

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування

Кафедра міського будівництва

”Затверджую”

Завідувач кафедри

доц. Приймаченко О.В. _____

« _____ » _____ 202 р

Пояснювальна записка

До кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему

«Підвищення рівня обслуговування пішоходів на
перетині вул. Вишгородська та вул. Мостицька у м.
Києві»


Виконав: студент 4 курсу, групи
МБГ-21-3

Демиденко Іван Олегович


Галузь знань: 19 « Архітектура та
будівництво»

Спеціальність: 192 « Будівництво та
цивільна інженерія»

ОПП: «Міське будівництво та
господарство»

Керівник: Шилова Т.О. _____ 

(прізвище та ініціали)

Консультанти: Беспалов О.Д. _____ 

(прізвище та ініціали)

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Демиденку Івану Олеговичу

1. Тема проекту: «Підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині вул. Вишгородська та вул. Мостицька у м. Києві»

Керівники проекту: доц. Шилова Т.О.
ст. викл. Беспалов Д.О.

затверджені наказом вищого навчального закладу ...

2. Термін подання студентом проекту 18.06.2025.

3. Вихідні дані до проекту: матеріали Генерального плану м. Києва; нормативно-законодавча база на проектування; матеріали Комплексної схеми транспорту м. Києва; навчальна версія Транспортної моделі м. Києва та його приміської зони; навчально-методична документація; літературний пошук; натурні обстеження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

№ розділу з/п	Найменування розділів пояснювальної записки	Орієнтовний об'єм розділів пояснювальної записки (формат – А4)
1	Вступ	≤ 2
2	Аналітичний розділ	≤ 22
3	Розрахунково-проектний розділ	≤ 20
4	Конструктивний розділ	≤ 2
5	Висновки	≤ 1
6	Список використаної літератури	≤ 2
	Разом	≤ 49

6. Дата видачі завдання:

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

1	Аналіз літератури та збір вихідних даних	13.05.25
2	Вступ	22.05.25
3	Аналітичний розділ	28.05.25
4	Розрахунково-проектний розділ	02.06.25
5	Конструктивний розділ	06.06.25
6	Висновки	10.06.25
7	Список використаної літератури	11.06.25
8	Рецензування проекту	17.06.25
9	Захист проекту	24.06.25

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		4

ВСТУП.....	6
АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
Проблеми незадовільного рівня обслуговування пішоходів на перетині у містах.....	9
Аналіз існуючого положення перетину вул. Вишгородська та вул.Мостицька у м.Києві	14
Аналіз ситуації на перетині вул. Вишгородська та вул. Мостицька у м. Києві.....	28
РОЗРАХУНКОВО-ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ	31
Обґрунтування вибору схеми організації дорожнього руху на перетині вул. Вишгородська та вул. Мостицька у м. Києві	32
Проектні пропозиції для перетину вул. Вишгородська та вул. Мостицька у м. Києві	43
Визначення показника рівня обслуговування на перетині вул. Вишгородська та вул. Мостицька у м. Києві.	50
Кошторисно- фінансовий розрахунок	51
КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	52
Планування поверхневого стоку в межах перетину магістралей	53
Планування наземного пішохідного переходу.....	53
Інженерне обладнання перетину	54
ВИСНОВОК.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56

ВСТУП

Сучасні міста повинні забезпечувати не лише ефективне переміщення транспортних засобів, а й створювати безпечне, комфортне та доступне середовище для пішоходів. Об'єктивна оцінка якості пішохідного переміщення включає набагато більше, ніж просто можливість дістатися з пункту А в пункт Б. Вона охоплює широкий спектр факторів, серед яких — безпека, зручність, інклюзивність, сприйняття простору та інтеграція з міським середовищем.

У цьому контексті особливої актуальності набуває аналіз рівня обслуговування пішоходів (PLOS — *Pedestrian Level of Service*), який дозволяє оцінити не тільки пропускну здатність і геометричні характеристики перетину, але й якісні аспекти пішохідного середовища. Як зазначають Амос Рапопорт і Аллан Джейкобс у своїх працях, принципи проектування комфортного міського простору мають спиратись на людське сприйняття та поведінку. Саме тому транспортні планувальники мають враховувати показники, що формують безпечне та привабливе пішохідне середовище.

Перехрестя вул. Вишгородська та вул. Мостицька у місті Києві є важливим міським вузлом, який обслуговує значний пішохідний і транспортний потік. Однак наявні інженерно-планувальні рішення не повною мірою відповідають сучасним вимогам до пішохідної інфраструктури, що створює дискомфорт та небезпеку для мешканців і гостей міста. Саме тому вивчення можливостей підвищення рівня обслуговування пішоходів на цьому перетині є актуальним завданням у сфері міського планування.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		6

Мета цієї роботи — розробити інженерно-планувальні рішення, що сприятимуть підвищенню рівня обслуговування пішоходів, забезпечуючи при цьому безпечні, зручні та інклюзивні умови на перетині вул. Вишгородська – вул. Мостицька у м. Києві.

Вишгородська – вул. Мостицька у м. Києві.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1. Провести комплексний аналіз існуючої ситуації з використанням методів оцінки пішохідного та транспортного руху, визначити поточний рівень обслуговування (PLOS).
2. Виявити основні проблеми, з якими стикаються пішоходи на перетині вул. Вишгородська – вул. Мостицька.
3. Розглянути можливі інженерно-планувальні рішення для покращення умов пішохідного руху та оцінити їх ефективність.
4. Провести транспортне моделювання та розрахунки для обраного рішення.
5. Оцінити вплив запропонованих змін на загальну ситуацію з безпекою, комфортом та доступністю для пішоходів на перетині вул. Вишгородська – вул. Мостицька.


Об’єкт дослідження — перетин вул. Вишгородська та вул. Мостицька у м. Києві.


Предмет дослідження — підвищення рівня обслуговування пішоходів на зазначеному перетині шляхом удосконалення його інженерно-планувальних характеристик.

Методи дослідження: аналітичний метод, метод компонентного аналізу, комп’ютерне моделювання, методи спостереження та порівняння, узагальнення результатів, картографічний аналіз.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		7

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Керівники :  Шилова Т.О.
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)

 Беспалов. Д.О.
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		8

Проблеми незадовільного рівня обслуговування пішоходів на перетині у містах

Визначення.

Пішохідне середовище (або "пішохідний простір") - це простір, де пересування відбувається пішки, без використання транспортних засобів, як-от автомобілі чи громадський транспорт.

У США та країнах ЄС існують норми рівня обслуговування ВДМ, що чітко визначають які є недоліки на тих чи інших ділянках та перетинах [11]. При оцінюванні ВДМ міста у якості основного показника застосовується показник рівня обслуговування - Level of Service, або ж скорочено LOS. Конкретно для оцінки якості пішохідних шляхів використовується показник Pedestrian Level of Service (PLOS, рівень обслуговування пішоходів) який оцінює комфорт, безпеку та ефективність пересування пішоходів у певному просторі, наприклад, на вулицях, тротуарах, переходах чи в громадських місцях.

На жаль чітко визначених стандартів щодо рівня обслуговування пішоходів в Україні не існує. Це суттєво ускладнює роботу з планування транспортної інфраструктури. Неможливо встановити який рівень забезпеченості проїзду на тому чи іншому вузлі, не можна визначити якість обслуговування пішоходів на тій чи іншій ділянці, оскільки норми які б це визнали відсутні.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		9

Ключові фактори, що впливають на PLOS[12]:

- **Ширина тротуару** – наскільки просторо можуть рухатися пішоходи, чи є місце для комфортного проходу груп людей або осіб з обмеженою мобільністю.
- **Щільність пішоходів** – рівень завантаженості тротуару чи переходу, який впливає на зручність руху.
- **Час очікування на переходах** – наскільки швидко пішоходи можуть перетнути дорогу, особливо на світлофорах.
- **Безпека пішоходів** – наявність пішохідних переходів, підвищених переходів, острівців безпеки, а також фактори, що знижують ризик ДТП.
- **Швидкість і інтенсивність руху транспорту** – чим швидше рухаються автомобілі поблизу, тим менш комфортним і безпечним є середовище для пішоходів.
- **Інклюзивність** – доступність для людей з обмеженими можливостями, включаючи занижені бордюри, тактильну плитку, доступні переходи.
- **Освітлення і середовище** – рівень освітлення, озеленення, наявність лавок та комфортного міського дизайну.
- **Якість покриття** – стан тротуарів, наявність ям, нерівностей або слизьких ділянок.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		10

Також PLOS зазвичай оцінюють за шкалою А – F, подібно до інших рівнів обслуговування в транспортній інфраструктурі. Для кращого розуміння представлена таблиця [13]

PLOS Рівень	Опис
A (Дуже добре)	Щільність > 60 фт ² /особу. Швидкість руху пішохідного потоку > 5 пш хв/ фт. Пішоходи можуть вільно змінювати швидкість та траєкторію без потреби зважати на інших. Відсутні конфлікти, середовище дуже комфортне.
B (Добре)	Щільність 40-60 фт ² /особу. Швидкість руху пішохідного потоку > 5-7 пш хв/ фт. Достатньо місця для вибору траєкторії, вільного обходу інших. Пішоходи вже усвідомлюють присутність інших, але можуть комфортно змінювати напрям. Мінімальні конфлікти.
C (Задовільно)	Щільність 24-40 фт ² /особу. Швидкість руху пішохідного потоку > 7-10 пш хв/ фт. Можливість рухатись із нормальною швидкістю, але зустрічні або поперечні потоки викликають незначні конфлікти. Швидкість трохи знижується.
D (Посередньо)	Щільність 15-24 фт ² /особу. Швидкість руху пішохідного потоку > 10-15 пш хв/ фт. Значне обмеження у виборі траєкторії, складність обходу інших пішоходів. Часті конфлікти, зниження швидкості. Періодичні зупинки.
E (Погано)	Щільність 8-15 фт ² /особу. Швидкість руху пішохідного потоку > 14-23 пш хв/ фт. Люди змушені йти повільно, часто змінюючи ходу. Обхід інших ускладнений або неможливий. Рух повільний, з перервами.
F (Дуже погано)	Щільність < 8 фт ² /особу. Швидкість руху пішохідного потоку > ~ пш хв/ фт. Рух практично зупинено, можливі лише повільні кроки вперед. Перетин потоків майже неможливий. Середовище небезпечне та некомфортне.

Методи розрахунку **Pedestrian Level of Service (PLOS)** базуються на різних підходах, які враховують ключові параметри пішохідного середовища, такі як ширина тротуару, щільність руху, швидкість пішоходів, рівень безпеки та інші чинники. Одним із найбільш поширених методів є підхід, представлений у **Highway Capacity Manual (HCM)**. У цьому методі оцінка PLOS здійснюється через аналіз просторової щільності пішоходів, тобто кількості людей на одиницю площі тротуару або переходу. Чим вища щільність, тим нижчий рівень комфорту та складніше пересуватися, що негативно впливає на оцінку рівня обслуговування.

Згідно з HCM:

“Зі збільшенням обсягу та щільності трафіку швидкість руху пішоходів знижується. Зі збільшенням щільності трафіку та зменшенням простору для пішоходів ступінь мобільності окремих пішоходів знижується, як і середня швидкість руху пішохідного потоку” [15]

Окрім цього, широко застосовуються **ГІС-технології (Geographic Information Systems, GIS)**, які дають змогу моделювати пішохідне середовище на основі просторових даних. Завдяки використанню геоінформаційних систем можна враховувати такі фактори, як відстань до найближчих зупинок громадського транспорту, наявність зелених зон, схил території та інші характеристики, що впливають на зручність руху пішоходів. ГІС-аналіз особливо корисний для планування міської мобільності, оскільки він дає можливість оцінити не лише окремі ділянки вуличної мережі, а й загальну якість пішохідної інфраструктури у масштабах міста.

Деякі дослідники використовують **суб’єктивні оцінки**, зібрані через опитування пішоходів або експертні оцінки. У такому підході важливу роль відіграють особисті враження користувачів від пішохідного середовища, такі як почуття безпеки, комфортність маршруту, рівень шуму або забрудненості повітря. Хоча цей метод є менш точним у математичному сенсі, він дозволяє врахувати аспекти, які складно кількісно виміряти, але які суттєво впливають на досвід пересування пішки. [11]

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		12

Використання Pedestrian Level of Service (PLOS) у плануванні охоплює широкий спектр заходів, спрямованих на покращення якості пішохідного середовища та створення зручних умов для пересування містом. Оцінка PLOS допомагає ухвалювати обґрунтовані рішення щодо реконструкції вулиць, облаштування пішохідних зон, підвищення безпеки та інтеграції різних видів транспорту. [13]

Проектування та реконструкція вулиць

Одним із ключових напрямків використання PLOS є планування міських вулиць, що враховує потреби пішоходів. У процесі реконструкції чи будівництва нових доріг аналізується ширина тротуарів, кількість смуг руху, розташування наземних переходів та наявність інфраструктури для маломобільних груп населення. Наприклад, якщо оцінка PLOS вказує на низький рівень комфорту через вузькі тротуари або велике транспортне навантаження, це може стати підставою для їх розширення або створення окремих пішохідних зон. [23]

Оптимізація перехресть та світлофорних циклів

PLOS використовується для оцінки ефективності перехресть і переходів. Важливими параметрами є тривалість очікування пішоходами зеленого сигналу світлофора, середня швидкість пересування та безпека на пішохідних переходах. Якщо результати оцінки вказують на затримки або небезпеку при перетині дороги, можуть впроваджуватися такі заходи, як подовження часу зеленого сигналу для пішоходів, облаштування островців безпеки чи використання регульованих переходів із кнопками виклику. [22]

Оцінка безпеки пішоходів

PLOS дозволяє визначити найбільш небезпечні ділянки для пішоходів та запропонувати заходи для підвищення безпеки. Якщо, наприклад, аналіз вказує на високий рівень конфліктності між транспортом і пішоходами, можуть бути встановлені захисні бар'єри, застосовані підняті переходи, додаткові засоби заспокоєння трафіку або покращене освітлення. Окрім цього, оцінка допомагає розподіляти фінансування на найбільш проблемні ділянки вулично-дорожньої мережі.

Враховуючи, що розглядається ВДМ існуючого міста з установленими даними транспортної системи то дані для проектування та аналізу ми отримуємо з навчальної версії Транспортної моделі м. Києва.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		13

Аналіз існуючого положення дорожньо – транспортного вузла

Об'єкт - перетин вул. Вишгородська та вул. Мостицька у місті Києві, вузол знаходиться у Подільському районі.



Рис. 1 Положення перетину в межах м. Київ

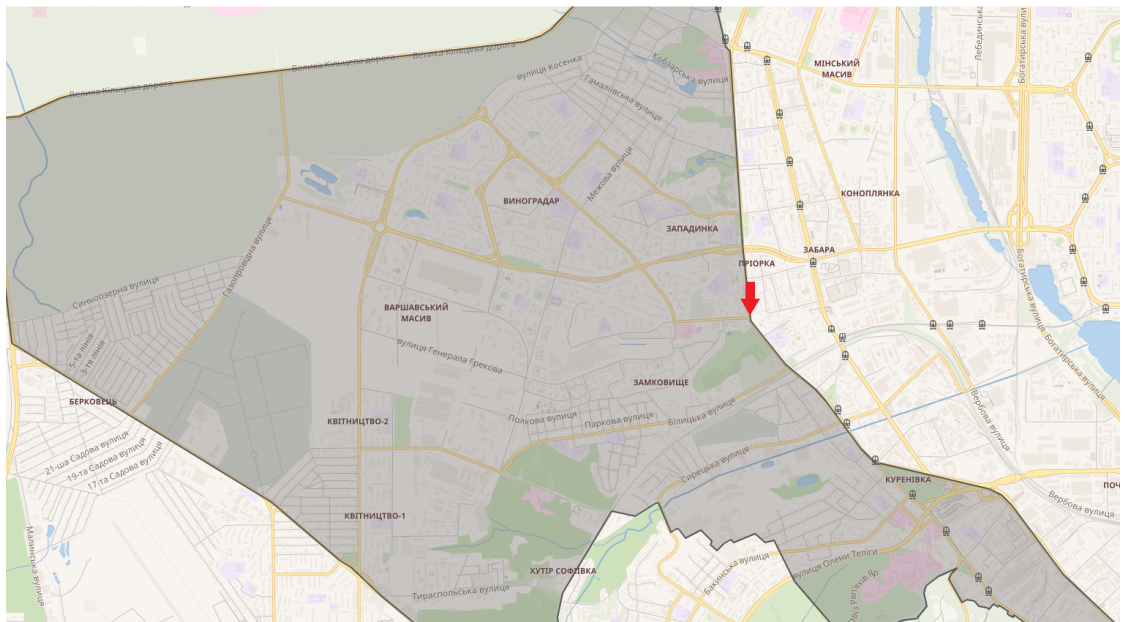


Рис. 2 Положення перетину в межах частини Подільського району

Даний перетин займає важливу роль у структурі ВДМ міста, оскільки вулиця Мостицька є важливою магістраллю, що сполучає житлові масиви з основними транспортними артеріями столиці. Вулиця проходить через густонаселені райони, що обумовлює значний пішохідний і транспортний потік. На Мостицькій вулиці переважає змішана забудова, що включає житлові будинки, комерційні заклади та соціальну інфраструктуру. Тут розташовані магазини, заклади громадського харчування, навчальні установи, що створює додатковий попит на безпечні та комфортні умови для пішоходів. [24]

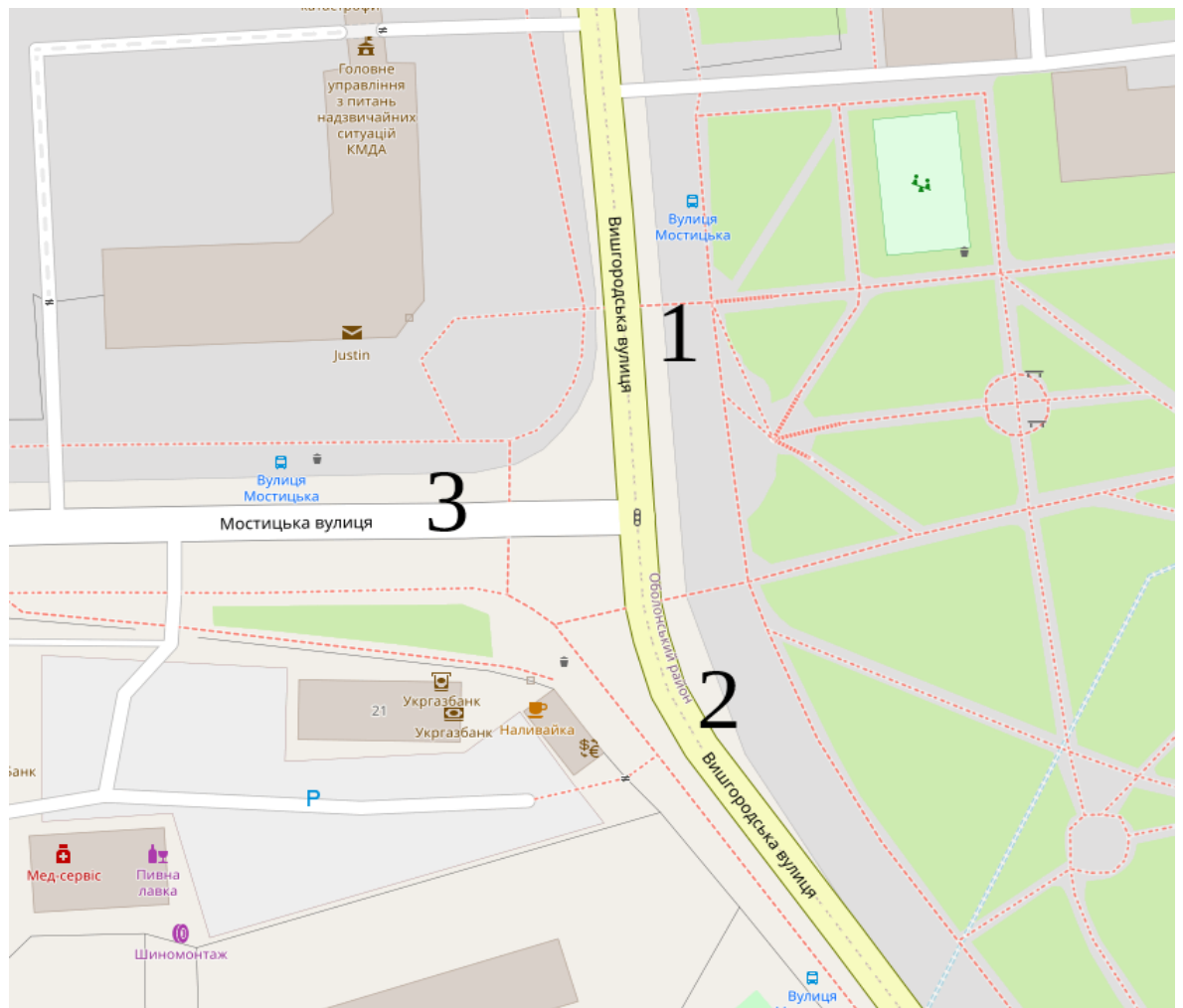


Рис. 3 Нумерація входів та виходів на перетині (згідно завдання)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		15

Вулиця Вишгородська, відповідно до класифікації ВДМ згідно з ДБН, належить до категорії **магістралей загальноміського значення з регульованим рухом**. Вона проходить територією Оболонського та Подільського районів Києва, охоплюючи місцевості Пріорка, Крістєрова гірка, Кинь-Грусть, селище Шевченка та Курєнівка. Починається від перехрєстя з вулицями Резєрвною та Білицькою, будучи продовженням Кирилівської вулиці, і тягнється до площі Тараса Шевченка.[24]



Рис. 4 Фото вулиці Вишгородська

Характеристики вулиці Вишгородська:

- ширина магістралі в межах червоних ліній — 42 м (Розріз 1-1) 33,5 м (Розріз 2-2);
- ширина смуги руху 3 м;

Також, ця вулиця активно використовується громадським транспортом. Нею пролягають: [17]

Маршрути автобусів 32, 72, 41-Д, та 102;

Маршрути тролейбусів: 6, 18, 25, 28, 32 та 33;

Маршрутних таксі: 181, 183, 227, 472, 518, 525, 537, 558, 586 та 587.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		16

Вулиця Мостицька, відповідно до класифікації ВДМ згідно з ДБН, належить до категорії **магістралей районного значення**. Вона розташована в Подільському районі міста Києва, проходячи через місцевості Вітряні Гори та Мостицький масив. Вулиця пролягає від проспекту Правди до вулиці Наталії Ужвій, забезпечуючи транспортний зв'язок житлових районів із основними магістралями міста. [24]



Рис. 5 Фото вулиці Мостицька

Характеристики вулиці Мостицька:

- ширина магістралі в межах червоних ліній - 34 м;
- ширина смуги руху 3 м;

Також, ця вулиця активно використовується громадським транспортом. [17]

Пролягають маршрути тролейбусів: 25 та 28;

Маршрутних таксі: 183 та 587

Рух великогабаритного транспорту обома вулицями заборонено.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		17

Геометричні розміри елементів перетину визначаються величиною розрахункової швидкості руху і ступенем комфортності проїзду через ці елементи. Розрахункова швидкість повинна відповідати нормативним швидкостям в залежно від категорії магістралей, що перетинаються.

Нормативна швидкість руху – це максимальна швидкість проїзду на перетині магістралей з врахуванням безпеки руху (регламентується нормами та правилами дорожнього руху) – V_n . При проектуванні розрахункова швидкість приймається не більше нормативної.

$$V_{\text{розр на пер}} \leq V_n \quad (1)$$

За нормами [1], швидкість V_n має становити не більше 60 км/год; за правилами дорожнього руху [2] швидкість V_n має становити не більше 50 км/год.

Приймаємо $V_n = 50$ км/год.

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

V_3 = буде встановлена під час проектування геометрії СКП.

Оптимальна швидкість руху – це така швидкість руху транспорту на перетині, за якої досягається теоретична максимальна пропускна здатність перетину – ($V_{\text{опт}}$).

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

$$V_3 \leq V_{\text{розр на пер}} \leq V_{\text{опт}}, \quad (2)$$

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

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(l_a + l_b) \cdot 2g \cdot (\varphi + f \pm i)}{k_e - k_1}}, \quad (3)$$

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

						Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата	18

l_6 – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (2 – 5 м);
 k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування автомобіля (1,5 – 1,7);
 k_1 – коефіцієнт гальмування переднього автомобіля в екстрених умовах (1,0 – 1,2);
 g – прискорення вільного падіння (9,81 м/с²);
 ϕ – коефіцієнт зчеплення коліс з покриттям проїзної частини (приймається для середніх кліматичних умов 0,4 – 0,45);
 f – коефіцієнт опору коченню (для асфальтобетонних покриттів 0,02);
 i – поздовжній похил ділянки магістралі.

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(5+2) \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot (0,4+0,02+0,02)}{1,6-1,1}} = 11 \text{ м/с}$$

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

Максимальна пропускна здатність перетинів визначає пропускну здатність вулично-дорожньої мережі, звідси виникає визначення пропускну здатності перетину в одному рівні.

Швидкість для перетину задається з врахуванням умов та учасників руху транспортного потоку прилеглих територій (15 – 35 км/год) та обґрунтовується розрахунком з визначенням оптимальної швидкості руху, характеризуючи оптимальну пропускну здатність і враховуючи пропускну здатність потоку на даному перетині.

$$30 \frac{\text{км}}{\text{год}} \leq V_{\text{розр на пер}} \leq 40 \text{ км/год}$$

Приймаємо $V_{\text{розр на пер}} = 30$ км/год.

Визначаємо пропускну здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600 V_{\text{розр на маг}}}{l_a + l_6 + V_{\text{розр на маг}} t_p + (k_e - k_1) V_{\text{розр на маг}}^2 / [2g(\phi + f \pm i)]} \quad (4)$$

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

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		19

та згідно правил дорожнього руху для вулиць і доріг з регульованим рухом 50 км/год);

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

l_a – довжина розрахункового автомобіля (5 м);

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

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

k_1 – коефіцієнт гальмування автомобіля в екстрених умовах (1,0 – 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.



Рис. 6 Нумерація входів на перетині

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

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

Встановлюємо коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність кожної магістралі:

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		20

$$\delta = \frac{L}{L + V_p^2 / (2a) + V_p^2 / (2b) + V_p \cdot (t_{\text{ч}} + 2t_{\text{ж}}) / 2}, \quad (5)$$

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

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

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

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

Відстань між сусідніми регульованими перетинами на магістралі визначається у відповідності до індивідуального завдання за рис. 4.

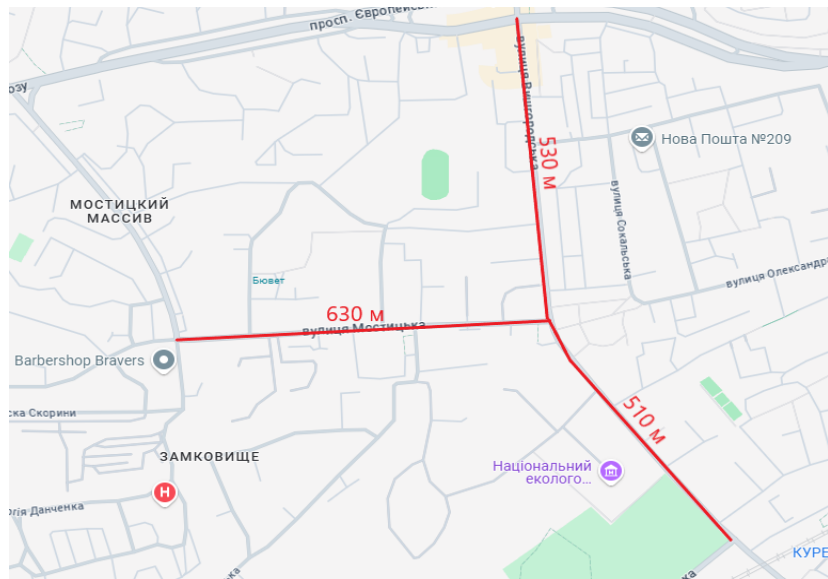


Рис. 7 Відстань перетину до сусідніх перетинів

$$\delta_{1-2} = \frac{510}{510 + 16,7^2 / (2 \cdot 1) + 16,7^2 / (2 \cdot 1,05) + 16,7 \cdot (30 + 2 \cdot 3) / 2} = 0,45$$

$$\delta_3 = \frac{630}{630 + 16,7^2 / (2 \cdot 1) + 16,7^2 / (2 \cdot 1,05) + 16,7 \cdot (30 + 2 \cdot 3) / 2} = 0,50$$

Визначаємо пропускну здатність смуги руху транспорту з врахуванням впливу світлофорного регулювання для кожної магістралі

Враховуємо вплив світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралей, які перетинаються:

$$N'_{см} = N_{см} \cdot \delta, \quad (6)$$

де $N'_{см}$ – пропускну здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні;
 δ – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі.

$$N'_{см(1-2)} = 1509 \cdot 0,45 = 679 \text{ (авто/год)},$$

$$N'_{см(3)} = 1509 \cdot 0,50 = 754 \text{ (авто/год)},$$

Визначаємо необхідну кількість смуг руху транспорту на кожній магістралі

$$n = \frac{N_{розр}}{N'_{см}}, \quad (7)$$

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;

Розподіл за напрямками руху інтенсивностей в годину-пік:

Напрямки руху		Вихід		
		1	2	3
Вхід	1	0	670	20
	2	550	55	125
	3	35	125	0

$$N_{розр(1-2)} = 850 (\text{авт/год})$$

$$N_{розр(3)} = 160 (\text{авт/год})$$

$$n_{1-2} = \frac{850}{679} = 1,25,$$

$$n_3 = \frac{160}{754} = 0,21,$$

Отриману величину кількості смуг руху транспорту порівнюємо з вимогами ДБН [1] і для подальшого проектування приймаємо більшу величину, але не більше 4 смуг в одному напрямку для магістралей загальноміського значення регульованого руху та 3 смуг в одному напрямку для магістралей районного значення.

Приймаємо:

$n_{1-2} = 2$ смуги руху в одному напрямку,

$n_3 = 2$ смуги руху в одному напрямку,

Пропускню здатність кожної магістралі в одну сторону визначаємо за формулою

$$N_{маг} = N'_{см} \cdot k_n, \quad (8)$$

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

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

$$N_{маг(1-2)} = 679 \cdot 1,9 = 1290 (\text{авт/год})$$

$$N_{маг(3)} = 754 \cdot 1,9 = 1432 (\text{авт/год})$$

Перевіряємо виконання умови для кожної магістралі

$$N_{маг} \geq N_{розр} \quad (9)$$

Магістраль (1-2): $1290 > 850$, Магістраль (3): $1432 > 160$,

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		23

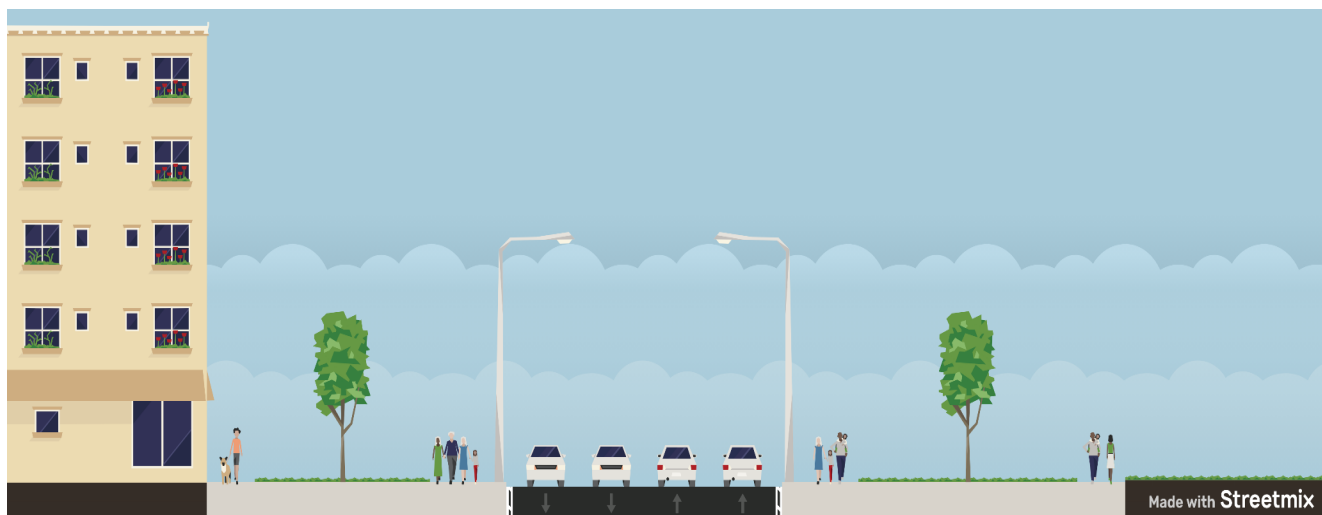


Рис. 8 Поперечний профіль вулиці Вишгородська (Розріз 1-1)

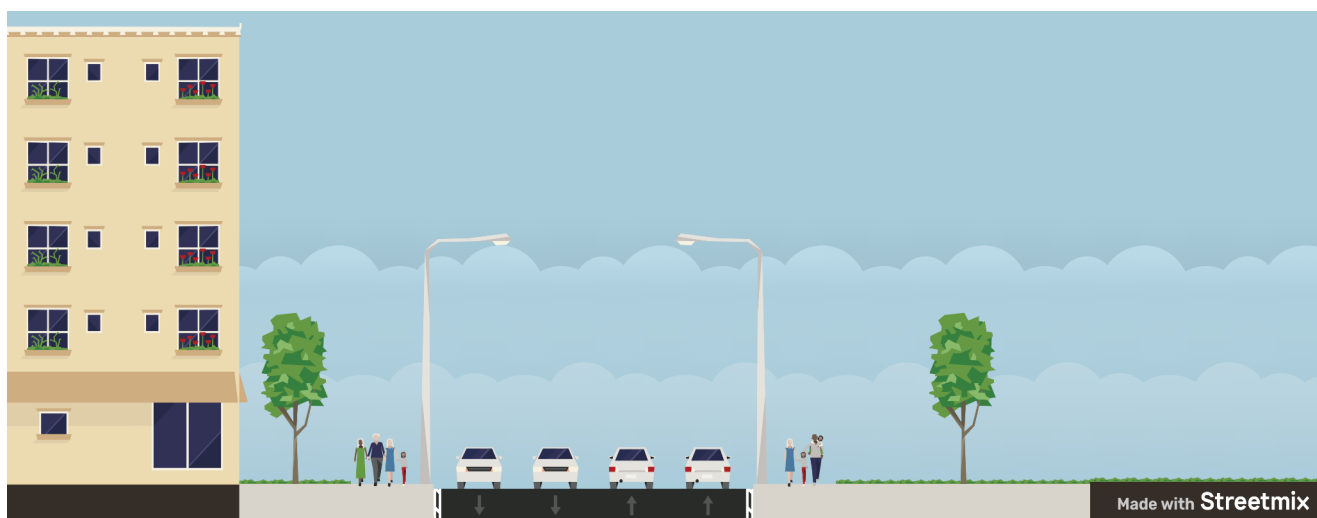


Рис. 9 Поперечний профіль вулиці Вишгородська (Розріз 2-2)



Рис. 10 Поперечний профіль вулиці Мостицька (Розріз 3-3)

Для визначення ширини проїзної частини кожної магістралі ($B_{\text{маг}}$) використовуємо формулу

$$B_{\text{маг}} = 2nb + r + 2\Delta \quad (10)$$

де n – прийнята для проектування кількість смуг руху транспорту;
 b – ширина однієї смуги руху транспорту (прийм. відп. до п.7.27 ДБН [1]), м;
 r – ширина розподільчої смуги між напрямками руху транспорту (прийм. відп. до п. 5.1.14 ДБН [1]), м;
 Δ – ширина запобіжної смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем (прийм. відп. до п. 5.12 ДБН [1]), м.

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

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

Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів

Ширину тротуарів магістралей слід визначати з урахуванням їх категорій та очікуваної інтенсивності пішохідного руху на них. Якщо є задані розміри перспективної розрахункової інтенсивності пішохідного руху, то необхідну кількість смуг руху на пішохідній частині тротуару (n) визначаємо за формулою:

$$n = N_{\text{зад}} / N_{\text{п.см.}}, \quad (10)$$

$$\text{Вхід 1} = 2330 / 800 = 2,91$$

$$\text{Вхід 2} = 3110 / 800 = 3,88$$

$$\text{Вхід 3} = 1810 / 800 = 2,26$$

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

$N_{\text{п.см.}}$ – пропускна здатність однієї смуги руху (необхідну величину приймаємо згідно з табл. 1), піш./год.

Отриману величину кількості смуг руху пішоходів округляємо в більший бік до цілого числа. Дані про пропускну здатність смуги руху пішохідної частини тротуарів (піш./год) наведено в табл. 1

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		25

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)

Ширину пішохідної частини тротуару $B_{тр}$ визначаємо за формулою:

$$B_{mp} = n \cdot 0,75, \quad (11)$$

$$\text{Вхід 1} = 2,91 \cdot 0,75 = 2,18 = 2 \text{ м}$$

$$\text{Вхід 2} = 3,88 \cdot 0,75 = 2,91 = 3 \text{ м}$$

$$\text{Вхід 3} = 2,26 \cdot 0,75 = 1,69 = 2 \text{ м}$$

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

Отриману величину порівнюємо з вимогами ДБН [1] і для подальшого проектування приймаємо більшу величину. Якщо не задано розміри інтенсивності пішохідного руху, то слід прийняти ширину пішохідної частини тротуарів згідно з ДБН [1] та встановити пропускну здатність. Величину пропускну здатності пішохідної частини тротуару $N_{тр}$ встановлюємо за формулою:

$$N_{mp} = N_{п.см.} \cdot B_{mp} / 0,75, \quad (12)$$

$$\text{Вхід 1} = 800 \cdot 2 / 0,75 = 2133 \text{ піш/год}$$

$$\text{Вхід 2} = 800 \cdot 3 / 0,75 = 3200 \text{ піш/год}$$

$$\text{Вхід 3} = 800 \cdot 2 / 0,75 = 2133 \text{ піш/год}$$

Отриману величину порівнюємо з вимогами ДБН [1] табл. 5.1 – 5.2 і для подальшого проектування приймаємо більшу величину.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		26

Аналіз ситуації на перетині вул. Вишгородська та вул. Мостицька у м. Києві:

Перетин вулиць Вишгородської та Мостицької у м. Києві створює низку суттєвих проблем для пішоходів. Через інтенсивний транспортний рух, особливо у години пік, пішоходи змушені довго чекати на можливість безпечно перейти дорогу.

Дані з транспортної моделі існуючого перетину свідчать про те, що швидкість руху автотранспорту на перетині подекуди становить 40 км/год та більше. Подібна швидкість руху транспорту значно збільшує смертність серед пішоходів у разі ДТП.



Рис. 11 Картограма швидкості руху автотранспорту на перетині

Покриття тротуарів місцями нерівне або пошкоджене, що знижує комфорт пересування та створює небезпеку в несприятливих погодних умовах. Часто тротуари звужені або частково зайняті припаркованими автомобілями.

Інфраструктура перетину практично не враховує потреби маломобільних груп: бордюри не занижені, пандуси не передбачені або непридатні до використання.

У вечірній час ситуацію ускладнює недостатнє освітлення, що знижує видимість пішоходів для водіїв.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		27

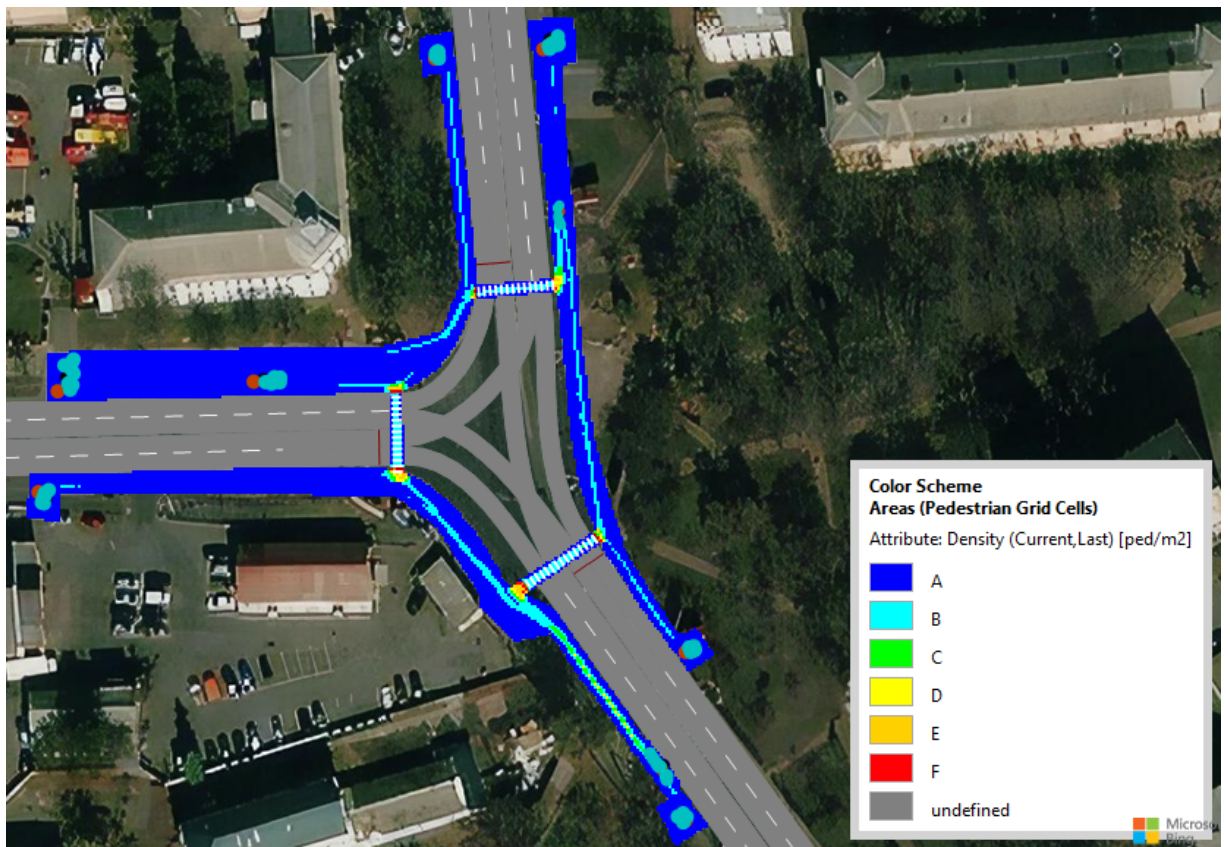


Рис. 12 Графічне відображення щільності пішохідного руху на перетині

Транспортне моделювання виконане у програмному комплексі PTV Vissim демонструє проблематику перетину пов'язану з пішохідним рухом. Картограма ілюструє скупчення людей перед світлофорами, з чого у свою чергу можна зробити висновок, що на перетині тривалі сигнали червоного світла світлофора призводять до утворення скупчення людей. Вузькі та блоковані тротуари, що не створенні для оптимального руху пішоходів також впливають на скупчення людей на тротуарах.

Також, дані отриманні при транспортному моделюванні вказують на низку швидкість руху пішоходів, що теж може бути викликаною вище переліченими чинниками.

Підсумок

У цій роботі буде застосовано індикатор якості пішохідного середовища — **рівень обслуговування пішоходів (PLOS)**. Цей показник дедалі активніше використовується у містобудівному аналізі для оцінки безпечності та зручності пішохідного руху в межах міста, допомагаючи визначати пріоритетні напрями для інфраструктурних покращень.

PLOS класифікується за шкалою від **A** (оптимальні умови для пересування) до **F** (максимальний рівень дискомфорту й затримок) . Категорії **A–C** вказують на комфортний рух без значних затримок, тоді як **F** свідчить про надмірну завантаженість або часті зупинки.


Методика оцінювання PLOS широко впроваджена у США, зокрема її опис міститься в **Highway Capacity Manual (HCM)**.


На основі аналізу транспортної моделі було отримано дані, щодо щільності пішохідного руху.

Щільність пішохідного руху, пішоходів на метр квадратний (пш/м ²)	0,4409
Інтенсивність пішохідного потоку, пішоходів в хвилину на метр квадратний (пш в хв/м ²)	30,88

З отриманих результатів можна зробити висновок, що перетин демонструє рівень обслуговування **D**, тобто посередній стан з погляду зручності пересування. Основним критерієм в аналізі виступає щільність руху. Саме цей аспект чітко виявляє критичну ситуацію на перетині, тому як базову оцінку обрано рівень **D**.

РОЗРАХУНКОВО-ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

Керівники :  Шилова Т.О.
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)

 Беспалов. Д.О.
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		30

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕТИНІ ВУЛ. ВИШГОРОДСЬКА ТА ВУЛ. МОСТИЦЬКА У М. КИЄВІ

Доцільність влаштування тієї чи іншої схеми організації дорожнього руху транспорту та пішоходів на перетині встановлюється згідно співставлення пропускної здатності та максимальної інтенсивності на перетині.

$$\sum N_{пер} \geq \sum N_{розр}, \quad (13)$$

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

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

Визначення доцільності влаштування нерегульованої схеми ОДР на перетині

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

$$N_{см} = \frac{1800}{t_0}, \quad (15)$$

де t_0 – час проходження перетину, що визначається за формулою (16):

$$t_0 = t_p + t_1 + t_2 + t_3 + \Delta t,$$

(16)

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

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

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

t_3 – час проходження «небезпечної зони» перетину, с, встановлюється за формулою (17);

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		31

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

Час проходження «небезпечної зони» перетину t_3 встановлюємо за формулою (17):

$$t_3 = \frac{D}{V_{\text{сер}}}, \quad (17)$$

де D – відстань між границями перетину, встановлюється за формулою (18);

$V_{\text{сер}}$ – середня швидкість на перетині, м/с, встановлюється за формулою (19);

Встановлюємо відстань між границями перетину

$$D = B_{\text{маг}} + l_a + c, \quad (18)$$

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

l_a – довжина розрахункового автомобіля (приймаємо 5 м);

c – відстань безпеки (приймаємо 10 м).

Середня швидкість на перетині встановлюється за формулою (19):

$$V_{\text{сер}} = \frac{V_{\text{поч.}} + V_{\text{розр.}}}{2}, \quad (19)$$

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

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

Робимо розрахунки:

$$N_{1-2} = \frac{1800}{7} = 257$$

$$N_3 = \frac{1800}{7} = 257$$

$$t_{0_{1-2}} = 1+1+1+3+1 = 7 (с)$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		32

$$t_{0_3} = 1+1+1+3+1 = 7(c)$$

$$t_{3_{1-2}} = \frac{28}{9,2} = 3(c)$$

$$t_3 = \frac{28}{9,2} = 3(c)$$

$$D_{1-3} = 13+5+10 = 28 (м)$$

$$D_{2-4} = 13+5+10 = 28(м)$$

$$V_{сер} = \frac{1,7+16,7}{2} = 9,2 \left(\frac{м}{с}\right)$$

Пропускна здатність проїзної частини залежить від кількості смуг руху та прийнятих величин коефіцієнту ефективності використання смуг руху транспортом та визначається окремо для кожної магістралі за формулою (20):

$$N_{n.ч.} = 2 N_{см} \cdot k_n, \quad (20)$$

$$N_{n.ч1-3} = 2 * 257 \cdot 1,9 = 977 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{n.ч2-4} = 2 * 257 \cdot 1,9 = 977 \text{ (авт/год)}$$

Пропускна здатність вузла дорівнює сумі пропускних здатностей усіх входів або виходів з нього, визначаємо за формулою (21):

$$N_{пер} = \Sigma N_{n.ч.} \quad (21)$$

Робимо розрахунок:

$$N_{пер} = 977 + 977 = 1954 \text{ (авт/год)}$$

Перевіряємо виконання умови нерівності (14), умова виконана:

$$1954 > 1580$$

Отже нерегульована схема ОДР на перетині є доцільна.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		33

Визначення доцільності влаштування регульованої схеми ОДР на перетині

Пропускна здатність однієї смуги руху транспорту перетині з регульованою схемою ОДР визначаємо за формулою (21):

$$N_{cm} = \frac{3600 \cdot (t_3 - 0,5 V_0 / a)}{t_0 T_u}, \quad (21)$$

де t_3 – тривалість зеленого сигналу світлофора для даної магістралі (згідно завдання 35 с);

t_0 – час, необхідний для проходження стоп-лінії, $t_p + t_1$ (1,5-4 с, приймаємо 2 с);

T_u – тривалість циклу роботи світлофора на перехресті ($t_u + t_3 + 2t_{ж}$ згідно завдання $35 + 35 + 2 \cdot 5 = 80$ (с));

$V_{сер}$ – середня швидкість проходження перетину (приймаємо згідно розрахунку за формулою (19), приймаємо 9,2 м/с);

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

Робимо розрахунок:

$$N_{cm(1-3)} = \frac{3600 \cdot (35 - 0,5 \cdot 9,2 / 1)}{2 \cdot 80} = 684 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{cm(2-4)} = \frac{3600 \cdot (35 - 0,5 \cdot 9,2 / 1)}{2 \cdot 80} = 684 \text{ (авт/год)}$$

Пропускна здатність проїзної частини магістралей встановлюється за формулою:

$$N_{n.ч.} = 2 N_{cm} \cdot k_n, \quad (22)$$

$$N_{n.ч(1-3)} = 684 \cdot 1,9 \cdot 2 = 2599 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

$$N_{n.ч(2-4)} = 684 \cdot 1,9 \cdot 2 = 2599 \left(\frac{\text{авт}}{\text{год}} \right)$$

Величини коефіцієнтів ефективності використання смуги руху транспорту приймаються ті ж, що і у формулі (20).

Пропускна здатність перехрестя перетину при регульованій схемі ОДР:

$$N_{пер} = \Sigma N_{n.ч.} \quad (23)$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		34

$$N_{пер} = 2599 + 2599 = 5198 \left(\frac{авт}{год} \right)$$

Перевіряємо виконання умови нерівності (14), умова виконана:

$$5198 > 1580$$

Хоча регульована схема ОДР має достатню пропускну здатність, проте влаштування СКП доцільне за іншими критеріями, зокрема:

- підвищення безпеки дорожнього та пішохідного руху,
- заспокоєння транспортного потоку,
- резервування території дорожньо-транспортного вузла.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		35

Необхідна кількість смуг руху на СКП визначається за формулою:

$$n = \frac{N_P^{max}}{N_{ПР}} + 1, \quad (25)$$

де n – кількість смуг руху в перерізі СКП;

N_P^{max} – максимальна інтенсивність руху на кільці (див. табл. 2);

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

Приклад загальної розрахункової схеми СКП наведено на рис. 13:

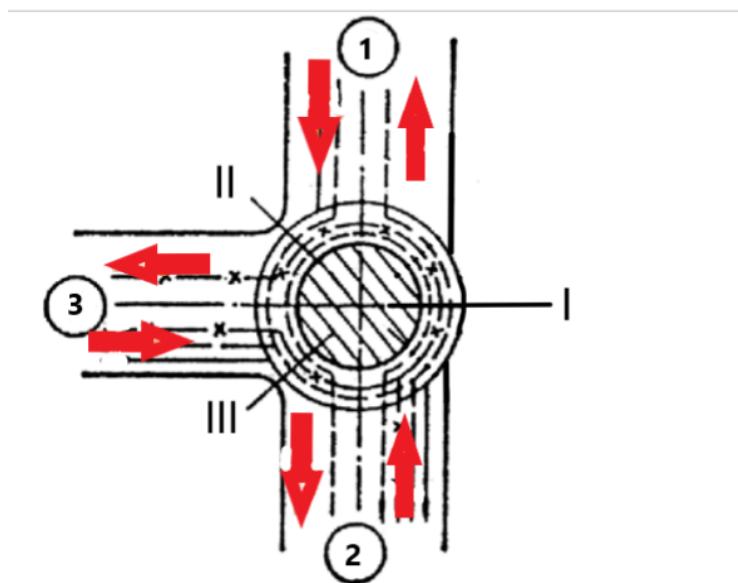


Рис. 13. Загальна розрахункова схема СКП

Для визначення N_p^{max} потрібно встановити інтенсивності у всіх перерізах на кільці . Для цього можна скористатися даними табл. 3.

Таблиця 3

Встановлення інтенсивності в перерізах кільця

	I переріз		II переріз		III переріз	
	Напрямок руху транс.	N_p авто/год	Напрямок руху транс.	N_p авто/год	Напрямок руху транс.	N_p авто/год
1	1-1	0	1-1	0	1-1	0
2	2-1	550	1-2	670	1-2	670
3	2-2	55	2-2	55	1-3	20
4	2-3	125	3-1	35	2-2	55
5	3-1	35	3-2	125	2-3	125
6	3-3	0	3-3	0	3-3	0
	$\sum N_p$	765	$\sum N_p$	885	$\sum N_p$	870

$$n = \frac{885}{800} + 1 = 2,1$$

Приймаємо 2 смуги руху на СКП.

Ширина проїзної частини на кільці дорівнює:

$$B_k = n \cdot v, \tag{26}$$

де n – кількість смуг руху на кільці;

v – ширина смуги руху на кільці;

$$B_k = 2 \cdot 4 = 8 (м)$$

Радіус зовнішнього кільця визначається за формулою:

$$R_{зовн} = R_0 + B_k, \tag{27}$$

де R_0 – радіус внутрішнього кільця, м;

B_k – ширина проїзної частини кільця.

$$R_{зовн} = 30 + 8 = 38 м$$

Радіус правоповоротного з'їзду R_{np} встановлюється або рівним R_0 , або приймається диференціація R_{np} вхідного (щоб потрапити на СКП) та R_{np} вихідного (щоб залишити СКП). Після розрахунку параметрів геометричних елементів виконують планувальне рішення перетину із забезпеченням розрахункових величин усіх геометричних елементів. При цьому повинні враховуватись умови, що виникають на перетині (обмеження території, кут перетину осей магістралей в плані та ін.).

Прийнято рішення запропонувати два види перетину, а саме: кільцевий перетин у вигляді турбокільця з елементами заспокоєння руху і регульований перетин з елементами заспокоєння руху.

Нижче наведені дві пропозиції кільцевих перетинів на перетині вул. Вишгородська – вул. Мостицька у м. Києві.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		39

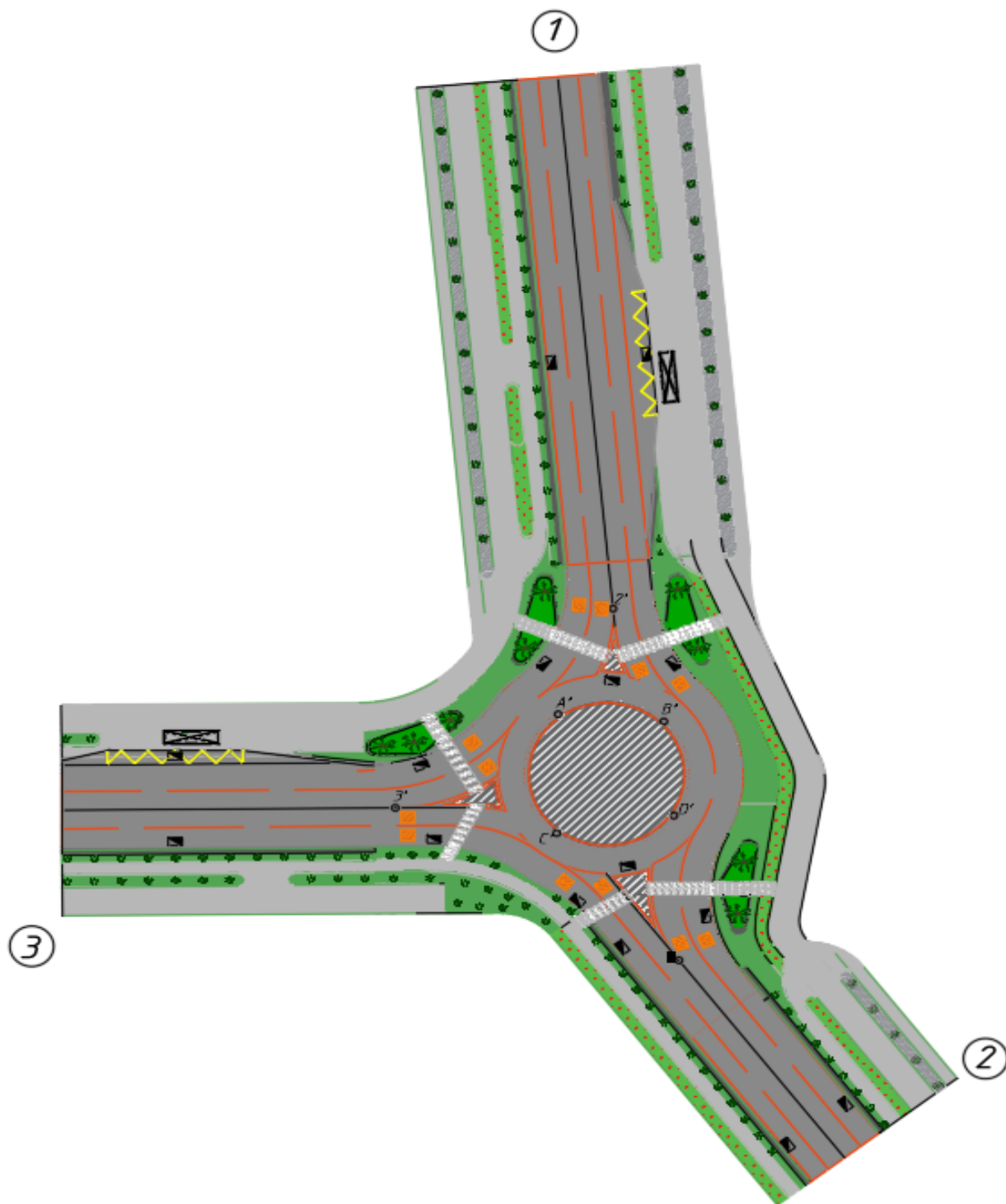


Рис. 14 Варіант турбокільця з елементами заспокоєння руху

Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата

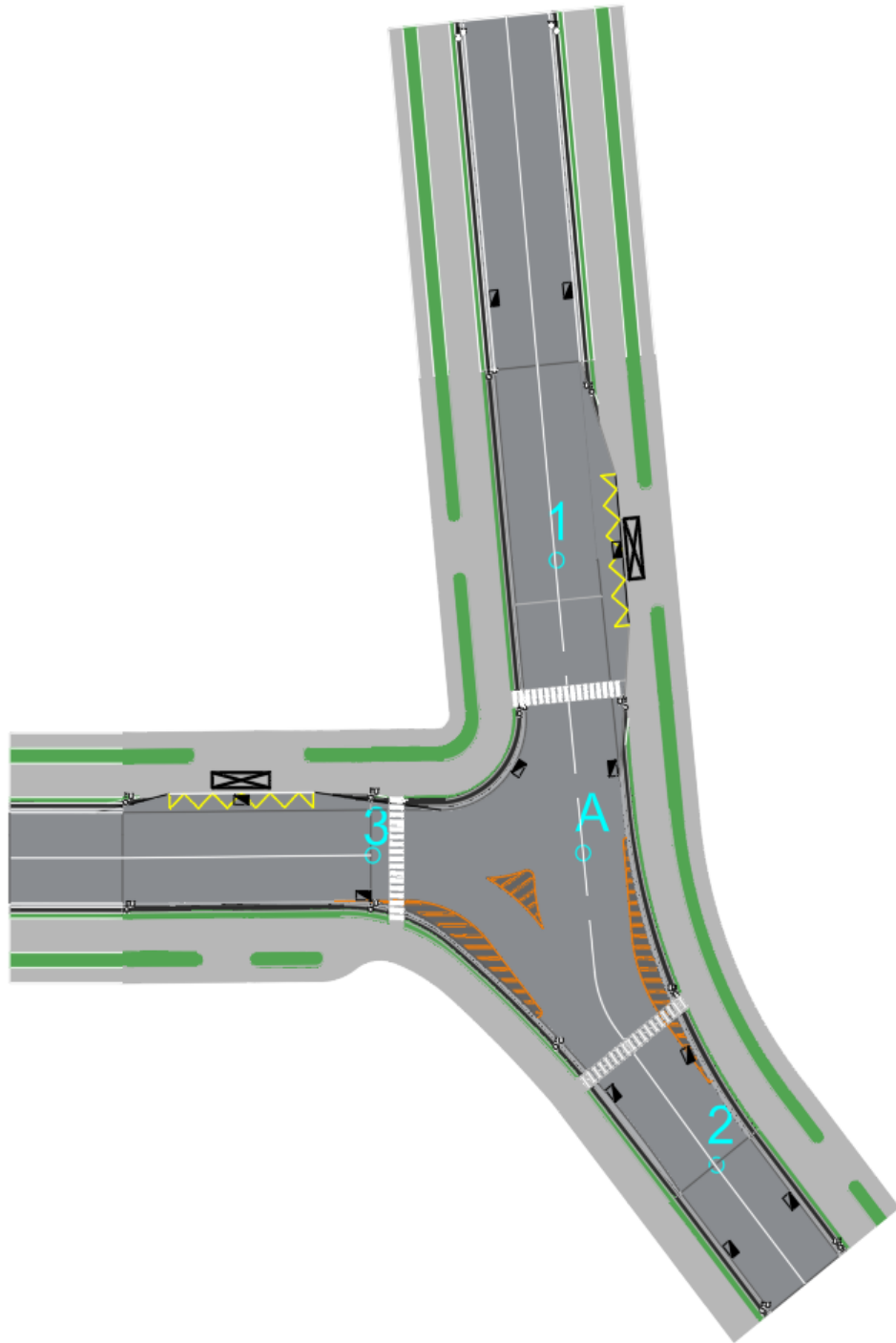


Рис. 15 Варіант регульованого перетину з елементами заспокоєння руху

Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата

Проектні пропозиції для перетину вул. Вишгородська та вул. Мостицька

Встановлення «берлінських подушок» для заспокоєння руху

Одним із важливих інструментів для зниження швидкості транспорту в межах міської забудови є засоби пасивного заспокоєння руху. Одним з таких елементів є «берлінські подушки» — спеціальні гумові підвищення, які встановлюються поперек проїзної частини, але не на всю ширину смуги. Їхня конструкція дозволяє легковим автомобілям переїжджати їх повільно та обережно, тоді як більші транспортні засоби, такі як автобуси, завдяки ширшій колії можуть об'їхати «подушку», не змінюючи траєкторію руху. [11][16]



Рис. 16 Приклад берлінської подушки

						Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата	42

Проблема перевищення швидкості в межах житлових кварталів, поблизу пішохідних переходів або громадських просторів залишається актуальною. Особливо це стосується ділянок, де є підвищена пішохідна активність, а пішоходи змушені вступати у конфлікт із автомобілями. Традиційні «лежачі поліцейські» часто викликають дискомфорт не лише у водіїв, а й у пасажирів громадського транспорту, а також потребують глибшого втручання в дорожнє покриття. Натомість «берлінські подушки» є мобільними, відносно простими в монтажі та демонтажі, що дозволяє швидко адаптувати організацію дорожнього руху під поточні потреби.

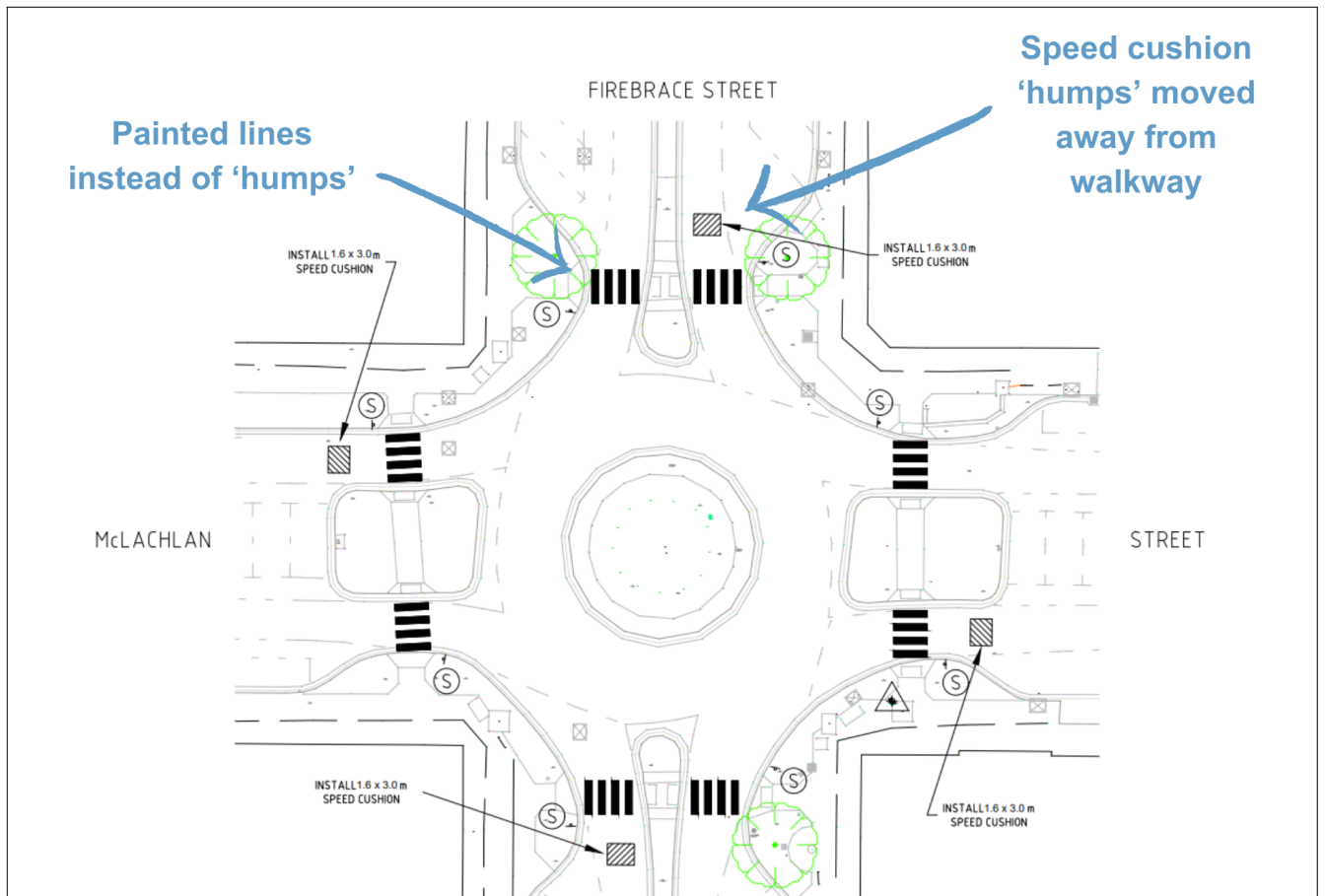


Рис. 17 Приклад проектування кільцевого перетину з використанням берлінських подушок

У запропонованому проєкті передбачено встановлення таких елементів перед нерегульованими пішохідними переходами на виїздах з перетину перед пішохідними переходами. Це дозволить не лише зменшити швидкість транспорту, але й зробити поведінку водіїв більш передбачуваною, підвищуючи рівень обслуговування та безпеки для пішоходів.

									Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			43

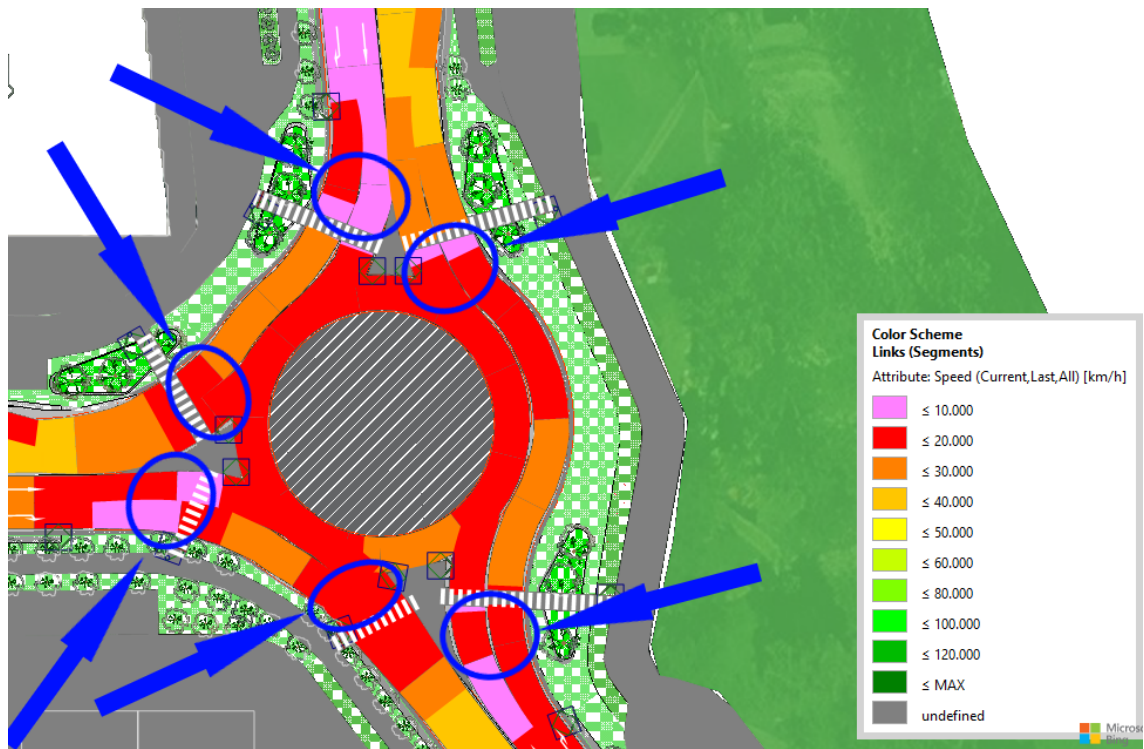


Рис. 18 Картограма швидкості автомобільного руху на перетині після встановлення берлінських подушок

За результатами транспортного моделювання можна зробити висновки, що встановлення засобів заспокоєння руху на під'їздах до пішохідних переходів значно вплинуло на швидкість руху транспорту, що в свою чергу прямо впливає на кількість ДТП та смертність серед пішоходів. На це вказують чисельні наукові дослідження, як наприклад вітчизняне «Дослідження впливу перевищення швидкості до 20 км/год на травматизм і смертність у ДТП» проведеного U-Cycle (ГО «Асоціація велосипедистів Києва») восени 2022.

Встановлення світлофорів з доступними сигналами для пішоходів

Встановлення доступних світлофорів є ключовим кроком до створення інклюзивного міського середовища. Сьогодні багато світлофорних об'єктів не враховують потреби осіб з порушенням зору чи слуху. Через відсутність звукових і вібраційних сигналів, що інформують про дозвіл на перехід, такі люди можуть не орієнтуватися в часі та просторі на перехресті. Це підвищує ризик їхнього травмування або навіть загибелі при переході вулиці.



Рис. 19 Приклад облаштування сучасного доступного світлофора

Доступні сигнали для пішоходів (ДСП) — це пристрої, які доповнюють стандартні світлофори, забезпечуючи звукову або тактильну (вібраційну) інформацію про дозвіл на перехід. Наприклад, при спрацьовуванні сигналу «Ходьба» такий пристрій може програвати відповідний звуковий сигнал, що супроводжується вібрацією на кнопці. Це дозволяє особі з вадами зору або слуху точно знати, коли дозволено перехід.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		45

У рамках проекту запропоновано встановлення сучасних доступних кнопкових ДСП на перетині вул. Мостицька – вул. Вишгородська. Вони будуть обладнані голосовими підказками, вібраційною кнопкою та тактильними стрілками, які вказують напрям перетину. Це дозволить значно підвищити рівень обслуговування пішоходів, особливо осіб з порушеннями зору, слуху, а також літніх людей. Таке рішення формує простір, де всі учасники дорожнього руху мають рівні можливості для безпечного та комфортного пересування.

Влаштування зупинки громадського транспорту з «кишенею»

Згідно з п. 5.4–5.4.2 ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці і дороги населених пунктів», зупинки громадського транспорту повинні бути розташовані на відстані не менше 5 м від пішохідного переходу та 20 м від перетину вулиць. Урахування цих норм дозволяє забезпечити кращу оглядовість, зменшує ризик ДТП та забезпечує своєчасне реагування водіїв на маневри транспорту.

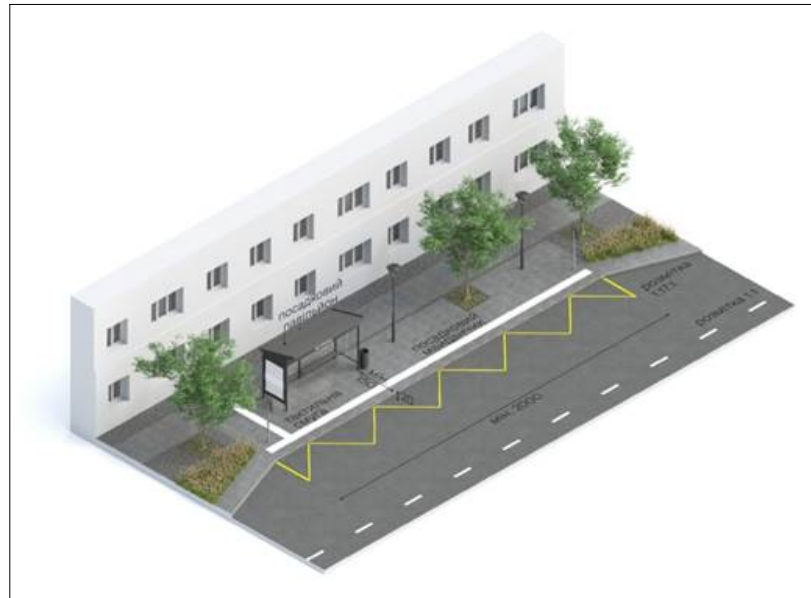


Рис. 20 Приклад облаштування зупинки громадського транспорту з кишенею

У сучасному містоплануванні все частіше надається перевага зупинкам без заїзду, коли автобус зупиняється просто на смузі руху. Це прискорює посадку-висадку пасажирів і мінімізує просторові витрати. Проте в умовах перетину вул. Мостицької та вул. Вишгородської було прийнято рішення на користь зупинки з кишенею. Це пов'язано з інтенсивним потоком приватного транспорту і важливістю забезпечення безперешкодного руху загального потоку під час зупинки громадського транспорту.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		46

Окрім просторової організації, зупинка також має бути доступною. Для цього передбачено підвищений посадковий майданчик, облаштований тактильною плиткою для людей з порушенням зору, а також плавні пандуси для маломобільних груп населення. На зупинці планується встановити навіс, лаву для сидіння та інформаційний стенд з розкладом руху транспорту.

Острівці безпеки на пішохідному переході

Ще одним важливим елементом, що підвищує безпеку пішоходів, є облаштування острівців безпеки. Особливої актуальності вони набувають на перетинах з великою шириною проїзної частини, інтенсивним транспортним потоком та обмеженою оглядовістю. В таких умовах пішоходи не завжди встигають повністю завершити перехід за один сигнал світлофора або під час короткої паузи в русі транспорту. Острівець безпеки дозволяє розділити процес переходу на два етапи, зменшуючи навантаження та ризик для пішохода. [18]



Рис. 16 Приклад облаштування турбокіля з використанням острівців безпеки

У рамках проєктного рішення передбачено створення острівців безпеки на центральній роздільній смозі, які будуть облаштовані на одному рівні з тротуаром. Для позначення меж острівця заплановано використання бордюрного каменю, що не лише забезпечує фізичне відокремлення від проїжджої частини, але й сприяє кращій візуальній орієнтації як для пішоходів, так і для водіїв. Це дозволяє забезпечити природне уповільнення руху транспорту перед переходом і зменшити кількість конфліктних ситуацій. [19]

Відповідно до міжнародного досвіду, зокрема рекомендацій *United States Access Board*, наявність фізичного острівця безпеки значно підвищує ймовірність того, що маломобільні пішоходи — літні люди, особи з порушеннями зору або ті, хто пересувається з дитячим візком — зможуть завершити перехід безпечно. У визначенні цього органу «ризикований» перехід — це такий, де пішохід не встигає дістатися до острівця безпеки до прибуття наступного транспортного засобу. За таких умов облаштовані острівці безпеки дозволяють людині перечекати наступну фазу або потік транспорту в захищеній зоні. [21]

Підсумок

Запропоновані проєктні заходи — встановлення доступних пішохідних сигналів, облаштування зупинки громадського транспорту з «кишенею», впровадження острівців безпеки на пішохідних переходах та використання "Берлінських подушок" — спрямовані на комплексне підвищення безпеки, комфорту та інклюзивності перетину для всіх учасників дорожнього руху.

Особливу увагу приділено потребам маломобільних груп населення, зокрема осіб з порушеннями зору, людей похилого віку та пасажирів громадського транспорту. Кожне з рішень не лише відповідає чинним нормам і рекомендаціям, а й спирається на успішні міжнародні практики. Впровадження таких змін сприятиме формуванню безбар'єрного, безпечного та орієнтованого на пішоходів міського простору.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		48

**ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА ОБСЛУГОВУВАННЯ
ПІШОХОДІВ (PLOS) НА ПЕРЕТИНІ ВУЛ, ВИШГОРОДСЬКА
ТА ВУЛ, МОСТИЦЬКА У М, КИЄВІ**

Level of Service	Flow Rate <i>(pedestrian/minute/meter)</i>	Density <i>(pedestrian per squared meter)</i>
A	≤ 7	≤ 0.08
B	7 - 23	0.08 - 0.27
C	23 - 33	0.27 - 0.45
D	33 - 49	0.45 - 0.69
E	49 - 82	0.69 - 1.66
F	≥ 82	≥ 1.66

[12]

Після проведення комп'ютерного транспортного моделювання були отриманні результати аналізу для Варіанту №1 та Варіанту №2. [14]

	Варіант №1	Варіант №2
Щільність пішохідного руху, пішоходів на метр квадратний (пш/м ²)	0,2514	0,3046
Інтенсивність пішохідного потоку, пішоходів в хвилину на метр квадратний (пш в хв/м ²)	20,97	21,73

У висновку, звернувшись до таблиці показників для виміру рівня обслуговування пішоходів можна зробити припущення. Варіант №1 Турбокільце, підняв рівень обслуговування пішоходів до рівня **B**, що є досить високим показником.


ВИЗНАЧЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЄКТУ

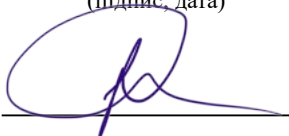
Кошторисно-фінансовий розрахунок

№ з/п	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт	Загальна вартість, грн.
1.	Земляні роботи	м ³	300	1272	381 600
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м ²	4500	3605	16 222 500
3.	Влаштування дорожнього одягу тротуарів	м ²	1500	3158	4 737 000
4.	Влаштування водовідведення				
4.1	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.	100000	280	28 000 000
4.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	15000	15	225 000
5.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	792	461 500
6.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	15000	20	300 000
7.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м ²	10000	792	872 000
8.	Влаштування засобів заспокоєння руху	шт	33000	12	396 000
Проміжна сума					Σ 50 658 100
9..	Перекладка підземних інженерних комунікацій	%	15%	Σ ₍₁₋₇₎ * 0,15	7 598 715
Остаточна сума					Σ 58 256 815

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		50

КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

Керівники :  Шилова Т.О.
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)

 Беспалов. Д.О.
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		51

Планування поверхневого стоку в межах перетину магістралей

Планування водовідвідних систем і споруд необхідно проводити виходячи з місцевих природних, архітектурно-планувальних і санітарно-гігієнічних умов п. 9 ДБН [1].

Зливоприймальні споруди на магістралях із шириною проїзної частини до 30 м без притоку дощової води з прилеглих територій розміщують на відстанях, за лежно від поздовжнього похилу, окрім ділянок локально найвищих точок:

Похил до 4‰ — відстань 50 м;

Похил 4-6‰ — відстань 60 м;

Похил 6-10‰ — відстань 70 м;

Похил 10-30‰ — відстань 80 м.

На магістралях шириною понад 30 м або з похилом більше 30‰ відстань між зливоприймальними колодязями не повинна перевищувати 60 м.

Дотримання вимог до найменших величин поздовжніх похилів магістралей (для асфальтобетонних покриттів 5‰, рекомендованих поперечних похилів для проїзної частини 20‰, для тротуарної – 15‰) забезпечить необхідний водостік уздовж лотків магістралей та з'їздів.

Планування наземного пішохідного переходу

Розміри пішохідного переходу, а також всіх існуючих розміток на дорожньому покритті визначені в ДСТУ 2581:2021.

Згідно ДСТУ ширина пішохідного переходу залежить від інтенсивності руху пішоходів на даній ділянці дороги. Згідно цього ж ДСТУ пункту 10.2.14.1 – ширина визначається з розрахунку 1 метр на кожні 500 пішоходів в годину.

Спираючись на це було прийнято зробити пішохідний перехід шириною 4 метри.

Також було прийнято рішення облаштувати на пішохідному переході острівки безпеки. Їх розмір приймається згідно ДБН В.2.3-5:2018.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		52

Освітлення

Розміщення опор вуличного освітлення передбачається з обох боків проїжджої частини, з інтервалами 20, 40 або 50 метрів – залежно від типу обраних світильників. Особливу увагу слід звернути на забезпечення достатнього освітлення в зонах перехресть магістральних вулиць і пішохідних переходів. Вимоги до організації освітлення викладено у ДБН [1], пункти 10.8–10.11.

Озеленення

Рослинність уздовж вулиці виконує функції шумозахисту, очищення повітря від пилу та шкідливих речовин, а також сприяє поліпшенню мікроклімату. При цьому зелені насадження не повинні обмежувати оглядовість та заважати пересуванню транспорту й пішоходів (див. ДБН [1], пункти 11.2–11.9). На перехрестях і переходах у межах так званого трикутника видимості забороняється розміщення дерев і кущів, висота яких перевищує 0,5 м. Відтак, для таких зон доцільно передбачати газонне озеленення.

Дорожній одяг

Конструкції дорожнього одягу вулиць, доріг, тротуарів тощо у населених пунктах слід приймати на основі техніко-економічних порівнянь декількох варіантів дорожніх одягів. При цьому враховуються такі чинники: категорія вулиці, прогнозоване навантаження транспорту, тип дорожнього потоку, місцеві кліматичні та геологічні умови, доступність будівельних матеріалів, наявність підземних інженерних мереж, а також вимоги до безпеки руху.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		53

ВИСНОВКИ

Після проведення аналізу перетину вулиць Вишгородська та Мостицька у місті Києві було встановлено, що на перетині цих вулиць є проблеми з рівнем обслуговування пішоходів. Головною проблемою, що викликало скупчення людей було світлофорне регулювання, що було орієнтовано лише на одну сторону учасників руху — автомобілістів.

Також, застарілі та не доглянуті тротуари обмежували швидкість руху пішоходів по вулиці та не сприяли створенню безбар'єрного середовища.

Був виконаний комплексний аналіз існуючого положення перетину з використанням методів детального транспортного моделювання у мікроскопічному масштабі.

Результатом проведеного дослідження були транспортно-експлуатаційні показники:

- Пропускна здатність ~ 4000 пішоходів.
- Рівень обслуговування пішоходів D

Було розглянуто два варіанти планувальних рішень для підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині. А саме турбокільце зі встановленням засобів заспокоєння руху і регульований перетин з елементами заспокоєння руху разом з оптимізацією роботи світлофорного регулювання.

У результаті, турбокільце було обране для подальшого проведення детальних розрахунків, у ході яких було отримано наступні результати:

- Пропускна здатність ~ 7102 пішоходів.
- Рівень обслуговування пішоходів B

У підсумку було розроблено два варіанти реконструкції перетину вул. Вишгородська та вул. Мостицька у м. Києві. Представлені пропозиції пропонують вирішення проблеми рівня обслуговування пішоходів за допомогою двох різних варіантів організації руху. Обидва варіанти успішно збільшують рівень обслуговування пішоходів та мають власні сильні сторони. Проте саме варіант з турбокільцем був обраний як більш ефективний.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		54

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5-2018. – [Чинні від 2018–09–01]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 55 с.
2. ПОСТАНОВА КАБІНЕТУ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ від 10 жовтня 2001 р. № 1306 Про Правила дорожнього руху.
3. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. – [Чинні від 2019–10–01]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 177 с.
4. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3-15:2007. – [Чинні від 2007–08–01]. – К.: Мінбуд України, 2007. – 81 с.
5. Автомобільні дороги. Транспортні розв'язки в одному рівні. Проектування: ГБН В.2.3-37641918-555:2016. – [Чинні від 2016–07–01]. – К.: Міністерство інфраструктури України, 2011. – 58с.
6. Планування та проєктування велосипедної інфраструктури. Загальні вимоги: ДСТУ 8906:2019. – [Чинний від 2020–10–01]. – К.: Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2020 – 52 с.
7. Міські вулиці і дороги: Методичні вказівки до виконання практичних занять і курсового проєкту для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" спеціалізації 192102 «Міське будівництво та господарство» /Уклад.: Осетрін М.М., Ботвіновська С.І., Плотнікова Д.І, Чередніченко П.П. – Київ, КНУБА, 2017. – 44 с.
8. ДБН В. 2.3-5-2001 //Державні норми України. Споруди транспорту населених пунктів. Вулиці та дороги. – 2001.
9. Про регулювання містобудівної діяльності. Закон України від 17 лютого 2011 р. N 3038-VI.
10. Про основи містобудування. Закон України від 16 листопада 1992 р. № 2780-XII.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		55

11. DESIGNING FOR PEDESTRIANS: A LEVEL-OF-SERVICE CONCEPT John J. Fruin, The Port of New York Authority
12. Factors influencing Pedestrian Speed in Level of Service (LOS) of pedestrian facilities. Sangeeth K., Abhijit Lokre
13. Recommended Procedures Chapter 13, "Pedestrians," of the Highway Capacity Manual Capacity Analysis of Pedestrian and Bicycle Facilities Task Order 8: Pedestrian-Bicycle Research Program by: Nagui M. Roupail, Professor, P.I. Joseph E. Hummer, Associate Professor, co-P.I. Joseph S. Milazzo II, Research Assistant D. Patrick Allen, Research Assistant North Carolina State University Department of Civil Engineering
14. М. М. Осетрін, В. П. Тарасюк, Д. О. Беспалов ТРАНСПОРТНЕ ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
15. Pedestrian Level of Service Study, Phase I Chapter 2. Current HCM Methodology NYC DCP • Transportation Division • April 2006 CHAPTER 2. CURRENT HCM METHODOLOGY
16. Онлайн магазин <https://zustrich.com.ua>
17. «EASYWAY». <https://www.eway.in.ua/ua/cities/kyiv>
18. «Top 5 Plants for Low-Maintenance Urban Landscapes» <https://crimsonfrost.world>
19. Circle of Green - Turning Roundabouts into Garden Gems
20. <https://gardenoz.com/>
21. Roundabout Traffic Design and Landscaping. Gilbert Gedeon, P.E.
22. MEASURE EFFECTIVENESS OF ROUNDABOUTS IN URBAN AREAS AND THEIR COMPARISON WITH SIGNALISED INTERSECTIONS Parshva Gandhi, Bhavin Shah
23. THEORETICAL ASPECTS OF ORGANIZING PEDESTRIAN SPACES. Теоретичні аспекти організації пішохідних просторів. Тютюнник Я. А., Денисова А. С., Авдєєва Н. Ю.
24. <https://uk.wikipedia.org/>

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		56

ДОДАТКИ

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:

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

$$0.01 \cdot (13\,864\,500) \cdot (5\% + 1\%) + (3081) \cdot 100 = 316\,418$$

$$0.01 \cdot (16\,222\,500) \cdot (5\% + 1\%) + (3605) \cdot 100 = 370\,233$$

(31)

де $C_{од}$ – 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 m^2 дорожнього покриття перетину. 100 грн

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

Оскільки площа дорожнього покриття СКП як правило є більшою за площу регульованого чи нерегульованого перетину до реконструкції, то річні дорожні витрати після реконструкції (D') скоріше за все будуть більшими за річні дорожні витрати до реконструкції D :

$$D' > D$$

(32)

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:

						Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата	57

$$\Delta D = D' - D,$$

$$370\,233 - 316\,418 = 53\,815 \quad (33)$$

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

Річні транспортні втрати

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:

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

$$2367 + 31\,463 * 150 = 5\,074\,694$$

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

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

S – прийнята вартість 1 години часу, 150 грн.

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

$$T_{\text{зод}} = N \cdot \frac{t_K + 2t_{\text{ж}}}{2 \cdot 3600 \cdot T_{\text{ц}}} ((t_K + t_{\text{ж}}) + 0,56V) \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (35)$$

$$T1 = 690 * ((35 + 2 * 5) * 2 * 3600 * 80) * ((35 + 5) + 0,56 * 30) * 365 / 0,85 = 1034$$

$$T2 = 730 * ((35 + 2 * 5) * 2 * 3600 * 80) * ((35 + 5) + 0,56 * 30) * 365 / 0,85 = 1094$$

$$T3 = 160 * ((35 + 2 * 5) * 2 * 3600 * 80) * ((35 + 5) + 0,56 * 30) * 365 / 0,85 = 240$$

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

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

t_K – тривалість червоного сигналу, 35с;

$t_{\text{ж}}$ – тривалість жовтого сигналу, 5 с;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість світлофорного циклу, 80с;

V – розрахункова швидкість прямування на перетині, 30 км/год;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту. 0.085

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		58

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

$$\sum T_{год} = T_1 + T_2 + \dots + T_n,$$

$$T_{год} = 2367 \quad (36)$$

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

$$T_{дод} = \frac{\frac{N_i * S}{V} * 1}{\beta} * 365, \quad (37)$$

$$(690 * (89/30)) * (1/3600) * (365/0,085) = 8790$$

$$(730 * (51/30)) * (1/3600) * (365/0,085) = 5329$$

$$(160 * (63/30)) * (1/3600) * (365/0,085) = 1443$$

$$(690 * (92/30)) * (1/3600) * (365/0,085) = 7703$$

$$(730 * (58/30)) * (1/3600) * (365/0,085) = 7056$$

$$(160 * (55/30)) * (1/3600) * (365/0,085) = 1141$$

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.

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

$$\sum T_{дод} = T_1 + T_2 + \dots + T_n$$

$$T_{дод} = 31\,464$$

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 – 7, 8 та 9 (і для регульованого перехрестя, і для саморегульованого кільцевого перехрестя).

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		59

Таблиця 7

**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
1	0	670	20
2	550	55	125
3	35	125	0

Таблиця 8

**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
1	34	24	21,5
2	22	24	22
3	27	16,6	26

де N_{ij} – інтенсивність руху транспорту в ij -напрямку, авт./год.
 T_{ij} – час, який витрачає автомобіль для проходження перетину в його межах ij -напрямку, с.

Таблиця 9

**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 напрямками в'їзду
	1	2	3	
1	0	16080	430	16510
2	12100	1320	2750	16170
3	945	2075	0	3020
Всього за напрямками виїзду	13045	19475	3180	35700

Для отримання показників клітинок табл. 9 необхідно перемножити показники відповідних клітинок табл. 7 і 8. Підбивши суму клітинок останнього рядка отримаємо в правій нижній клітинці табл. 9 величину підсумкових річних витрат часу на рух транспорту в межах перетину, а зробивши суму клітинок останнього правого стовпчика, отримаємо можливість зробити контроль цих обчислень.

						Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата	60

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

$$\Sigma K' = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} \frac{3600 * 365}{\beta} * S, \quad (38)$$

$$\Sigma K = 35700 / (3600 * 365 / 1.5) * 150 = 361\,958$$

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, 150 грн.;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту. 1.5

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

$$\Delta K = K - K' \quad (39)$$

$$5\,074\,694 - 362\,958 = 4\,712\,735$$

Термін окупності капіталовкладень

Термін окупності капіталовкладень (T_0) для влаштування перетину магістралей в різних рівнях визначаємо за формулою 39. При цьому для визначення терміну окупності в даному випадку після аналізу можливих варіантів перетину в одному рівні вибирають можливий найкращий, і визначають тільки можливі непродуктивні підсумкові витрати за рахунок затримок транспорту в період руху в необхідних напрямках через цей варіант перетину магістралей в одному рівні (решту витрат не враховують). При реконструкції перетину магістралей в різних рівнях термін окупності (T_0) капіталовкладень визначаємо за формулою:

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

$$T_0 = 57\,715\,165 / (5\,074\,694 + 316\,418) - (370\,233 + 370\,233) = 12,50$$

роки

де C – кошторисна вартість варіанта будівництва перетину магістралей, 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 ефективності капіталовкладень СКП можна встановити за наступною формулою:

$$E = \frac{1}{T_0} \quad (41)$$

$$E = 1 / 12,5 = 0,08$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
Зам	Кільк	Лист	№Док	Підпис	Дата		61