також одним із найважливіших елементів забезпечення безпеки на вулично-дорожній мережі, є влаштування тактильної смуги в зоні громадського транспорту, можливе застосування спеціальних тактильних смуг на зупинках громадського транспорту у Додатку В.

Висновки :

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи було розробка комплексу науково обґрунтованих проєктних та організаційно-технічних рішень, спрямованих на підвищення рівня безпеки дорожнього руху та оптимізацію транспортних потоків на перетині вулиці Грінченка та вулиці Протасів Яр у місті Києві.

Складна Х-подібна геометрія перетину, ускладнена зміщенням осей та наявністю складного рельєфу, та містобудівної організації, у поєднанні з появою великого бізнес-парку на місці колишньої фабрики «Роза», призвела до критичного дефіциту паркомісць. Це спричинило хаотичне паркування на проїзній частині та тротуарах, що знижує пропускну здатність транспортного вузла на 20-40% та створює небезпечні умови для всіх учасників руху.

Транспортне моделювання перетину зафіксувало 317 конфліктних точок причому 86% (273 випадки), з них відносяться до категорії Rear end (наїзд ззаду) , що вказує на гостру потребу в оптимізації геометрії та режимів регулювання. Аналіз варіантів модернізації показав, що впровадження регульованого перетину, з конструктивними елементами турбо-кільця дозволяє скоротити кількість конфліктних точок з 317 до 144, що істотно підвищуючи рівень безпеки. Однак техніко-економічний аналіз показав неефективність такого рішення: термін окупності в 116,92 роки та необхідність будівництва складних підпірних стінок для врізання в існуючий схил роблять цей варіант економічно нераціональним.

Аналіз варіантів показав «вилку» у прийнятті рішення.

Ми маємо турбо-кільце з кращим критерієм безпеки, але економічно не вигідним, остаточна сума становить 849 404 454,35 грн., ця сума занадто висока для ефективного підвищення безпеки.

Та регульовану схему що є дешевшою, підвищує рівень безпеки на перетині, але за результатами розрахунків вона не здатна повністю задовільнити пропускну інтенсивність потоку $1586 < 3402$.

Проте він все одно забезпечує кращу пропускну здатність 1586 од./год. проти 1460 од./год., для нерегульованої схеми за значно менших капіталовкладень.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Водночас її проектна пропускна інтенсивність не задовільняє перспективну інтенсивність 3402 од./год. Для роботи пропонується стратегія двоетапної реалізації:

- Оперативний етап: реконструкція існуючого перехрестя з впровадженням організаційних заходів. Це дозволить підвищити безпеку за прийнятих капіталовкладень, проте цей захід не вирішує питання перспективного пікового навантаження повністю, проте є ефективним при наявному бюджеті.
- Стратегічний етап: будівництво турбо-кільця розглядається як технічно доцільний варіант для зменшення конфліктних точок. Реалізація цього етапу рекомендується у середньостроковій перспективі за умови виділення додаткового фінансування.

До ключових заходів належать: упорядкування паркомісць для ліквідації стоянки на тротуарах та проїзної частини, забезпечення повної безбар'єрності середовища, влаштування пониження бордюрів та тактильної плитки. Такий комплексний підхід дозволяє досягти балансу між безпекою дорожнього руху, інклюзивністю інфраструктури та економічної доцільності реалізації проекту.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Перелік використаної літератури та програмних комплексів

1. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Київ : Мінрегіон України, 2018. 55 с.
2. Портал даних Kyiv.Digital. <https://data.kyivcity.gov.ua>
3. Google Maps
https://www.google.com.ua/maps/@50.413568,30.123367,14z?hl=ru&entry=tu&g_ep=EgoyMDI2MDUzMS4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3Dhttps://www.google.com.ua/maps/@50.413568,30.123367,14z?hl=ru&entry=tu&g_ep=EgoyMDI2MDUzMS4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D
4. ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. ЗНАКИ ДОРОЖНІ. Загальні технічні умови. Правила застосування. 140 с.
5. Київ Цифровий
6. ESAYWAY <https://www.eway.in.ua/ua/cities/kyiv>
7. PTV Vissim
8. Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji. 5. Funkcionalni elementi i površine puteva. 5.3 Kružne raskrsnice [Посібник з проектування доріг у Республіці Сербія. 5. Функціональні елементи та поверхні доріг. 5.3 Кругові перехрестя] / Javno preduzeće Putevi Srbije. Beograd, 2012. 60 s.
9. Хітров І. О. Дослідження безпечності перехрестя з круговим рухом // Вісник машинобудування та транспорту. — 2023. — № 2 (18). — С. 175–182.
10. Міські дорожньо-транспортні споруди: методичні вказівки до виконання практичних занять і курсового проєкту для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», які навчаються за освітньою програмою «Міське будівництво та господарство» / уклад.: М.М. Осетрін, Д.О. Беспалов, В.П. Тарасюк, П.П. Чередніченко. – Київ : КНУБА, 2022. – 60 с.
11. ПОСТАНОВА КАБІНЕТУ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ від 10 жовтня 2001 р. № 1306 Про Правила дорожнього руху.
12. Hrytsun O., Lanets O., Solodkyu S. Impact of street parking on delays and the average speed of traffic flow. *Transport Technologies*. 2020. Vol. 1, No. 1. P. 33–44. DOI
13. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 17 с.
14. Правила дорожнього руху України. Розділ 15: Зупинка і стоянка. Офіційний сайт «Водій.юа» <https://vodiy.ua/pdr/15/>

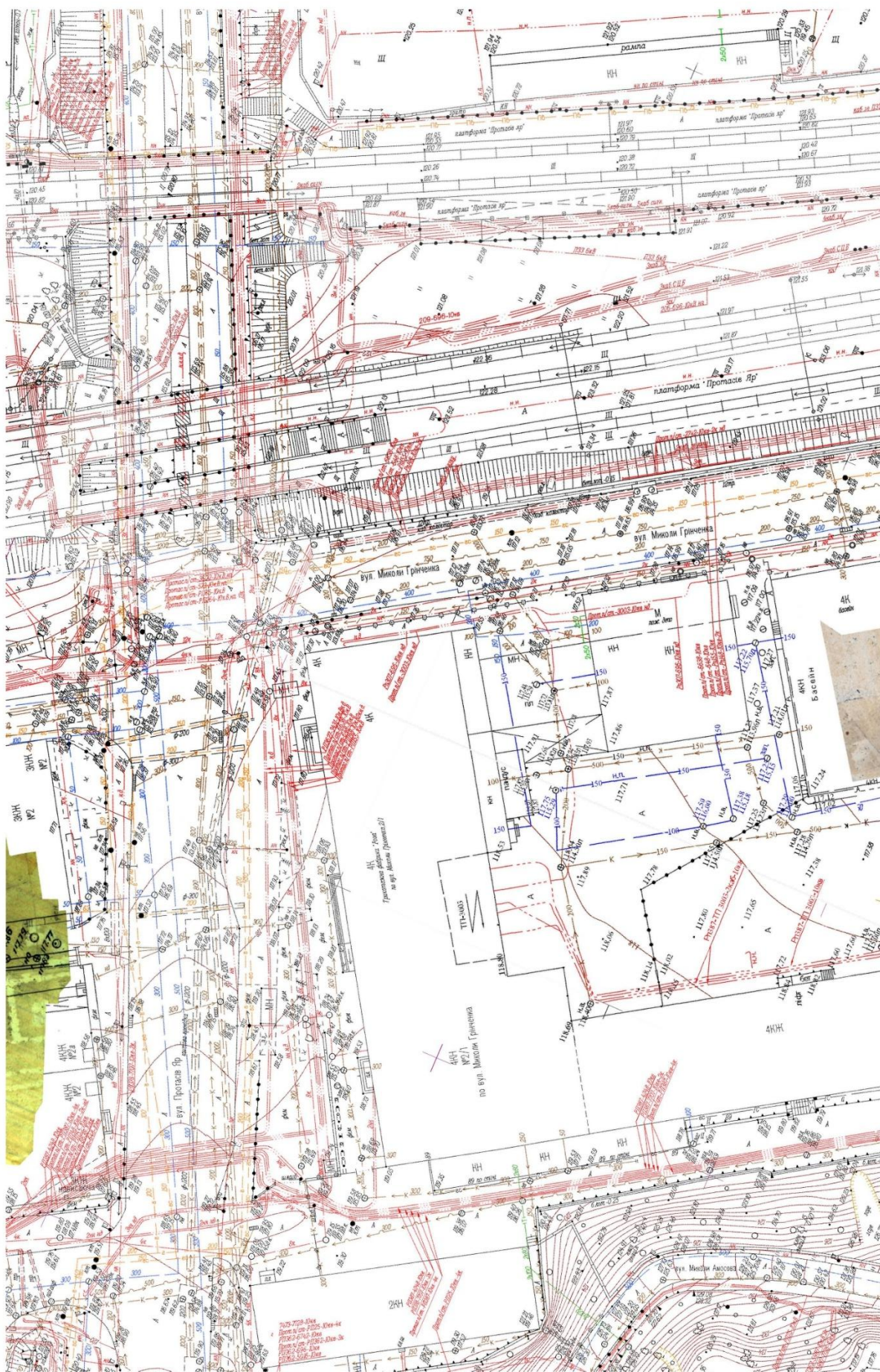
					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

15. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» від 17.02.2011 № 3038-VI
16. ДСТУ 8751:2017. Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги. [Чинний від 2018-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 35 с.
17. ДБН Б.2.2-12:2019 . Планування та забудови територій. Київ : Мінрегіон України 2019. 177 с.
18. ДБН В.2.2.-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 64 с.
19. ДСТУ-Н Б В.2.1. – 31:2014. Настанова з проектування підпірних стін. Київ: Мінрегіон України, 2015. 85 с.
20. Осетрін М.М. Міські дорожньо-транспортні споруди. Навчальний посібник для студентів ВНЗ.-К., ІЗМН, 1997 – 196 с.
21. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration
<https://highways.dot.gov/turner-fairbank-highway-research-center/software/ssam>
22. WORK.ua <https://www.work.ua/salary-kyiv/>

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Додатки

Додаток А. Опорний план перетину Грінченка та Протасів Яр у м. Київ



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА					Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис	

Додаток Б. Матеріали до розрахунку максимального ухилу й довжини пандуса

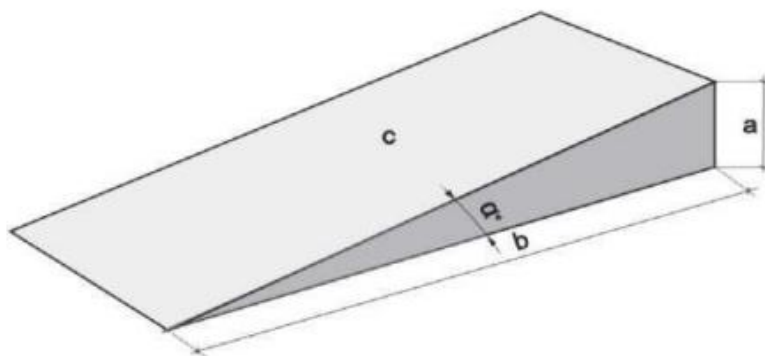
Таблиця Б. 1.

Максимальний підйом між проміжними площадками, мм	Максимальний ухил			Максимальна довжина між проміжними площадками, мм
	a:b	Кут ухилу, ° (градус)	%	
800	1:20	2,86	5,0	16 000
500	1:20	2,86	5,0	10 000
460	1:19	3,03	5,3	8 740
420	1:18	3,21	5,6	7 560
385	1:17	3,38	5,9	6 545
350	1:16	3,60	6,3	5 600
315	1:15	3,83	6,7	4 725
280	1:14	4,06	7,1	3 920
245	1:13	4,40	7,7	3 185
200	1:12	4,57	8,0	2 400

Примітка 1. Ухил пандуса не повинен перевищувати максимальні значення, вкладені у таблиці.

Примітка 2. Пандус з ухилом менше ніж 1:20 (5,0 %) не потребує проміжних площадок

Примітка 3. Пандуса з ухилом більше ніж 1:12 (8,0 %) використовувати не допускається



c- похила площина; a- вертикальна проекція (перепад висот); b- горизонтальна проекція; α- ухил

Рис. Б.1. Зображення розрахунку зовнішнього пандусу

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

Додаток В. Приклади застосування тактильної смуги в зоні громадського транспорту

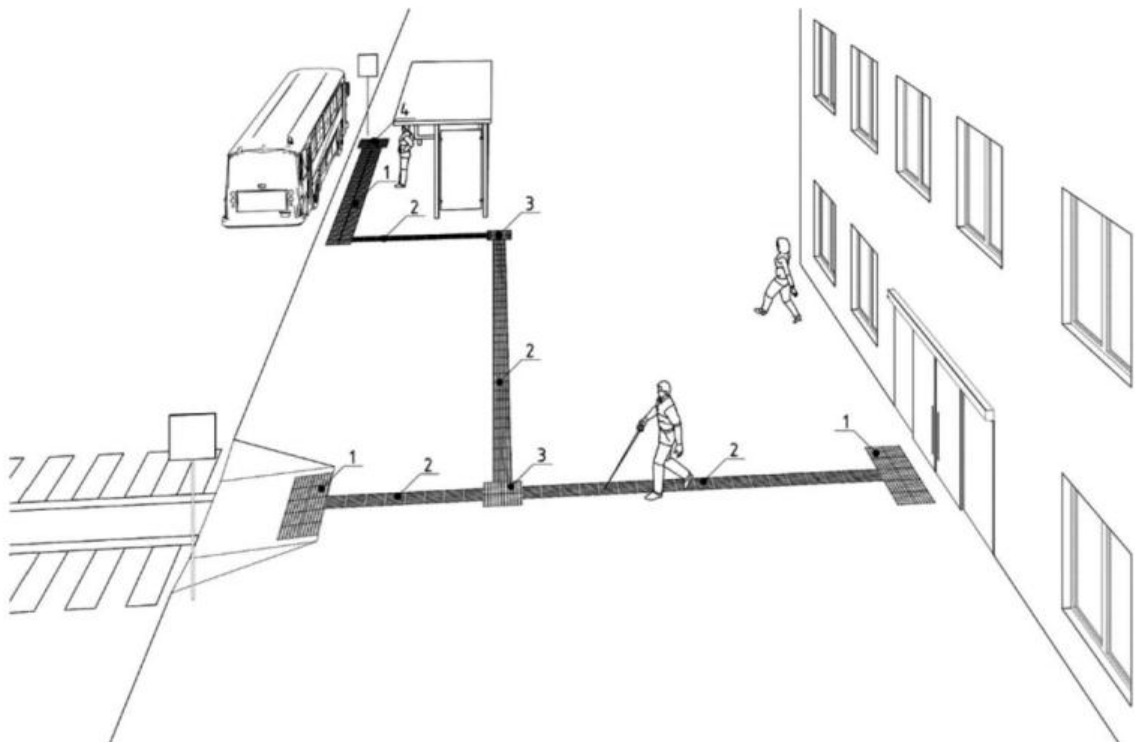


Рис. В.1. Приклад улаштування маршрутного руху за допомогою направляючої тактильної смуги (ТС) від входу/виходу з будівлі до основних об'єктів дорожнього простору:

1 – попереджувальна ТС; 2 – направляюча ТС; 3 – інформаційна ТС, яка вказує місце повороту (розходження) направляючої ТС; 4 – інформаційна ТС, що вказує місце посадки в міський транспорт

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		

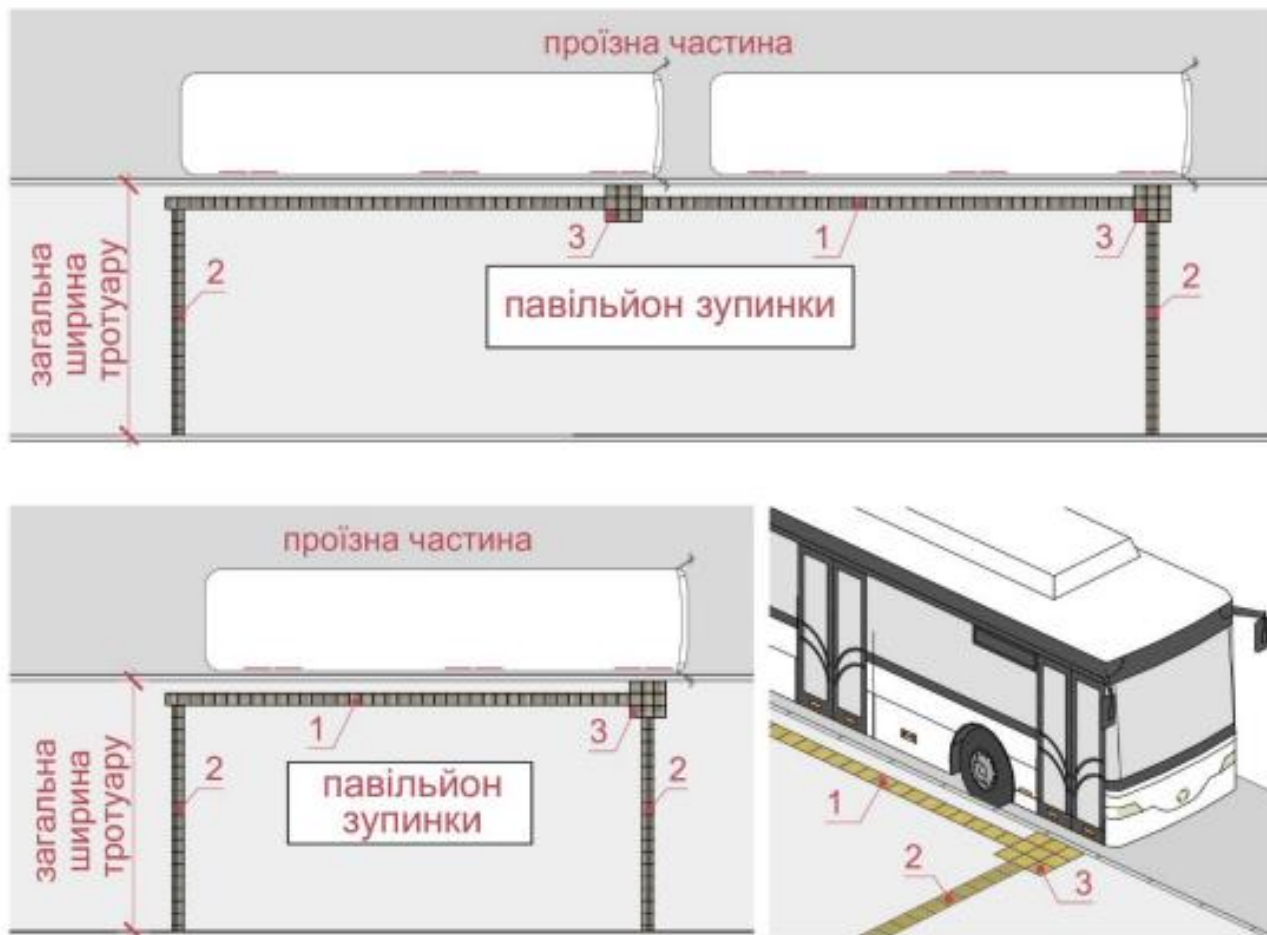


Рис. В.2. Приклад можливого застосування спеціальних ТС на зупинках громадського транспорту

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зм.	Кільк.	Лист	№ докум.	Підпис		