

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

доц. Приймаченко О.В. _____

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему

«Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул.
Володимира Брожка та просп. Валерія Лобановського у м. Києві»

Виконав: студент IV курсу, групи МБГ-22-1
Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»
Спеціальність:
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ОПП: «Міське будівництво та господарство»
Харченко І.О.

Керівники:

К.т.н., професор Осетрін М.М.
ст. викл. Беспалов Д.О.

м. Київ - 2026

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							1
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							2
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

1. 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 (аркушів ФА1)
1	Аналіз перетину вул. Володимира Брожка та просп. Валерія Лобановського у м. Києві	1
2	Варіанти інженерно-планувальних рішень перетину	1
3	Поперечні профілі магістралей	1
4	Повздовжні профілі перетину магістралей	1
5	Транспортне моделювання інженерно-планувальних рішень перетину	1
6	Вертикальне планування і конструктивні рішення варіанту №2	1
7	Техніко-економічні показники та висновки	1
	Разом:	7

7. Дата видачі завдання 05.05.2026

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							3
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапу проекту	Примітка
1	Збір вихідних даних	10.05.2026	
2	Вступ	16.05.2026	
3	Аналітичний розділ	24.05.2026	
4	Розрахунково-проектний розділ	01.06.2026	
5	Конструктивний розділ	06.06.2026	
6	Висновок	10.05.2026	
7	Літературні джерела	12.06.2026	
8	Подача на перевірку на плагіат та рецензію	15.06.2026	
9	Захист		

Студент _____
(підпис)

Харченко І.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____
(підпис)

Осетрін М. М.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Беспалов Д. О.
(прізвище та ініціали)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							4
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1 Аналіз наявного положення ділянки дорожньо-транспортного вузла	11
1.2 Аналіз та збір даних транспортних потоків і умов руху	15
1.3 Аналіз транспортної ситуації та рівня аварійності на дорогах ..	17
РОЗРАХУНКОВО-ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ.....	21
2.1 Інженерні пропозиції проєктних рішень з перебудови транспортного вузла.	22
2.2.Розрахунок геометричних параметрів магістралей перетину.	25
2.3. Проєктування велосипедної інфраструктури.	30
2.4. Визначення та розрахункове моделювання параметрів планування кільцевого транспортного перетину.	31
2.5. Проєктні поперечні профілі магістралей.	34
2.6. Вертикальне планування проєктного перетину.....	36
2.7. Проєктування поздовжніх профілів перетину магістралей.	36
2.8. Вибір планувального рішення з урахуванням критерію безпеки дорожнього руху.....	39
КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	55
3.1. Конструкція дорожнього одягу.	56
3.2. Зупинки громадського транспорту.....	57
3.3. Проєктування системи зовнішнього освітлення.	57
3.4. Влаштування водовідведення.....	58
3.5. Влаштування піднятих наземних пішохідних переходів.	59
ВИСНОВКИ.....	61

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							5
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

ВСТУП

Актуальність теми. Розвиток урбанізованих територій описує інтенсивним зростанням кількості транспортних засобів, що створює підвищене навантаження на міську вулично-дорожню мережу, ці фактори збільшують затрати часу на переміщення та виникають транспортні затори, що через це загострюється проблема безпеки дорожнього руху.

Проблема дорожньо-транспортного травматизму залишається однією з актуальних для України. За статистичними даними, у 2024 році було зафіксовано значну кількість ДТП із потерпілими, унаслідок яких загинули та були травмовані тисячі людей [12]. Серед основних чинників аварійності найчастіше виділяють перевищення безпечної швидкості, порушення правил маневрування та недотримання вимог проїзду перехресть. Особливо небезпечними залишаються ділянки, де відбувається одночасна взаємодія транспортних, пішохідних і велосипедних потоків.

Питання безпеки руху в містах з високою щільністю транспортних потоків є надзвичайно важливим, зокрема в Києві, де за даними локального моніторингу кількість ДТП та постраждалих сягає значних показників, де входить до лідерів за регіонами країни з найвищими показниками ДТП на душу населення.

Наукові дослідження в галузі дорожньої безпеки демонструють, що через велику кількість конфліктних точок, на перехрестях та місцях перетину магістралей є одними з найбільш аварійно-небезпечних ділянок у мережі. Через це сприяє підвищеному ризику зіткнень між транспортними засобами та пішоходами, через відсутності ефективних інженерних засобів регулювання руху та видимості.

У сучасному підході до організації дорожнього руху важливе місце займає принцип системного зниження ризиків. Його сутність полягає не лише у дотриманні правил учасниками руху, а й у такому проектуванні вуличного простору, за якого

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							6
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

ймовірна помилка водія або пішохода не призводить до тяжких наслідків. Метод передбачає системне зниження аварійності через інженерну оптимізацію геометрії вулиць, впровадження засобів регулювання та оптимізації швидкості, модернізацію схем ОДР та інженерне розділення конфліктних точок. Для перетину вулиці Володимира Брожка та проспекту Валерія Лобановського цей підхід є особливо важливим, оскільки в межах вузла поєднуються інтенсивні транспортні потоки, поворотні маневри, пішохідний рух і робота світлофорного регулювання. Тому подальший аналіз спрямований не лише на оцінку пропускну здатності, а й на визначення інженерних рішень, які зменшують ризик небезпечної взаємодії між різними учасниками руху [13]

Характеристика та проблематика об’єкта дослідження

Транспортний вузол на перетині вулиці Володимира Брожка та проспекту Валерія Лобановського є важливою частиною міської транспортної мережі у Солом’янському районі міста Києва. На зазначеному перехресті здійснюється інтеграція руху між локальними вулицями та магістральною дорогою, що забезпечує сполучення між житловими кварталами та основними транспортними артеріями столиці.

На цьому перехресті у 2023–2024 роках проведено роботи з облаштування регульованих наземних пішохідних переходів з урахуванням принципів безбар’єрності, встановленням транспортних і пішохідних світлофорів, пристроїв звукового сповіщення, а також детекторів руху, які дозволяють адаптувати режим сигналів світлофорів залежно від інтенсивності транспортного потоку. Це спрямовано на підвищення безпеки та доступності переходу через проспект і вулицю, що раніше виконувалися лише через надземний перехідх [14].

Проспект Валерія Лобановського є однією з ключових транспортних магістралей Києва; він з’єднує окремі райони міста та входить до складу Малої Кільцевої дороги. На ділянці від вулиці Володимира Брожка проспект підлягає капітальному ремонту

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							7
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

дорожнього покриття з урахуванням принципів безбар'єрності та модернізації інфраструктури, що підтверджує функціональне навантаження цієї магістралі в транспортній мережі столиці.

Об'єкт дослідження характеризується наявністю різних видів транспортних засобів, у тому числі приватного автотранспорту, маршрутних пасажирських автобусів та інших категорій руху. Інженерні рішення, реалізовані на перехресті, свідчать про прагнення органів місцевого управління покращити безпеку та організацію руху, однак існує потреба у комплексному аналізі функціонування вузла.

Одночасно слід зазначити, що конкретні дані про інтенсивність руху транспортних потоків або про регулярність заторів на даному перехресті відсутні в офіційних публікаціях транспортного обліку (наприклад, дані автоматичного підрахунку транспортних засобів, тривалості заторів у різні години доби чи параметри пропускної здатності). Така інформація може бути отримана лише з внутрішніх звітів комунальних служб або спеціальних натурних досліджень.

У науковій літературі загалом відзначається, що складні транспортні вузли з великою кількістю маневрових напрямків, у тому числі з лівоповоротними та розворотними маневрами, можуть створювати підвищені ризики дорожньо транспортних конфліктів та вимагати удосконалення організації руху, але для конкретизації цих характеристик саме для розглядуваного об'єкта необхідні локальні дані.

Таким чином, аналіз існуючої організації дорожнього руху, обґрунтування необхідності її вдосконалення та розробка відповідних техніко-планувальних рішень є важливими компонентами дослідження безпеки руху на перетині вулиці Володимира Брожка та проспекту Валерія Лобановського. Для забезпечення системного підходу до вирішення окресленої інженерно-транспортної проблеми у межах цієї кваліфікаційної

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							8
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

роботи визначено теоретико методичні підходи та предметно методичні межі дослідження.

Об’єкт дослідження: організація дорожнього руху та формування транспортно-пішохідних потоків на перетині вулиці Володимира Брожка та проспекту Валерія Лобановського в місті Києві з оцінкою характеристик руху на основі доступних даних та натурного обстеження.

Предмет дослідження: методи, інженерно-планувальні заходи та технічні рішення, спрямовані на підвищення рівня безпеки дорожнього руху, мінімізацію ризиків виникнення ДТП та оптимізацію пропускної спроможності транспортного вузла, з урахуванням вже реалізованих рішень з облаштування регульованих переходів і світлофорних об’єктів.

Мета роботи: на основі комплексного аналізу існуючого стану організації руху, узагальнення доступних даних про транспортні потоки та аварійність, а також результатів натурних досліджень провести обґрунтування та розробку інженерно-планувальних заходів, що сприятимуть підвищенню рівня безпеки.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							9
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Керівник _____
(підпис)

Осетрін М. М.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Беспалов Д. О.
(прізвище та ініціали)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							10
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

1.1 Аналіз наявного положення ділянки дорожньо-транспортного вузла

Досліджуваний транспортний вузол розташований на перетині проспекту Валерія Лобановського та вулиці Володимира Брожка у місті Києві. Проспект Лобановського є важливою магістраллю загальноміського значення, що проходить через Солом'янський та Голосіївський райони столиці та входить до складу системи Малого кільця міської транспортної мережі, забезпечуючи переміщення транспортних потоків між різними районами міста та в напрямках, що сполучають центральні частини з іншими територіями міста.

Вулиця Володимира Брожка, яка перетинається з проспектом Лобановського, виконує функцію магістралі районного рівня, що забезпечує локальні транспортні зв'язки зі житловими масивами та прилеглими територіями. Інтеграція функцій цих елементів вулично-дорожньої мережі призводить до формування складних умов руху в зоні перетину, що характеризується безпосередньою взаємодією неоднорідних за спрямованістю та інтенсивністю транспортних потоків.



Рис. 1.1 - Положення перетину в масштабі м. Київ

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							11
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

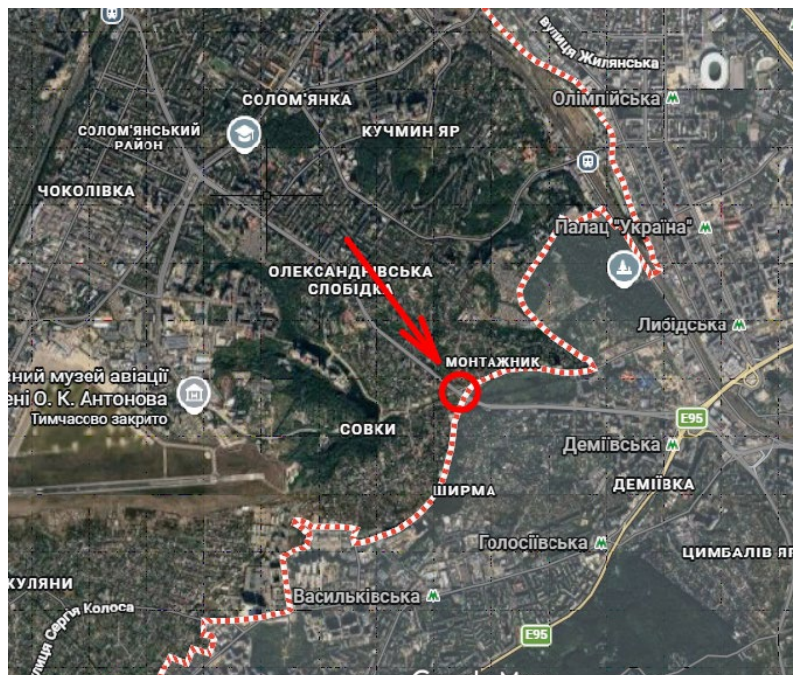


Рис.1.2. Розташування перетину у масштабі частини Солом'янського району

Інженерні заходи на розглянутому вузлі покликані підвищити рівень безпеки руху та доступності для пішоходів. Так, на перехресті проспекту Валерія Лобановського та вулиці Володимира Брожка вже було реалізовано елементи безбар'єрної інфраструктури: світлофорне регулювання та засоби звукового інформування, наземний регульований перехід, тактильні елементи,. Тому ці дані вже розглядається як вихідні, які потребують додаткової оцінки щодо пропускнуої здатності і взаємодії пішоходів з транспортними потоками. [14]

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							12
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		



Рис.1.3. Знімок з kyivcity.gov.ua проспекту Валерія Лобановського-

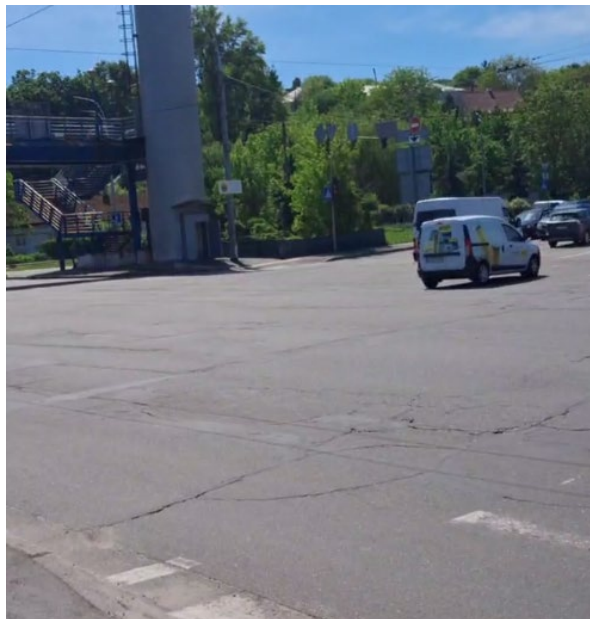


Рис.1.3.1. Актуальна фотофіксація існуючого стану дорожнього покриття перетину-

Наявні технічні засоби організації дорожнього руху частково адаптують регулювання до змін навантаження, однак деякі елементи (структура смуг, положення зупинок громадського транспорту) можуть не повністю відповідати реальній поведінці потоків у години пікового навантаження через відсутність публічно доступних даних щодо їх впливу на пропускну спроможність на цьому вузлі

Організація руху пішоходів здійснюється через наземні регульовані переходи, що підвищує ступінь безпеки для вразливих учасників дорожнього руху. Водночас ширина

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							13
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

проїзної частини та тривалість світлофорного циклу можуть створювати ситуації, коли пішоходам доводиться перетинати значну частину дороги за один цикл регулювання, що вимагає подальшої оптимізації інфраструктурних рішень.

Таким чином, транспортний вузол має позитивні інфраструктурні зміни, проте потребує подальшого удосконалення організації руху та технічних рішень, що є предметом подальшого аналізу та проєктних пропозицій.

Для подальшого аналізу організації руху на цій ділянці було проведено натурні обстеження – один із основних методів дослідження дорожнього руху, що передбачає безпосередні вимірювання та фіксацію параметрів руху на місці. Такий підхід дає змогу отримати об'єктивну інформацію про геометричні характеристики вузла, фактичну інтенсивність транспортних і пішохідних потоків, а також особливості їх взаємодії в реальних умовах експлуатації.

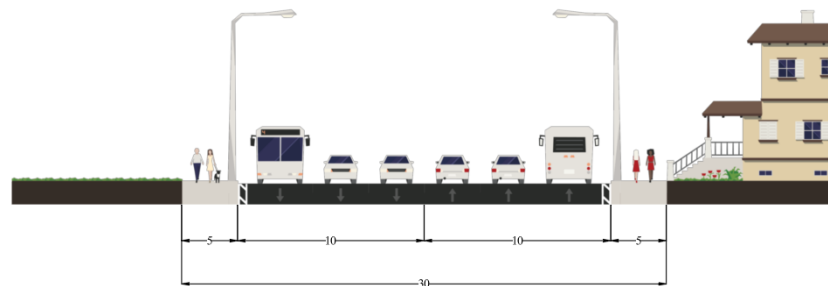


Рис 1.4. Типовий поперечний профіль проспекту Валерія Лобановського

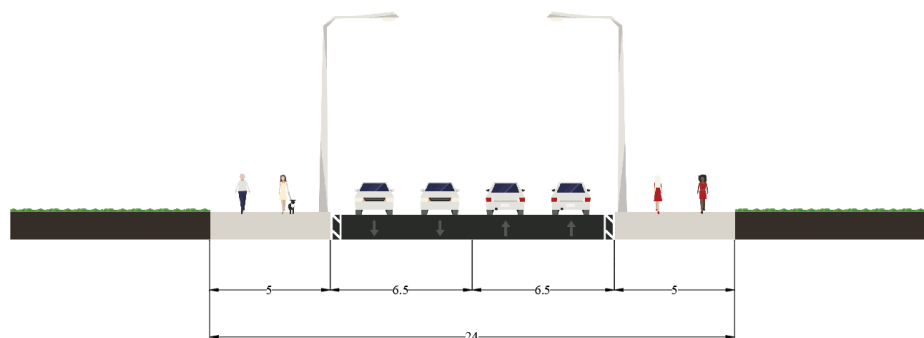


Рис 1.5. Типовий поперечний профіль вул. Володимира Брожка та вул. Холодноярська.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							14
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

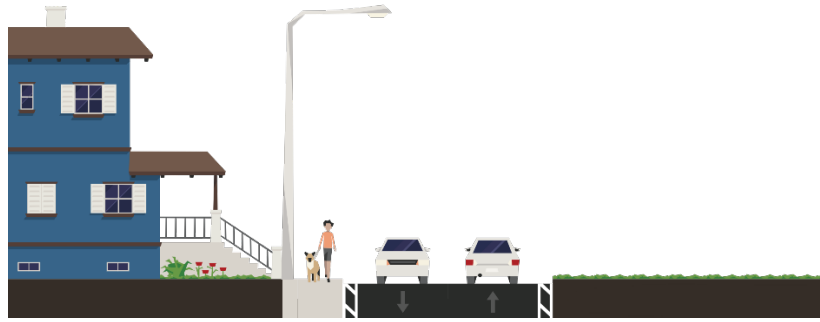


Рис 1.5.1. Типовий поперечний профіль вул. Володимира Брожка на вході №2(див. рисунок 1.6)

1.2 Аналіз та збір даних транспортних потоків і умов руху

Ключовою частиною аналітичного розділу є дослідження транспортних потоків та їх розподілу в межах транспортного вузла. Аналіз транспортних потоків передбачає оцінювання складу руху (легкові автомобілі, маршрутний транспорт, вантажні автомобілі) та загального характеру навантаження.

Станом на цей час відсутні відкриті офіційні дані про інтенсивність руху або рівні заторів саме на перетині Брожка – Лобановського, що є обмеженням у повному обсязі аналізу, це слід зафіксувати як обмеження дослідження і підкреслити, тому дані про добову інтенсивність руху на цьому транспортному вузлі було отримано з навчальної версії транспортної моделі міста Києва та його приміських зон (див. таблицю 1), котрі надалі використовуємо як вихідні дані, для знаходження відповідних даних цього перетину.

При відсутності безпосередньої статистики від транспортних служб важливо проводити власні спостереження з графіком добових піків руху (ранкові та вечірні години «пік»), що дозволяє зрозуміти, у які періоди дня перегруженість і ризики для безпеки найбільш виражені. Аналіз таких потоків дає змогу оцінити взаємодію різних видів транспорту, а саме високий відсоток громадського транспорту у пікові години може впливати на пропускну здатність вузла та на безпеку пішоходів.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							15
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

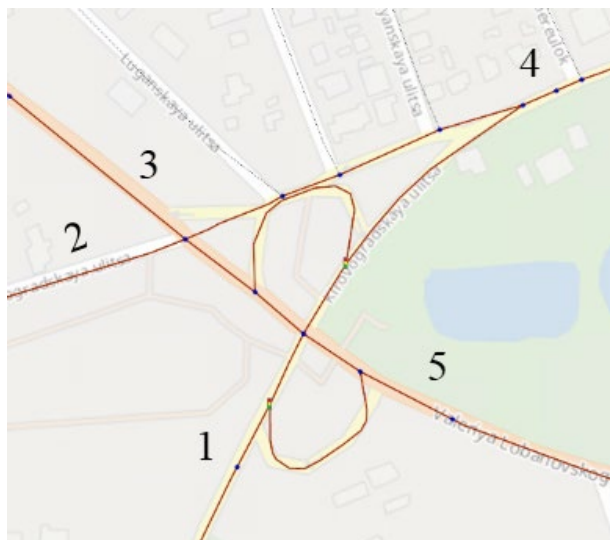


Рис. 1.6. Нумерація місць перетину в системі вулиць.

Інтенсивність руху транспорту на інсуючій схемі перетину, прив. од./год.

Таблиця 1.

Вхід/Вихід	Вихід 1	Вихід 2	Вихід 3	Вихід 4	Вихід 5	Σ	Рекомендації
Вхід 1	0	0	704	814	82	1600	Підняті пішохідні переходи, острівці безпеки, LPI та окремі фази для поворотів, ділення смуг, адаптивні світлофори, тактильні плитки, освітлення та делініатори для зниження ризиків і підвищення безпеки пішоходів і водіїв.
Вхід 2	87	0	612	0	542	1241	
Вхід 3	162	312	0	0	1542	2016	
Вхід 4	510	0	184	62	600	1356	
Вхід 5	0	0	2160	600	0	2760	
Примітка: Таблиця містить інтенсивність потоків для кожного входу і виходу, та рекомендації щодо підвищення безпеки дорожнього руху.							

1.3 Аналіз транспортної ситуації та рівня аварійності на дорогах

Рівень безпеки дорожнього руху є одним із ключових критеріїв оцінювання ефективності функціонування транспортних вузлів. Аналіз ДТП дозволяє виявити небезпечні ділянки, типові конфліктні ситуації та фактори, що впливають на ризик аварій. Оцінка безпеки транспортних перехресть традиційно включає як аналіз реальних аварійних даних, так і моделювання конфліктних точок, що дає змогу прогнозувати потенційні ризики без залежності від випадковості реальних ДТП.

У контексті досліджуваного вузла – перетину проспекту Валерія Лобановського та вулиці Володимира Брожка – відсутні відкриті статистичні дані про кількість та розподіл ДТП саме на цій ділянці у доступних джерелах. Такий рівень деталізації аварійної статистики зазвичай не публікується окремо для кожного перехрестя у відкритих ресурсах поліції чи органів місцевого самоврядування. Зокрема, жодних офіційних звітів щодо частоти, тяжкості чи типів ДТП на цьому вузлі не знайдено у відкритому доступі на 2026 рік. Це обмеження дослідження слід враховувати при отриманні результатів.

За наявною інформацією, магістральні вулиці Києва, до яких належить проспект Лобановського, періодично фігурують у повідомленнях про дорожньо-транспортні пригоди, які впливають на рух і створюють затримки.

У відсутності детальних локальних даних для оцінки аварійності на перехресті, можна використовувати методи аналізу конфліктних точок та моделювання безпеки, які широко застосовуються у транспортних дослідженнях як альтернативні або доповнювальні до традиційної статистики ДТП. Такий підхід дає змогу оцінити потенційну небезпеку взаємодії потоків, ідентифікувати конфліктні зони та виміряти критичні показники безпеки, не очікуючи статистично значущих даних про реальні аварії.

У цій роботі Surrogate Safety Assessment Model (SSAM) застосовано у поєднанні з моделями для дослідження руху такими як PTV Vissim, конфлікт визначається як ситуація, при якій два учасники руху майже вступають у зіткнення без уникнення

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							17
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

маневру, а частота таких конфліктів корелює з ризиком фактичних ДТП. SSAM автоматично аналізує траєкторії транспортних засобів, отримані з моделювання, і розраховує кілька показників безпеки, таких як мінімальний час до зіткнення (ТТС) та інші заходи безпеки, що дозволяють оцінити конфлікти на перехрестях до того, як вони призведуть до реальних аварій.[15]

У межах аналізу транспортної ситуації доцільно використовувати класифікацію конфліктних точок. Конфліктними точки називають місця, де траєкторії руху транспортних потоків перетинаються, зливаються чи відгалужуються. Часте виникнення таких точок підвищує ймовірність конфліктів між транспортними засобами та пішоходами:

- Точки перетину – місця, де траєкторії транспортних засобів перетинаються під суттєвими кутами, що створює підвищений ризик серйозних зіткнень.
- Точки злиття і відгалуження – ділянки, де транспортні потоки змінюють напрямок, що також є потенційно небезпечними зонами за високої інтенсивності руху.

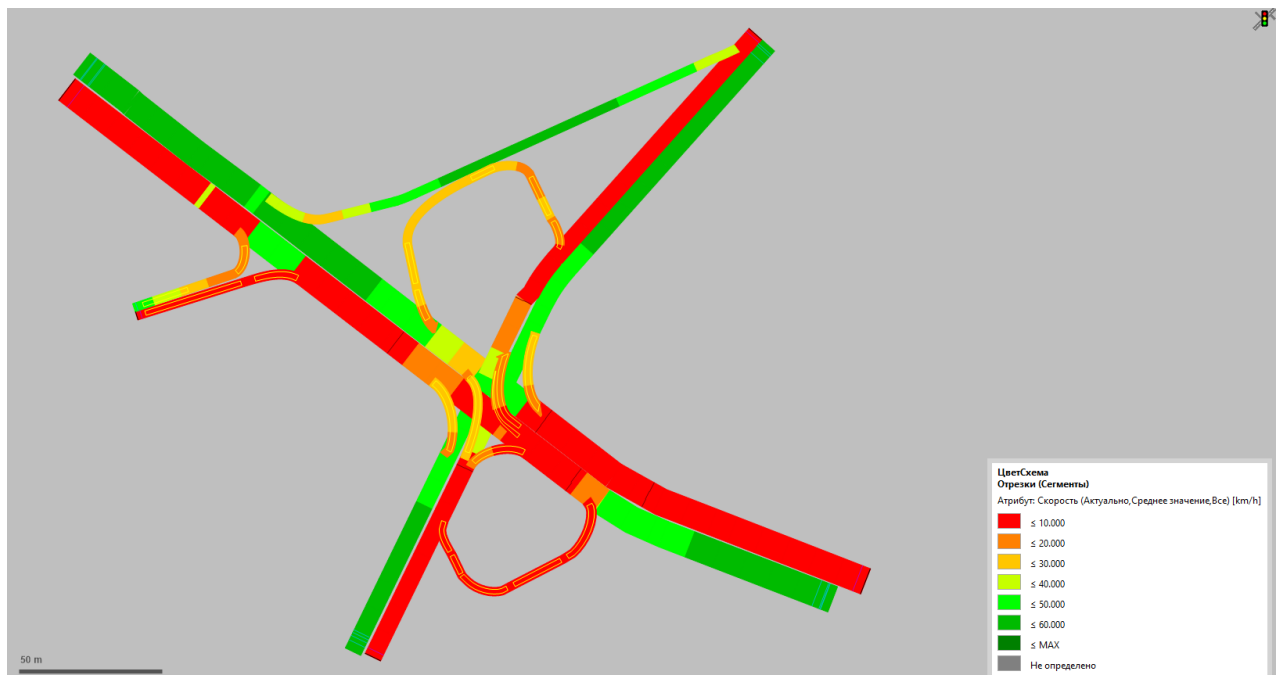


Рис 1.7 Картограма швидкості транспортних потоків існуючого перетину.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							18
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

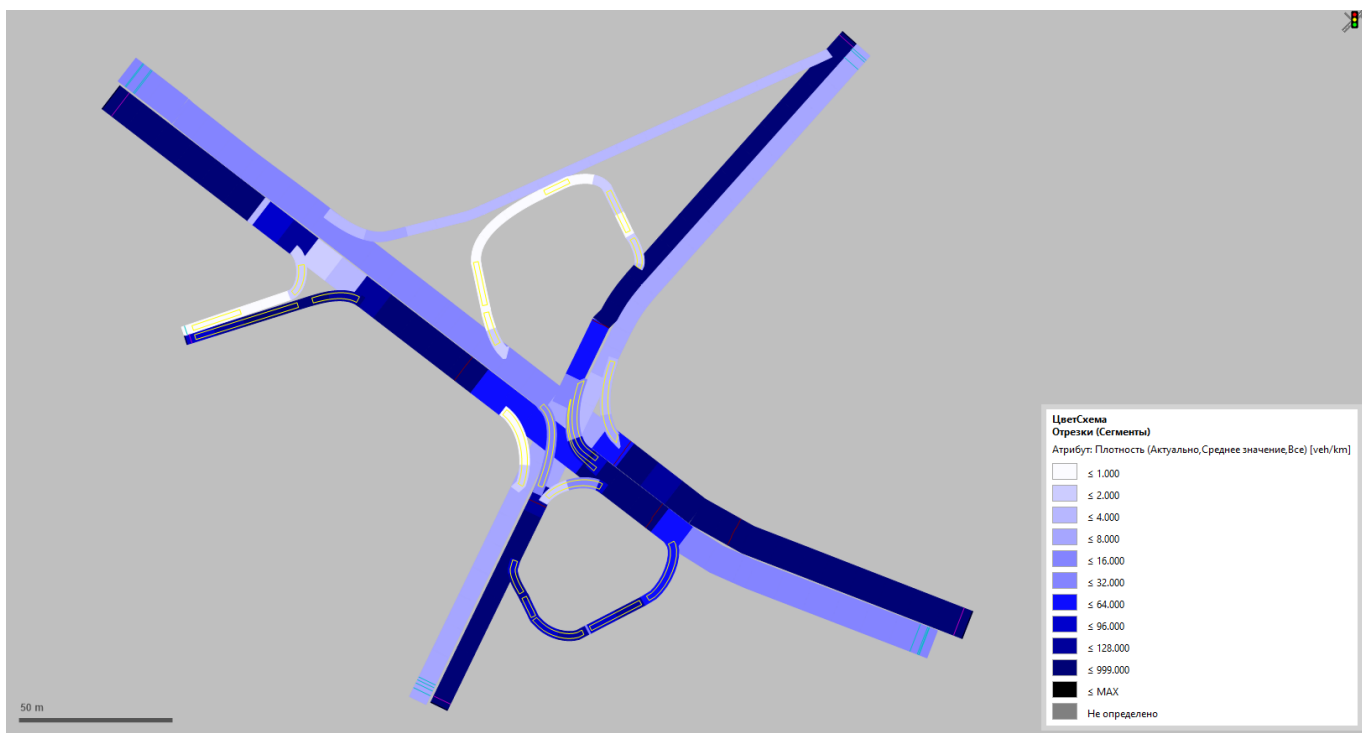


Рис 1.8 Картограма щільності транспортних потоків існуючого перетину.

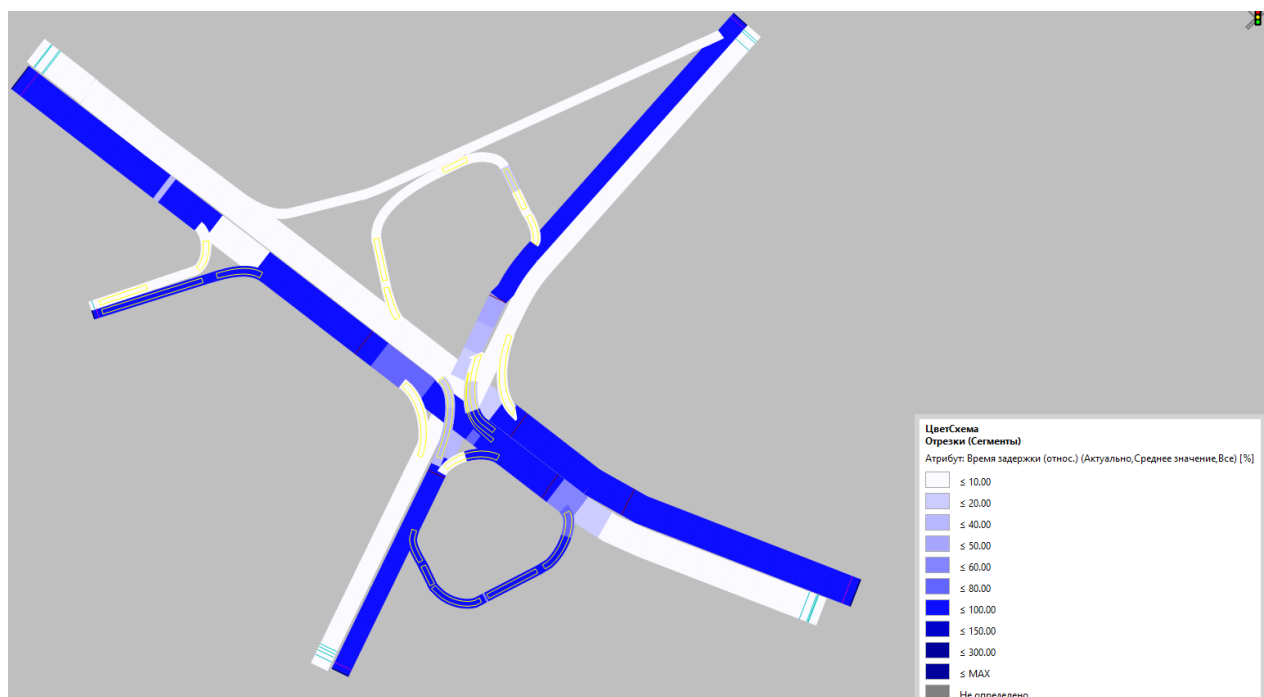


Рис 1.9 Картограма відносного часу затримок транспортних існуючого перетину .

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист 19
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

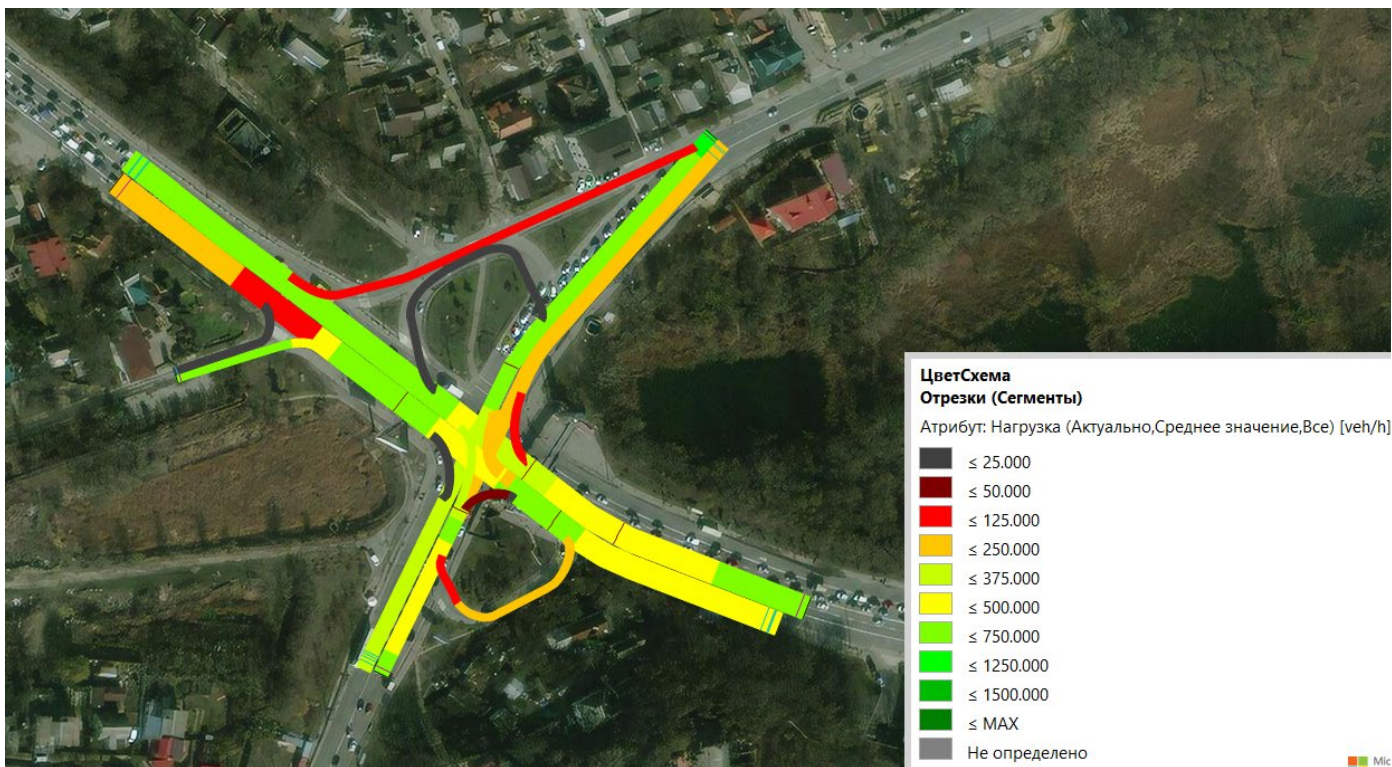


Рис 1.10. Картограма середнього навантаження варіанту на існуючому положенні.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							20
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

РОЗРАХУНКОВО-ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

Керівник _____

(підпис)

Осетрін М. М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Беспалов Д. О.

(прізвище та ініціали)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							21
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

2.1 Інженерні пропозиції проєктних рішень з перебудови транспортного вузла.

З метою підвищення безпеки та ефективності транспортного руху, а саме мінімізації ризиків аварій та гарантування безпеки всіх учасників на перетині проспекту Валерія Лобановського й вулиці Володимира Брожка запропоновано два варіанти проєктних рішень:

1. Модернізація існуючого перехрестя зі збереженням світлофорного регулювання. Комплексний підхід спрямований на підвищення пропускну здатності, покращення безпеки та оптимізацію руху без кардинальної зміни існуючої структури дорожньої мережі. У рамках цього рішення планується реалізація точкових удосконалень: будівництво додаткових смуг та смуг відгалудження для накопичення під час поворотів та їх розвантаження, впровадження адаптивної системи управління світлофорами, створення островців безпеки та прокладення велодоріжок .

2. Запровадження саморегульованого кільцевого перехрестя у поєднанні з наземними переходами. Цей варіант передбачає усунення основних конфліктних зон, зменшенню пішохідних потоків від транспортних, а також сприяє забезпеченню рівномірного, ефективного руху транспорту за ключовими напрямками.

2.1.1 Модернізація існуючого регульованого перехрестя.

Варіантом підвищення ефективності та безпеки транспортного вузла є модернізація існуючої схеми організації руху зі світлофорним регулюванням без зміни загальної конфігурації перехрестя. Запропоновані заходи включають: Виділення смуг для поворотних маневрів, що дозволяє зменшити конфліктність потоків та знизити час затримки транспортних засобів.

- Модернізацію пішохідних переходів, включно з облаштуванням островців безпеки та оптимізацією фаз світлофорів, для зменшення ризику конфліктів з пішоходами.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							22
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

- Інтеграцію велопереїздів і велодоріжок, що забезпечує безпечний рух користувачів мікромобільного транспорту.
- Впровадження адаптивного світлофорного регулювання, яке змінює тривалість фаз у режимі реального часу залежно від інтенсивності транспортних потоків.

Цей підхід дозволяє зберегти існуючу інфраструктурну конфігурацію вузла, одночасно підвищуючи пропускну спроможність та безпеку всіх учасників дорожнього руху.

SWOT аналіз існуючого регульованого перехрестя:

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
- Світлофорне регулювання забезпечує підвищену безпеку руху для всіх категорій учасників, зокрема пішоходів та велосипедистів. - Проєктування велопереїздів та велодоріжок сприяє безпечному пересуванню та інтеграції мікромобільного транспорту. - Реалізація модернізації не потребує значної додаткової території. - Вартість обслуговування залишається відносно низькою. - Встановлення виділених смуг для поворотних маневрів зменшує кількість конфліктних точок.	- Необхідність окремих світлофорів для велосипедистів, що ускладнює синхронізацію фаз. - Залежність від електроживлення: у разі відмови світлофорів безпека руху знижується.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							23
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

Можливості:	Загрози:
- Підвищення комфорту пересування для всіх учасників руху завдяки оптимізованим фазам світлофорів і виділеним смугам. - Використання даних про конфліктні точки для подальшого планування інженерних заходів та підвищення ефективності існуючої схеми.	- Можливе зростання транспортного навантаження на перетин у майбутньому, що потребує постійного моніторингу потоків. - Відсутність системного планування вело- та мікромобільної інфраструктури на суміжних вулицях може знизити ефективність модернізації.

2.1.2. Саморегульоване кільцеве перехрестя

Саморегульоване кільцеве перехрестя (СКП) – це елемент вулично-дорожньої мережі у вигляді кругової розв'язки, де рух автомобільного транспорту організовано за коловою траєкторією навколо центрального розподільного острівця, а розподіл пріоритетності та порядок пропуску потоків регламентується знаками пріоритету, що виключає потребу в застосуванні засобів автоматичного або ручного керування.

SWOT аналіз СКП:

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
- Зменшення конфліктних точок завдяки трансформації прямих перетинів у злиття/розгалуження. - Безперервний рух без затримок на світлофорах. - Оптимальна швидкість 30–50 км/год для безпеки та ефективності	- Висока вартість реалізації та будівельних робіт. - Необхідність великої площі, що може ускладнити реалізацію у міській забудові. - Складність в адаптації для громадського транспорту та великих вантажівок.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							24
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

Можливості:	Загрози:
- Можливість інтеграції адаптивного регулювання потоків та сенсорних систем для моніторингу. - Поліпшення безпеки руху у пікові години та зменшення заторів. - Підвищення ефективності транспортного вузла та зниження аварійності на перетині.	- Неправильна експлуатація або невідповідне обслуговування кільця може знизити ефект безпеки. - Висока вартість підтримки та можливі конфлікти з існуючою інфраструктурою. - Потенційні складнощі в адаптації водіїв до нової організації руху.

Під час оптимізації схеми організації дорожнього руху з метою мінімізації зон концентрації конфліктів та підвищення загального рівня безпеки руху. Для цього підхід №2 (див. Рисунок 1.6), що веде до малоповерхових житлових будинків, було вирішено зробити тупиковим. Існування цього другорядного заїзду призводило б до критичного ускладнення конфігурації перехрестя, провокуючи додаткові конфлікти між транзитними та поворотними потоками. Ліквідація цього примикання дозволяє стабілізувати транспортні потоки на головних напрямках. Рішення узгоджено з містобудівною ситуацією, оскільки дана забудова вже має щонайменше три незалежні та безпечні виїзди на проспект Валерія Лобановського, що виключає потребу в збереженні аварійно-небезпечного підходу безпосередньо на розв'язці.

Кожен із запропонованих варіантів реконструкції має свої переваги й недоліки з точки зору безпеки руху та потенційної пропускної здатності. На даний момент попередньо обрано варіант з влаштуванням СКП.

2.2.Розрахунок геометричних параметрів магістралей перетину.

Встановлення характеристик проїзної частини

Розрахунок геометричних параметрів магістралей виконано за методикою, наведеною у методичних вказівках «Міські дорожньо-транспортні споруди» [8]. У роботі використано нормативні положення ДБН В.2.3-5:2018 щодо категорії вулиць,

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							25
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

розрахункової швидкості, кількості смуг руху та параметрів поперечного профілю. Вихідні значення інтенсивності транспортних потоків та результати транспортного моделювання є основою для оптимізації схеми організації дорожнього руху та мінімізації зон концентрації конфліктних точок.

Пропусна здатність однієї смуги руху транспорту на магістралі

Для визначення пропускної здатності однієї смуги руху транспорту на магістралі використовуємо формулу (1):

$$N_{\text{см}} = \frac{3600V_{\text{розр на маг}}}{l_a + l_b + V_{\text{розр на маг}}t_p + (k_e - k_1)V_{\text{розр на маг}}^2 / [2g(\phi + f \pm i)]}, \quad (1)$$

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 для вулиць і доріг з регульованим рухом 60 км/год);

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

l_a – розрахункового довжина автомобіля (5 м);

l_b – 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.

$$N_{\text{см (3-5)}} = \frac{3600 * 16,7}{5 + 2 + 16,7 * 1 + (1,5 - 1) * 16,7^2 / [2 * 9,81(0,4 + 0,02 + 0,02)]} = 1509 \text{ (авт/год)}$$

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

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							26
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

Коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі.

Існуючий вузол працює зі світлофорним регулюванням, пропускну здатність смуги не може оцінюватися лише за умовами безперервного руху. Частина часу циклу витрачається на заборонні сигнали та перехідні інтервали, тому для кожного напрямку визначено коефіцієнт впливу світлофорного регулювання.

Для визначення коефіцієнта використовуємо формулу (2):

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

де L – відстань між сусідніми регульованими перетинами на магістралі, м (вихідні дані);

a – прискорення автомобіля при розгоні ($0,8 - 1,2 \text{ м/с}^2$);

b – сповільнення автомобіля при гальмуванні ($0,6 - 1,5 \text{ м/с}^2$);

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

Значення відстані до найближчого регульованого перетину на магістральній мережі визначається за рисунком 1.6. відповідно до існуючого перетину:

$$\delta_{(3-5)} = \frac{650}{650 + \frac{16,7^2}{2 * 1} + \frac{16,7^2}{2 * 1,05} + 16,7 * (45 + 2 * 5) / 2} = 0,47$$

$$\delta_{(1-4)} = \frac{1000}{1000 + \frac{16,7^2}{2 * 1} + \frac{16,7^2}{2 * 1,05} + 16,7 * (45 + 2 * 5) / 2} = 0,58$$

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

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							27
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

При обчисленні пропускної спроможності перетинів враховано режими функціонування світлофорів, які регулюють безперервний рух транспортних засобів за відповідними напрямками.:

$$N'_{\text{см}} = N_{\text{см}} \cdot \delta, \quad (3)$$

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

δ – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі.

$$N'_{\text{см} (3-5)} = 1509 \cdot 0,47 = 710 \text{ (авт/год)}$$

$$N'_{\text{см} (1-4)} = 1509 \cdot 0,58 = 875 \text{ (авт/год)}$$

Кількість смуг руху транспорту на магістралях

Для розрахунку використовуємо формулу (4) :

$$n = \frac{N_{\text{розр}}}{N'_{\text{см}}}, \quad (4)$$

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

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

Геометричні параметри проїзної частини, зокрема нормативна кількість смуг руху та пікова інтенсивність потоку в одному напрямку, обґрунтовані на основі розрахунків, наведених у таблиці 1.

$$N_{\text{розр} (3-5)} = 3660 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{\text{розр} (1-4)} = 1600 \text{ (авт/год)}$$

$$n_{(3-5)} = \frac{3660}{710} = 5,15 \text{ (смуг)}$$

$$n_{(1-4)} = \frac{1600}{875} = 1,83 \text{ (смуг)}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							28
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

Отримане число смуг руху порівнюємо з нормами ДБН [1], після чого для проектування приймаємо найбільше значення, узгоджене з вихідними параметрами існуючих вулиць.

Приймаємо:

$n_{(3-5)} = 3$ смуги руху в одному напрямку

$n_{(1-4)} = 2$ смуги руху в одному напрямку

Пропускна здатність магістралей

Для цього використовуємо формулу (5):

$$N_{\text{маг}} = N'_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (5)$$

де k_n – коефіцієнт ефективності використання смуг руху транспортом, який приймаємо для двох – 1,9, для трьох – 2,7.

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

$$N_{\text{маг}(3-5)} = 710 \cdot 2,7 = 1917 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{\text{маг}(1-4)} = 875 \cdot 1,9 = 1663 \text{ (авт/год)}$$

Умова забезпечення пропускної здатності магістрал

$$N_{\text{маг}} \geq N_{\text{розр}}, \quad (6)$$

$$N_{\text{маг}(3-5)}: 1917 < 3660$$

$$N_{\text{маг}(1-4)}: 1663 > 1600$$

Умова для $N_{\text{маг}(3-5)}$ не виконується, оскільки досягнуто гранично допустимої кількості смуг руху для цього типу перетину, подальше розширення проїзної частини є неможливим. Проте за розрахунки підтверджують умови для проектування магістралі $N_{\text{маг}(1-4)}$ з двох смуг руху є доцільним.

Ширина проїзної частини магістралей

Для цього використовуємо формулу (7):

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							29
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

$$B_{\text{маг}} = 2nb + r + 2\Delta, \quad (7)$$

де n – прийнята для проєктування кількість смуг руху транспорту;

b – ширина однієї смуги руху транспорту (прийм. відп. до п.7.27 ДБН [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.

$$B_{\text{маг (3-5)}} = 2 \cdot 3 \cdot 2 + 2 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,5 = 20 \text{ (м)}$$

$$B_{\text{маг (1-4)}} = 2 \cdot 2 \cdot 3 + 2 \cdot 0,5 = 13 \text{ (м)}$$

Ширина проїзної частини магістралей.

З урахування категорійності вулиць та очікуваної інтенсивності пішохідного руху визначаємо ширину тротуарів на магістралях біля підходів до перетину. Оскільки відсутність конкретних даних щодо перспективної розрахункової інтенсивності пішоходів на перетині вул. Володимира Брожка та проспекту Валерія Лобановського, приймаємо ширину тротуарів відповідно до їх існуючих параметрів. Для проспекту Валерія Лобановського та прилеглої вулиці Брожка ширина тротуарів узгоджується з наявними смугами руху пішоходів і приймається такою, що забезпечує комфортне пересування тому приймаємо ширину тротуару 5 м.

2.3. Проєктування велосипедної інфраструктури.

Згідно з ДБН В.2.3-5:2018 (табл. 5.5), між проїзною частиною та тротуаром необхідно передбачати розділювальну смугу, яка підвищує безпеку руху та комфорт пішоходів. У рамках цього проекту роль розділювальної смуги виконують зелені насадження, що відокремлюють проїзну частину від пішохідної зони, запобігаючи випадковому виходу автомобілів на тротуар і створюючи додаткову бар'єрну зону для безпеки.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							30
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

Таким чином, прийнята ширина тротуарів та використання розділювальної смуги забезпечують оптимальні умови для пересування пішоходів та зменшують потенційні конфлікти з транспортними потоками на перехресті.

Проектування велосипедної мережі та її елементів виконується відповідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018, зокрема таблиці 5.11. Для обох варіантів планується влаштування двосторонньої велосипедної доріжки шириною 2 м на обох боках магістралей, що підходять до вузла, а на прилеглій вулиці – двостороння велосипедна доріжка шириною 2 м для руху в кожному напрямку з одного боку вулиці.

Таке проєктне рішення дозволяє забезпечити безпечне пересування велосипедистів, інтегрувати їх у транспортний потік та зменшити кількість конфліктних точок із пішоходами та автомобільним транспортом.

2.4. Визначення та розрахункове моделювання параметрів планування кільцевого транспортного перетину.

Для визначення геометричних параметрів СКП розраховується довжина лінії переплетення. Цей елемент є ключовим у структурі кільця, оскільки забезпечує безпечне злиття та розподіл транспортних потоків, тому при збільшенні довжини лінії переплетення полегшує маневрування транспортних засобів, сприяє зменшенню конфліктів між потоками та дозволяє підтримувати оптимальну швидкість руху, що безпосередньо впливає на ефективність роботи СКП.

Довжину лінії переплетення та радіус внутрішнього кільця СКП визначаємо за таблицею 2.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							31
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

Таблиця 2

Розрахунок швидкості 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

Приймаємо: $L_n = 70$ (м); $R_0 = 50$ (м).

Приймаємо швидкість 60 км/год згідно ДБН [1] табл. 5.1 п. 5.1.1.



						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							32
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

Рис. 2.4.1. План розташування СКП у межі наявної території.

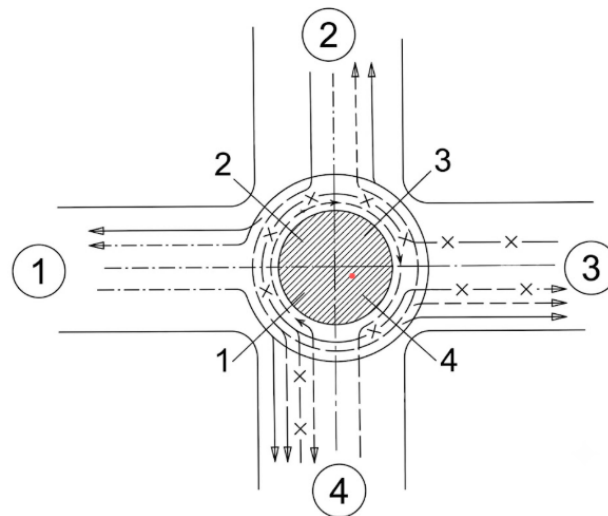


Рис. 2.4.2. Загальна розрахункова схема СКП.

Встановлення інтенсивності в перерізах кільця.

Таблиця 3

№	I переріз		II переріз		III переріз		IV переріз	
	Напрямок руху транс.	N_p авто/год	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	1-1	0
2	1-3	704	1-3	704	1-3	704	3-3	0
3	1-4	814	1-4	814	3-3	0	3-1	162
4	1-5	82	3-3	0	4-4	62	3-4	0
5	3-3	0	3-4	0	4-1	510	3-5	1542
6	3-4	0	4-4	62	4-3	184	4-4	62
7	3-5	1542	5-5	0	4-5	600	4-1	510
8	4-4	62	5-1	0	5-5	0	4-5	600
9	4-5	600	5-3	2160	5-1	0	5-5	0
10	5-5	0	5-4	600	5-3	2160	5-1	0
-	$\sum N_p$	3804	$\sum N_p$	4340	$\sum N_p$	4220	$\sum N_p$	2876

$$N_p^{max} = 4340$$

Приймаємо 4 смуги руху на кільці для забезпечення максимальної допустимої пропускної здатності.

Ширина проїзної частини на кільці дорівнює:

$$B_K = n \cdot v, \quad (8)$$

де n – кількість смуг руху на кільці;

v – ширина смуги руху на кільці;

Радіус зовнішнього кільця визначається за формулою (9):

$$B_K = 4 \cdot 4 = 16 \text{ (м)}$$

$$R_{\text{зовн}} = R_0 + B_K, \quad (9)$$

де R_0 – радіус внутрішнього кільця, м;

B_K – ширина проїзної частини кільця.

$$R_{\text{зовн}} = 50 + 16 = 66 \text{ (м)}$$

2.5. Проектні поперечні профілі магістралей.

У варіанті модернізації перехрестя передбачено виділені смуги для поворотних маневрів, що сприяє підвищенню безпеки руху та зменшенню конфліктів між потоками. При проектуванні поперечних профілів магістралей враховано потреби всіх категорій учасників дорожнього руху. Для велосипедистів передбачено окремі велодоріжки відповідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів», а тротуари спроектовані з дотриманням усіх нормативних стандартів.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							34
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

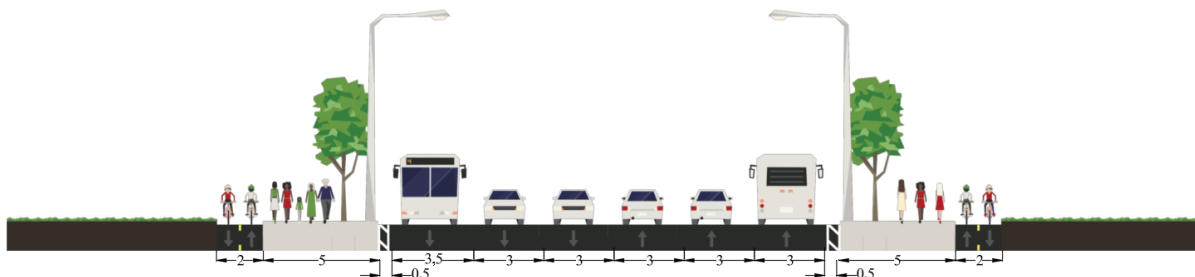


Рис. 2.5.1. Поперечний профіль на перетині проспекту Валерія Лобановського з №3 вхідного потоку

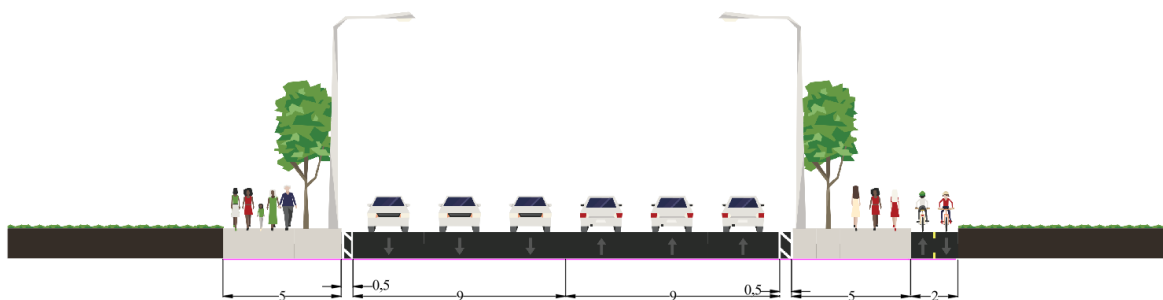


Рис. 2.5.2. Поперечний профіль на перетині вулиці Володимира Брожка з №1 та №4 вхідного потоку

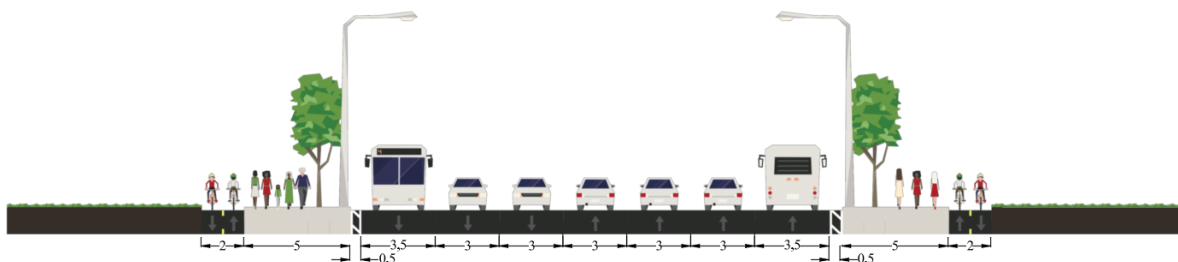


Рис. 2.5.3. Поперечний профіль на перетині проспекту Валерія Лобановського з №5 вхідного потоку

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							35
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

2.6. Вертикальне планування проєктного перетину.

Вертикальне планування транспортного вузла грає ключову роль у процесі проєктування, саме на цьому етапі визначається просторове розташування висотних позначок кожного елемента перехрестя. Головна мета полягає в забезпеченні зручного та безпечного з'єднання поздовжніх профілів усіх під'їздів, створенні умов для плавного руху транспорту та запобіганні різким змінам поверхні чи перевищенню допустимих ухилів.

При проєктуванні вертикального планування також враховується відведення поверхневих вод, відмітки формуються так, щоб забезпечити самоплинний стік до дощоприймальних колодязів, без утворення локальних заторів або перетину потоків води.

Важливим аспектом є забезпечення достатньої видимості в зоні перехрестя: вертикальні криві повинні дозволяти водіям бачити транспортні потоки на підходах, а також забезпечувати плавний перехід між усіма напрямками руху.

Всі елементи вертикального планування виконуються логічно узгодженими та конструктивно реалістичними, відповідають нормативам ДБН щодо допустимих ухилів, видимості та безпеки руху. Правильно сформовані профілі проїзної частини і тротуарів підвищують стабільність транспортних засобів, зменшують ризик заносів, поліпшують умови для пішоходів і велосипедистів та запобігають скупченню води на поверхні дороги, що безпосередньо знижує ймовірність ДТП.

2.7. Проєктування поздовжніх профілів перетину магістралей.

Поздовжнє планування є складним інженерним процесом, що визначає вертикальне розташування осі дороги у просторі та забезпечує безпечний, плавний і ефективний рух усіх учасників дорожнього руху. При розробці інженерних-проєктних рішень проводимо аналіз рельєфу місцевості, існуючих відміток, перетинів з інженерними мережами. На основі цих даних формується попередній профіль проєктної

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							36
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

осі, який узгоджується з поперечним профілем, організацією водовідведення та геометрією перехрестя.

Поздовжній профіль складається з прямих ділянок та вертикальних кривих, які підбираються так, щоб забезпечити комфортний та безпечний рух без різких змін напрямку, враховуючи плавність переходу ухилів. Важливо дотримуватися нормативних значень ухилів для різних типів вулиць, щоб гарантувати самоплинне водовідведення та стабільність транспортних засобів, не створюючи труднощів для легкового, громадського чи вантажного транспорту.

Оптимізація профілю включає уточнення відміток, перевірку дотримання нормативних ухилів та розрахунок обсягів земляних робіт, що дозволяє зменшити витрати на будівництво та підвищити безпеку руху. Коректно спроектований поздовжній профіль забезпечує передбачуваність руху, достатню видимість, плавність зміни швидкості, стабільність транспортного потоку та ефективне водовідведення, що є ключовими умовами для зниження ризику ДТП та підвищення безпеки всіх учасників руху, включно з пішоходами і велосипедистами. Різниця похилів де склала більше 15 проміле, було вписано криві відповідно до таблиці 5.7 з ДБН В.2.3-5:2018

Таблиця 5.7 з ДБН В.2.3-5:2018

Розрахункова швидкість руху, км/год	Найменша відстань видимості зустрічного автомобіля, м	Найменша відстань видимості у плані, м	Найменший радіус кривих у плані, м	Мінімальний радіус вертикальних кривих, м		
				при алгебраїчній різниці похилів поздовжнього профілю сполучних ділянок, ‰	опуклих	увігнутих
100	280	140	400	10 і більше	6000	1500
80	100	100	250	10 і більше	4000	1000
70	150	75	200	10 і більше	3000	800
60	120	60	125	15 і більше	2500	600
50	110	55	100	15 і більше	1500	400
40	100	50	60	15 і більше	1000	300
30	90	45	30	15 і більше	600	200

Примітка 1. В умовах горбистої та гірської місцевості на ділянках довжиною від 500 м допускається збільшення граничних поздовжніх похилів, але не більше ніж на 10 ‰ для вулиць і на 20 ‰ – для доріг і проїздів.

Примітка 2. Найменша відстань видимості у плані (для зупинки автомобіля) – відстань, що забезпечує видимість будь-яких предметів заввишки 0,2 м і більше з місця водія, який знаходиться у середині смуги руху.

Примітка 3. Відстань видимості зустрічного автомобіля – відстань, що забезпечує видимість будь-яких предметів заввишки 1,2 м від поверхні вулиці (дороги) з місця водія за умови розташування точки зору (ока водія) на висоті 1,2 м від поверхні проїзної частини.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							37
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

Обсяги земляних робіт.

Будівництво перетину потребує виконання земляних робіт, зокрема зрізання ґрунту, влаштування насипів і планування території. Їх обсяг визначається залежно від проєктної схеми перехрестя, необхідних профілів проїзної частини, тротуарів та умов водовідведення.

Для варіанту з влаштуванням СКП, передбачених для перетину Брожка та Лобановського, розрахунок обсягів земляних робіт виконано із використанням програмного забезпечення CIVIL 3D, що дозволяє точно моделювати повний обсяг земляних робіт, а також визначити оптимальний баланс земляних мас. Для варіанту з модернізацією існуючого перетину, не виконувалося, так як геометричні зміни перетину суттєво не було змінено.

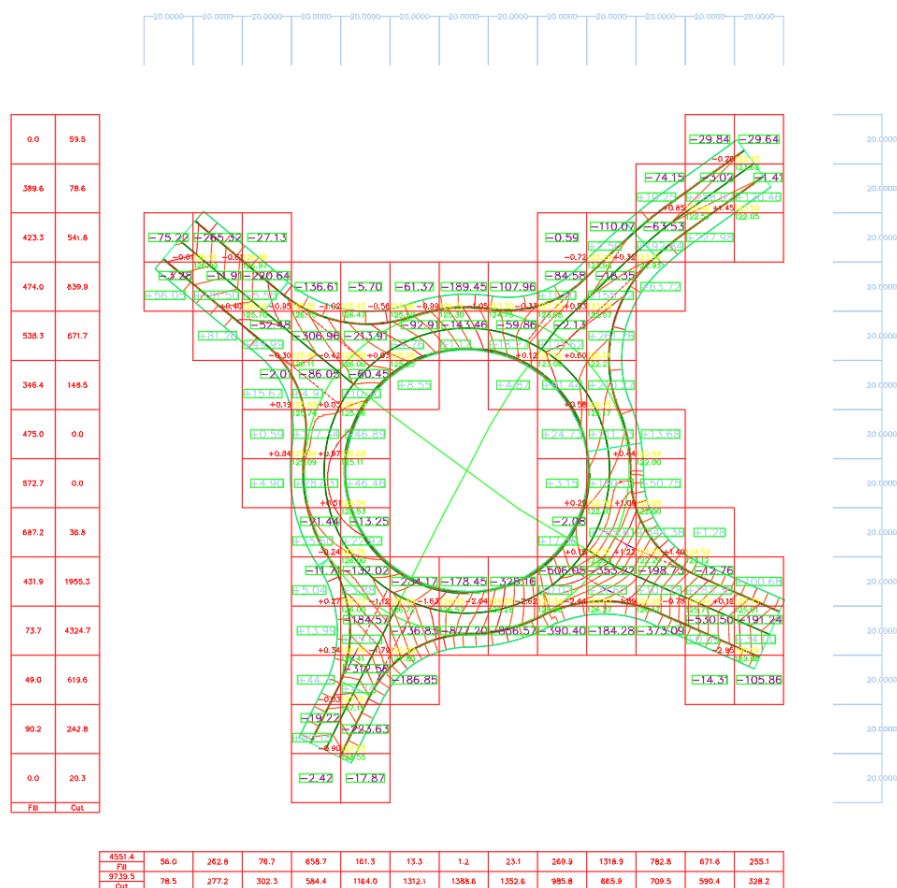


Рис. 2.7. План земляних робіт для СКП

2.8. Вибір планувального рішення з урахуванням критерію безпеки дорожнього руху.

Вибір планувального рішення для перетину виконується з урахуванням інженерних вимог, пропускної здатності та безпеки руху. Для перевірки ефективності запропонованих варіантів використовуємо транспортне моделювання у програмі PTV Vissim. Це дає змогу оцінити умови руху, затримки, конфліктні точки та обрати найбільш безпечне й ефективне рішення. Цей метод забезпечує можливість оцінки пропускної спроможності, конфліктних точок та умов руху для всіх категорій учасників дорожнього руху, що дозволяє обґрунтовано обрати найбезпечніший та найкомфортніший варіант планування перетину. Моделювання проводилось відповідно до розрахованих параметрів та даних про добову інтенсивність руху на цьому транспортному вузлі, які взяті з навчальної версії транспортної моделі міста Києва та його приміських зон для подальшого аналізу аварійності.



Рис. 2.8.1. Картограма середньої швидкості варіанту №1

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							39
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

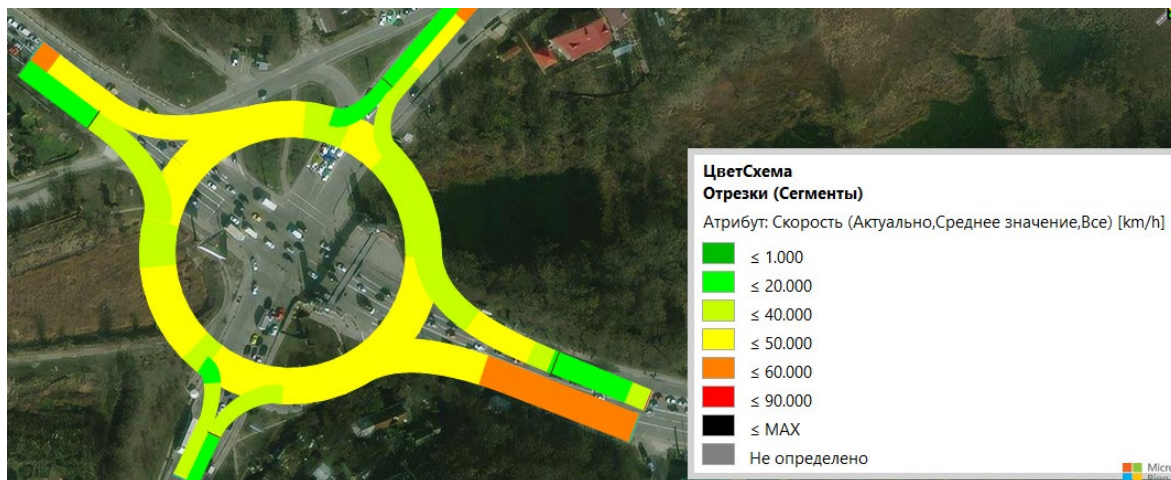


Рис. 2.8.2. Картограма середньої швидкості варіанту №2

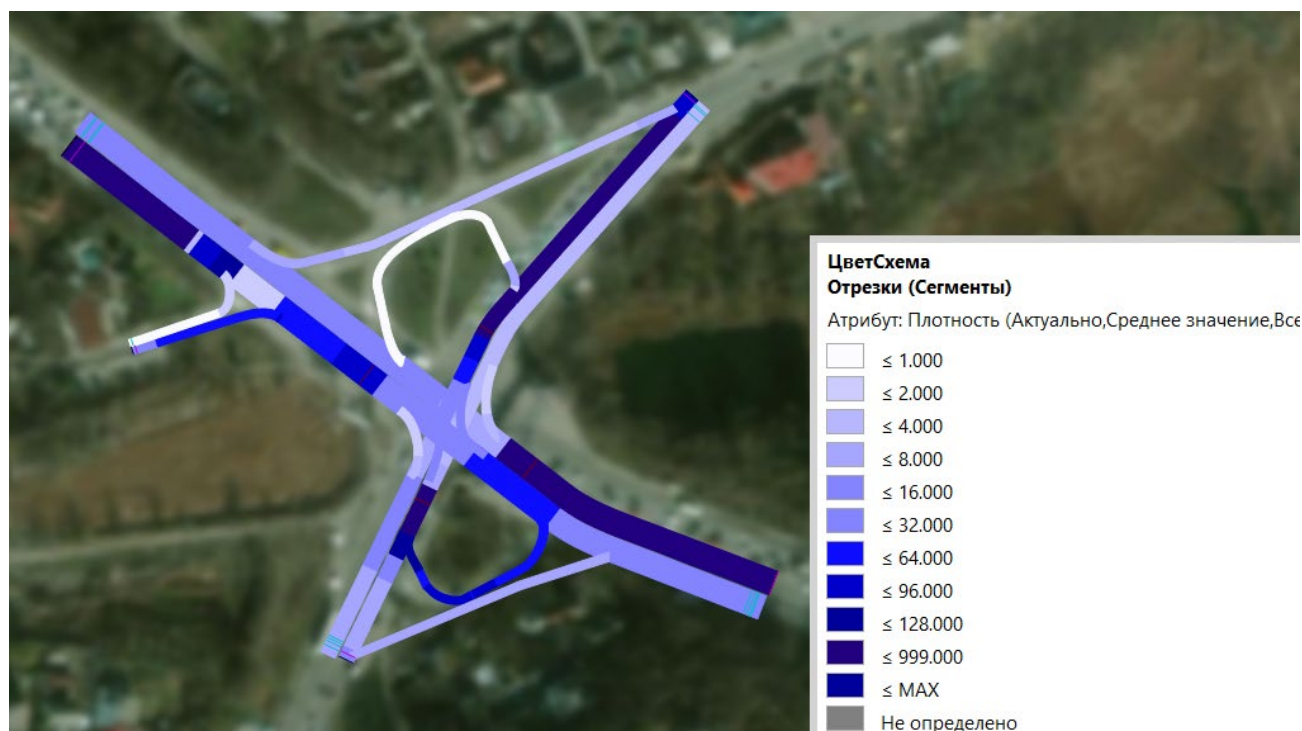


Рис. 2.8.3. Картограма середньої щільності варіанту №1

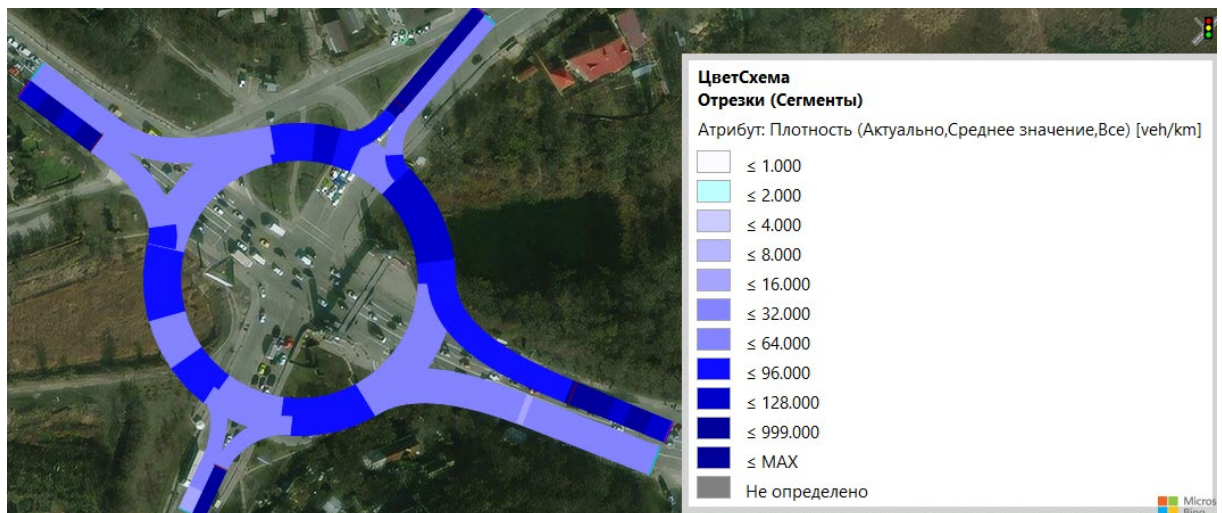


Рис. 2.8.4. Картограма середньої щільності варіанту №2

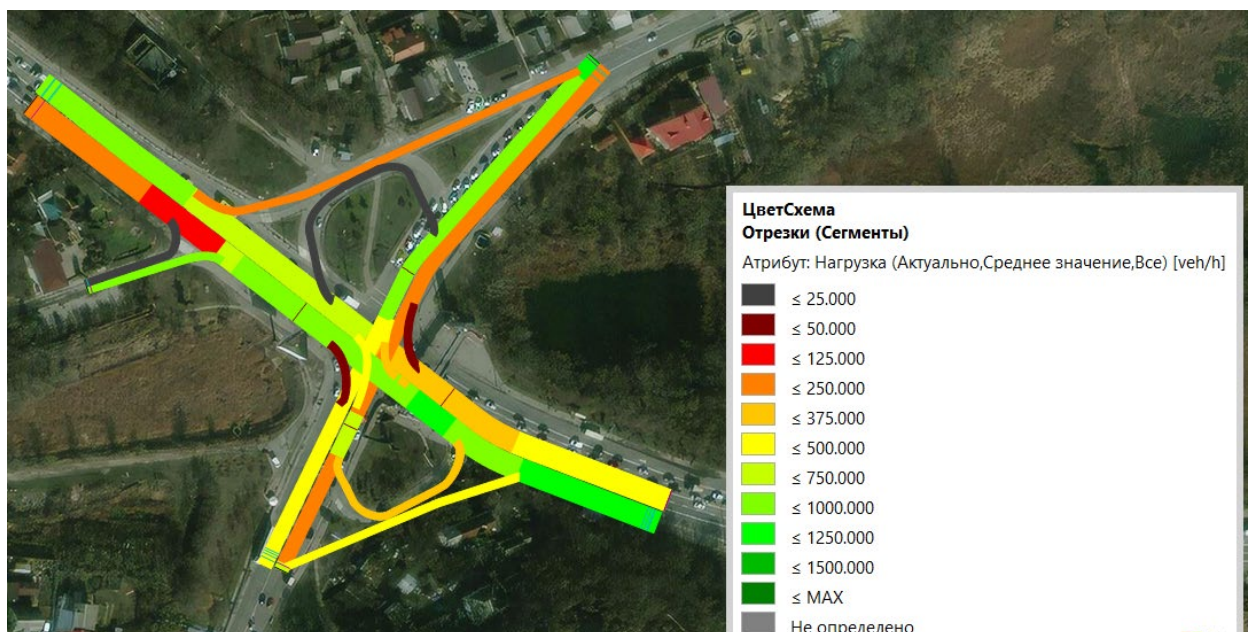


Рис. 2.8.5. Картограма середнього навантаження варіанту №1

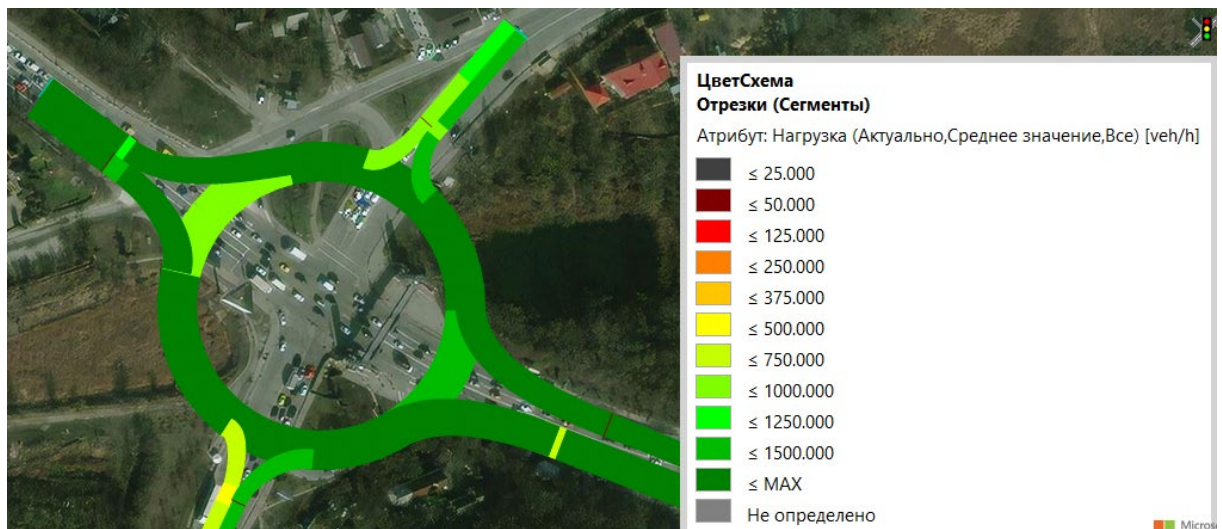


Рис. 2.8.6. Картограма середнього навантаження варіанту №2



Рис. 2.8.7. Картограма середнього часу затримки варіанту №1

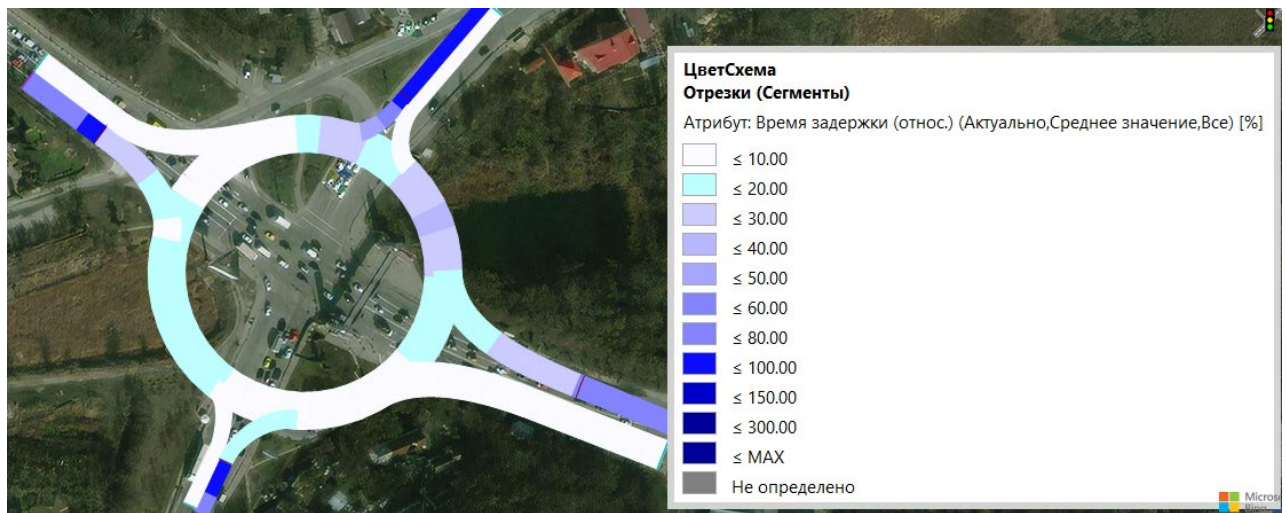


Рис. 2.8.8. Картограма середнього часу затримки варіанту №2

Таблиця 4. Результати транспортного моделювання.

Критерії	Значення		
	Існуюча	Варіант №1	Варіант №2
Зупинка, середнє значення, с	2,22	1,25	0,18
Швидкість, середнє значення, км/год	4,3	8,4	32,35
Середній час затримки стоянки, с	162,9	86,8	11,01
Зупинки, всього, одиниці	1006	666	230
Час у дорозі всього,с	82427,3	58116,8	46844,9

Порівняльний аналіз конфліктних точок транспортного вузла за допомогою моделі SSAM.

Оцінка безпеки руху на транспортних вузлах традиційно базується на аналізі зареєстрованих дорожньо-транспортних пригод. Проте такий підхід має обмеження: він повільно виявляє проблемні зони та не дозволяє прогнозувати безпеку на вузлах, які ще тільки проектуються.

Завдяки моделі Surrogate Safety Assessment Model (SSAM) яка представляє альтернативний метод оцінки безпеки, що ґрунтується на аналізі конфліктів, частоти та характеру потенційних зіткнень транспортних засобів як приближеним показникам фактичних ДТП. Модель автоматично виявляє небезпечні ситуації на основі траєкторій руху транспортних засобів, які отримуються із результатів транспортного моделювання в програмному забезпеченні PTV Vissim. [15]

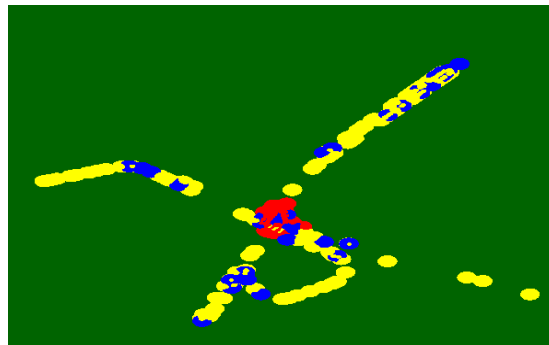
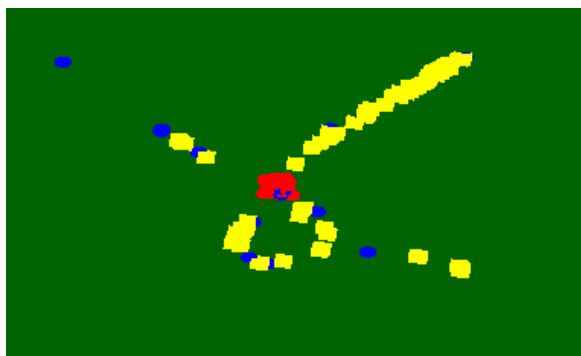
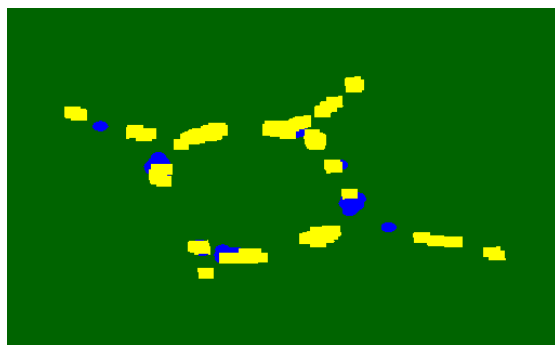


Рис. 2.8.9. Схема конфліктних точок розрахунків моделі SSAM існуючого перетину.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							44
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		



1Варіант №1



Варіант №2

Рис. 2.8.10. Схема конфліктних точок розрахунків моделі SSAM

Таблиця 5. Результати SSAM-аналізу.

Критерії	Значення		
	Існуюча	Варіант №1	Варіант №2
Кількість конфліктних точок,од	460	314	217

2.9. Техніко-економічні показники проєкту.

Визначення кошторисної вартості будівництва запроєктованого вузла виконано на основі розрахованих обсягів основних будівельних робіт, показники яких наведено в табл. 6.

Таблиця 6

№ з/п	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт		Загальна вартість, грн.	
				Варіант №2	Варіант №1	Варіант №2	Варіант №1
1.	Земляні роботи	м³	300	14250,9	500		
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м²	4500	13118	-	59031000	-
3.	Влаштування дорожнього одягу тротуарів та велосдоріжок	м²	1500	6590	5776	9885000	8664000
4.	Модернізація та ремонт дорожнього одягу магістралей	м²	1500	-	13477	-	19315500
5.	Влаштування водовідведення						
5.1	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.	10000	240	150	2400000	1500000
5.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	15000	16	20	240000	300000
6	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	1061	772,6	530500	386300
7.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	15000	24	390000	360000	24
Проміжна сума						76751770	2546300
8.	Перекладка підземних інженерних комунікацій	%	15%	$\Sigma_{(1-7)} * 0,15$		11512765,5	381945
Остаточна сума						88264535,5	2928245

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							46
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

Річні дорожні витрати:

Сукупні річні витрати на утримання транспортного вузла до його модернізації D об'єднують у собі виділення на планову реконструкцію, проведення капітальних і поточних ремонтних робіт на проїзній частині, а також операційні витрати на забезпечення життєдіяльності дорожньої інфраструктури.

Розрахунок цих витрат здійснюється за формулою (10):

$$D = 0,01 \cdot C_{\text{од}} \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a, \quad (10)$$

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

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

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

F – площа дорожнього покриття;

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

$$D = 0,01 \cdot 13054 \cdot 4500 \cdot (0,05 + 0,01) + 13054 \cdot 100 = 1340645,8 \text{ грн}$$

Розрахунок для варіанту влаштування кільцевого перетину:

$$D' = 0,01 \cdot 13118 \cdot 4500 \cdot (0,05 + 0,01) + 13118 \cdot 100 = 1347218,6 \text{ грн}$$

Розрахунок для варіанту модернізації існуючого перетину:

$$D' = 0,01 \cdot 13477 \cdot 4500 \cdot (0,05 + 0,01) + 13477 \cdot 100 = 1384087,9$$

$$\Delta D = D' - D, \quad (11)$$

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

Для кільцевого перетину:

$$\Delta D = 1347218,6 - 1340645,8 = 6572,8 \text{ грн}$$

Для модернізації існуючого перетину:

$$\Delta D = 1384087,9 - 1340645,8 = 43442,1 \text{ грн}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							47
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

До реконструкції:

Витрати на перетин регульованого перехрестя включають час, витрачений на проїзд у вільному режимі, а також втрати, зумовлені затримками транспорту біля світлофора. Для кожної магістралі ці витрати розраховуються за допомогою наступної формули:

$$\Sigma K = (\Sigma T_{\text{год}} + \Sigma T_{\text{дод}}) \times S, \quad (11)$$

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

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

S – прийнята вартість 1 години часу, 290 грн (офіційна середня зарплата по місту Київ).

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

$$T_{\text{год}} = N \cdot \frac{t_{\text{к}} + 2t_{\text{ж}}}{2 \cdot 3600 \cdot T_{\text{ц}}} ((t_{\text{к}} + t_{\text{ж}}) + 0,56V) \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (12)$$

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

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

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

$t_{\text{ж}}$ – згідно вихідних тривалість жовтого сигналу, с (вихідні дані);

$T_{\text{ц}}$ – згідно вихідних тривалість світлофорного циклу, с (вихідні дані);

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

β – згідно вихідних коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							48
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

$$T_{\text{год1}} = 1600 \cdot \frac{45 + 2 \cdot 5}{2 \cdot 3600 \cdot 100} ((45 + 5) + 0,56 \cdot 13,89) \cdot \frac{365}{0,085} = 30324 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{год2}} = 1241 \cdot \frac{45 + 2 \cdot 5}{2 \cdot 3600 \cdot 100} ((45 + 5) + 0,56 \cdot 13,89) \cdot \frac{365}{0,085} = 23520 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{год3}} = 2016 \cdot \frac{45 + 2 \cdot 5}{2 \cdot 3600 \cdot 100} ((45 + 5) + 0,56 \cdot 13,89) \cdot \frac{365}{0,085} = 38209 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{год4}} = 1356 \cdot \frac{45 + 2 \cdot 5}{2 \cdot 3600 \cdot 100} ((45 + 5) + 0,56 \cdot 13,89) \cdot \frac{365}{0,085} = 25700 \text{ авт/рік}$$

$$T_{\text{год5}} = 2760 \cdot \frac{45 + 2 \cdot 5}{2 \cdot 3600 \cdot 100} ((45 + 5) + 0,56 \cdot 13,89) \cdot \frac{365}{0,085} = 52309 \text{ авт/рік}$$

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

$$\sum T_{\text{год}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n, \quad (13)$$

$$\sum T_{\text{год}} = 170062 \text{ авт/рік}$$

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

$$T_{\text{дод}} = N_i \cdot \frac{S}{V} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (14)$$

де N_i – згідно вихідних 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.

$$T_{\text{дод1}}^{\text{вх}} = 759 \cdot \frac{95,9}{16,67} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{0,085} = 5208 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод1}}^{\text{вих}} = 1600 \cdot \frac{95,9}{16,67} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{0,085} = 10979 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							49
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

$$T_{\text{дод}_3}^{\text{вх}} = 3660 * \frac{115,24}{16,67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 30181 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_3}^{\text{вих}} = 2016 * \frac{115,24}{16,67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 16624 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_5}^{\text{вх}} = 2766 * \frac{113,7}{16,67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 22503 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_5}^{\text{вих}} = 2760 * \frac{113,7}{16,67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 22455 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_4}^{\text{вх}} = 1476 * \frac{142,21}{16,67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 15019 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{дод}_4}^{\text{вих}} = 1356 * \frac{142,21}{16,67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 13798 \frac{\text{авт}}{\text{рік}}$$

Розрахунки $T_{\text{дод}}$ виконуються для кожного з входів та виходів на перетин окремо.

Скільки вузол має входів та виходів, стільки ж буде розрахунків $T_{\text{дод}}$:

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

$$\sum T_{\text{дод}} = 136767 \text{ авт/рік}$$

Визначення сукупних витрат на проїзд регульованого перехрестя виконується за формулою (15):

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

$$\sum K = (170062 + 136767) * 290 = 88\,980\,410 \text{ грн}$$

Після реконструкції:

Враховуючи значення, отримані з вихідних даних, такі як інтенсивність руху транспорту на існуючій схемі перетину, з метою забезпечення методичної послідовності та точності аналізу, оцінку ефективності ОДР розраховуємо з локального аналізу

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							50
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

затримок. Спочатку визначаємо непродуктивні витрати для кожного підходу до вузла, викликані простоем транспорту, під час дії заборонних сигналів світлофорів. Надалі ці значення враховуємо в загальний розрахунок річних транспортних витрат. Показники для світлофорного об'єкта та кільця внесені до розрахункових таблиць. 7, 8 та 9.

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

Таблиця 7

Напря́м в'ї́зду до перетину (<i>i</i>)	Напря́м виї́зду з перетину магістралей (<i>j</i>)			
	1	3	4	5
1	-	704	814	82
3	162	-	-	1542
4	510	184	62	600
5	-	2160	600	-

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

Таблиця 8

Напря́м в'ї́зду до перетину (<i>i</i>)	Напря́м виї́зду з перетину магістралей (<i>j</i>)			
	1	3	4	5
1	28,49	23,94	20,52	12,06
3	14,40	30,65	27,53	20,34
4	20,58	15,90	32,93	26,99
5	25,24	19,80	15,72	29,99

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							51
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

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

Таблиця 9

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)				Всього за напрямами в'їзду
	1	3	4	5	
1	0	16850,4	16699,9	988,7	34539,05
3	2332,3	0	0	31358,01	33690,34
4	10493,7	2925,0	2041,9	16196,76	31657,35
5	0	42759,4	9430,1	0	52189,56
Всього за напрямками виїзду	12826,03	62534,85	28171,93	48543,49	152076,30

Значення таблиці 9 визначаємо як результат множення відповідних клітинок із таблиць 7 і 8. Отриману суму елементів підсумкового рядка (відображена в крайній нижній правій позиції) визначає загальні річні втрати часу автомобілів на перехресті. Контроль коректності розрахунків здійснюється шляхом додавання показників останнього правого стовпця.

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

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

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							52
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

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, 290 грн (офіційна середня зарплата по місту Київ).

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

$$\Sigma K' = \frac{152076,3}{3600} * \frac{365}{0,085} * 290 = 52\,605\,478 \text{ грн}$$

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

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

$$\Delta K = 88\,980\,410 - 52\,605\,478 = 36\,374\,932 \text{ грн}$$

Термін окупності капіталовкладень

Обчислення періоду окупності капітальних інвестицій T_0 для будівництва транспортної розв'язки виконується за залежністю (18). Методика цього розрахунку передбачає попередній аналіз та вибір найбільш раціонального планувального рішення в одному рівні. Для обраного еталонного варіанта визначаються виключно сукупні непродуктивні втрати, викликані затримками транспортних засобів під час відпрацювання кореспонденцій у межах вузла, тоді як інші види витрат до уваги не беруться.

При реконструкції перетину магістралей в різних рівнях термін окупності (T_0) капіталовкладень визначаємо за формулою:

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

$$T_0 = \frac{88264536}{(88\,980\,410 + 1340645,8) - (52\,605\,478 + 1347218,6)} = 2,43 \text{ років}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							53
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

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.

Для варіанту з модернізацією існуючого перетину, транспортні витрати не зміняться, адже при реконструкції геометричні характеристики перетину не зазнали суттєвих змін.

Формули (1)–(18) було використано за методикою [8].

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							54
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

Керівник _____

(підпис)

(підпис)

Осетрін М. М.

(прізвище та ініціали)

Беспалов Д. О.

(прізвище та ініціали)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							55
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис			

3.1. Конструкція дорожнього одягу.

У проєкті з розробки заходів реконструкції та капітального оновлення, заплановано повну заміну дорожнього одягу. Під час розробки нового покриття враховуються такі ключові фактори, як інтенсивність транспортного потоку, його складування, частка вантажного транспорту, геологічні особливості місцевості та функціональне призначення дороги. Конструкція дорожнього одягу створюється у багат шаровій конфігурації, до якої входять: верхній шар з асфальтобетону, вирівнюючий шар, основа зі щебеню або зміцненої суміші, а за необхідності – дренажний шар. Для зон зупинок громадського транспорту та ділянок із високим навантаженням, таких як місця поворотів, застосовується спеціально посилене покриття. Усі технічні рішення реалізуються відповідно до норм ДБН та ДСТУ, щоб забезпечити максимальну довговічність конструкції та безпеку руху для всіх учасників дорожнього процесу.

У запропонованому варіанті модернізації існуючого дорожнього перетину передбачено проведення ремонту та вдосконалення дорожнього покриття, оскільки геометричні параметри проїзної частини залишаються переважно незмінними. У процесі модернізації здійснюється детальна оцінка технічного стану покриття, а в місцях пошкоджень проводяться роботи з фрезерування або демонтажу старих шарів із подальшим укладанням нових. У разі необхідності виконується зміцнення основи або додавання армуючих шарів для підвищення надійності. Особливий акцент робиться на облаштуванні ділянок зупинок, велодоріжок, пішохідних зон і зон із посиленим динамічним навантаженням. Конструкція ремонту адаптується до умов реального транспортного потоку, що забезпечує безпечну експлуатацію та тривалий термін служби покриття.

У зв'язку з цим було затверджено типову конструкцію дорожнього покриття (див. рис. 3.1), яка визначається згідно з пунктом 8 ДБН [1].

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							56
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

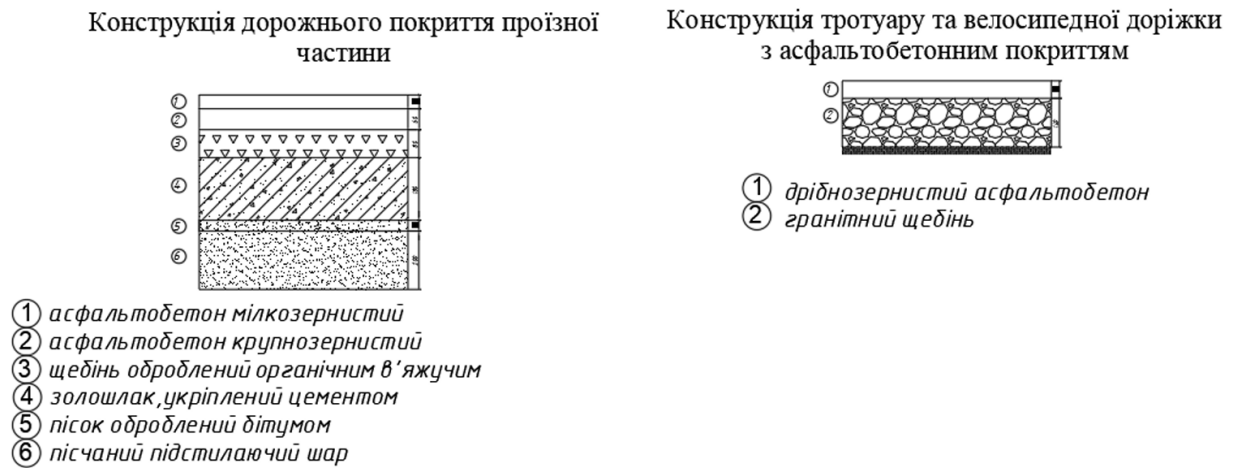


Рис. 3.1. Розріз конструкції дорожнього одягу

3.2. Зупинки громадського транспорту.

Розташування та оснащення зупинок маршрутного транспорту на вулицях і дорогах виконується відповідно до вимог ДБН 360, ДБН В.2.3-18, ДБН В.2.5-56, ДБН В.2.3-4. Під'їзди до зупинок повинні мати перильні огорожі згідно з ДСТУ Б В.2.3-11. Зупинки, де маршрутний транспорт рухається разом із іншими транспортними засобами, як правило, розміщуються поза перехрестями, на відстані, що забезпечує безпечний доступ: не менше ніж 5 м від пішохідного переходу та не менше ніж 20 м від перехрестя до посадочного майданчика.[1]

3.3. Проектування системи зовнішнього освітлення.

Проектування системи освітлення для обох варіантів реконструкції перехрестя спрямоване на забезпечення високого рівня безпеки та комфортності руху для всіх учасників – водіїв, пішоходів і велосипедистів. Основними завданнями є покращення видимості в темний час доби, полегшення орієнтації в умовах обмеженої видимості та створення умов для безпечного пересування в зонах активного користування.

Система розроблена відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 та ДСТУ EN 13201, з урахуванням функціонального значення магістралей, інтенсивності транспортного та пішохідного руху. Опори освітлення розташовуються вздовж периметра перехрестя та

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							57
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

маршрутів із рекомендованим кроком, забезпечуючи рівномірне висвітлення. На магістралях з високою інтенсивністю руху встановлення проводиться з обох боків проїзної частини, на другорядних – з одного боку.[5,6]

Для освітлення використовуються LED-світильники з направленим світловим потоком, що дозволяє ефективно висвітлювати проїзну частину без засліплення учасників руху. Особлива увага приділяється ділянкам із високою пішохідною активністю, включно з пішохідними переходами, зупинками громадського транспорту та островцями безпеки, де передбачено додаткові локальні джерела світла.

Підключення освітлювальної мережі здійснюється через існуючу трансформаторну підстанцію з урахуванням резервного живлення. Передбачено інтеграцію автоматизованої системи керування, що дозволяє моніторинг та дистанційне управління роботою світильників.

Реалізація цього проєктного рішення забезпечить нормативний рівень освітленості для магістралей і пішохідних зон, покращить видимість дорожньої розмітки, пішоходів і велосипедистів, що сприятиме зниженню кількості ДТП у темний час доби та створить безпечне і комфортне середовище на перетині.

3.4. Влаштування водовідведення

Організація системи водовідведення у проєкті передбачено комплексне рішення, що поєднує відкриті поверхневі лотки та закриті колектори, з урахуванням місцевих природних умов, архітектурно-планувальної структури перетину та санітарно-гігієнічних норм.

Головними елементами водовідведення є поздовжні та поперечні ухили дорожнього покриття, які спрямовують дощові та талі води до лотків і дощоприймальних решіток. На підходах до перетину ухили організовані так, щоб вода відводилася у крайні зони проїзної частини та до водовідвідних жолобів. Вода з

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							58
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

тротуарів і велосипедних доріжок також направляється до дощоприймальних решіток по краю проїзної частини.

Дощоприймальні колодязі розташовуються через рівні проміжки уздовж магістралей з обох сторін дороги, з урахуванням поздовжнього ухилу ділянки та місцевих підвищень, що дозволяє забезпечити ефективний стік води. Для доступу до мережі та технічного обслуговування передбачено встановлення оглядових колодязів.

Всі елементи водовідведення проектується нижче рівня дорожнього покриття, забезпечуючи ефективний збір води без створення небезпечних перепадів для пішоходів і велосипедистів. Конструкції виконуються з довговічних, морозостійких матеріалів, здатних витримувати транспортні навантаження та захищені від засмічення..

У результаті впровадження цієї комплексної системи забезпечується стабільна експлуатація перетину, зменшується знос дорожнього покриття, обмежується утворення слизьких зон, що значно підвищує безпеку руху та довговічність транспортної інфраструктури.

3.5. Влаштування піднятих наземних пішохідних переходів.

Наземні пішохідні переходи є безпечнішими ніж надземні або підземні, оскільки пішоходи і водії взаємодіють на одній площині. Це підвищує увагу учасників руху та аналіз їх поведінки, знижуючи ймовірність конфліктів.

Дослідження Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) свідчать, що правильно обладнані наземні переходи з регульованим світлофорним управлінням, островцями безпеки та підвищеною платформою здатні значно зменшити частоту тяжких ДТП за участю пішоходів завдяки уповільненню швидкості та кращій видимості. Практика європейських міст підтверджує, що інтеграція таких переходів у загальний простір вулиці, застосування контрастної розмітки та островців безпеки підвищуючи рівень безпеки порівняно з надземними або підземними переходами[16].

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							59
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

Таким чином, наземні пішохідні переходи, спроектовані з дотриманням нормативів, світлофорного регулювання та правильного розташування, забезпечують максимальний рівень захисту пішоходів і зменшують ризики ДТП на перетинах магістралей.

Піднятий пішохідний перехід проєктуємо у вигляді платформи, що виступає над рівнем проїзної частини, зі сформованими плавними підйомами достатнього радіусом не менше 1,5 м для забезпечення комфортного та безпечного руху транспортних засобів. Для покриття застосовуються асфальтобетон або фігурні елементи мощення, доповнені контрастною розміткою для підвищення візуальної помітності переходу.

Проєкт передбачає організацію ефективного відведення дощової води вздовж бордюрів, а також облаштування знижених ділянок для забезпечення безперешкодного доступу людей з обмеженими фізичними можливостями. Розташування переходу перед в'їздом на кільцевий рух забезпечує примусове зниження швидкості транспортних потоків, підвищуючи безпеку пішоходів та інтегруючи перехід у загальну систему організації руху.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							60
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розглянуто комплексне питання підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Володимира Брожка та проспекту Валерія Лобановського в місті Києві, виявлено основні проблеми організації дорожнього руху та визначено напрями його вдосконалення. Аналіз включав збір вихідних даних транспортних потоків з навчальної версії транспортної моделі міста Києва та його приміських зон, оцінку потенційної конфліктності та ризиків на основі моделювання конфліктних ситуацій за допомогою програмного забезпечення PTV Vissim та SSAM, що дозволило прогнозувати ефективність різних планувальних рішень до їх реалізації.

За результатами моделювання отримано такі результати:

- Визначено, що при реалізації першого проєктного рішення була знижена кількість конфліктних точок до 314, у другому варіанті цей показник становить 217. У порівнянні з існуючим перетином який становить 460 конфліктних точок, запропоновані варіанти зменшили їх на 31,74% та 52,83% відповідно.
- Спільний для усього транспорту час у дорозі, було визначено як 58117 секунд для першого варіанту та 46845 секунд для другого варіанту проєктування, що відповідає зменшенню часу на 29,49% та 43,17% відносно існуючого вузла, значення якого становить 82427 секунди.
- Середнє значення швидкості транспортного потоку було збільшено майже вдвічі на 95,35%, що становить 8,4 км/год для першого проєкту, а у другому варіанті швидкість становить 32,35 км/год, що у 7,52 раза перевищує показник існуючого стану. Середня швидкість на існуючому перетині було визначено як 4,3 км/год.
- Загальна кількість зупинок на існуючому вузлі становило 1006, завдяки моделюванню результати показали, що на першому проєктному рішенні кількість знизилась на 33,80% (до 666 одиниць). А на другому варіанті загальна кількість зупинок знизилась на 77,14% (до 230 одиниць).

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							61
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

- Середній час затримки стоянки зменшився для першого варіанту на 46,72% (з 162,9 с до 86,8 с), для другого варіанту показник середнього часу затримки стоянки зменшився на 93,24% (з 162,9 с до 11,01 с);
- У першому варіанті порівняно з існуючим перетином, середня тривалість однієї зупинки скоротилася на 43,69% (з 2,22 с до 1,25 с). У другому варіанті показник зменшився до 0,18 секунд, що становить 91,89%.

Аналітична частина роботи включала дослідження предмету безпеки дорожнього руху як ключового елемента сучасного проєктування вулично-дорожньої мережі, аналіз схеми організації руху, просторових характеристик перехрестя, транспортної інтенсивності та геометрії існуючих елементів вузла. Було встановлено, що сучасний стан перетину рекомендовано до реконструкції для підвищення безпеки дорожнього руху, та оптимізації транспортних потоків.

У розрахунково-проєктному розділі розроблено технічні рішення щодо геометрії магістралей, поперечних і поздовжніх профілів, вертикального планування, тротуарів, велодоріжок. Всі запропоновані заходи відповідають нормативам ДБН та ДСТУ, враховують безбар'єрність, комфорт пішоходів і велосипедистів.

Техніко-економічний аналіз показав доцільність реалізації запропонованих проєктних рішень, а розрахунок річних транспортних витрат та терміну окупності капіталовкладень підтвердив економічну обґрунтованість реконструкції варіанту з облаштуванням кільцевої розв'язки.

У конструктивному розділі описано технічну реалізацію обраного рішення. Було покращено систему зовнішнього освітлення із застосуванням енергоефективних LED-світильників, оптимізовано поверхневе водовідведення з правильним розташуванням дощоприймальних колодязів, обґрунтовано конструкцію дорожнього одягу для зон різного навантаження, зокрема для зупинок і зон гальмування. Завдяки впровадженню острівців безпеки та велодоріжок забезпечується додатковий захист для вразливих учасників руху.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							62
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

Отже, виконана робота дозволяє зробити висновок, що реалізація обраного другого проєктного рішення на перетині вул. Володимира Брожка та проспекту Валерія Лобановського є найбільш ефективним. Отримані результати свідчать про суттєве підвищення рівня безпеки дорожнього руху на досліджуваному перетині. Зменшення кількості конфліктних точок означає зниження ймовірності небезпечної взаємодії між транспортними потоками, особливо в місцях перетину, злиття та розгалуження напрямків руху. Це безпосередньо впливає на мінімізацію аварійно-небезпечних ділянок та створює більш передбачувані умови руху для водіїв.

Скорочення загального часу перебування транспорту в межах вузла, та зменшення кількості зупинок і тривалості затримок також позитивно впливають на безпеку. За таких умов зменшується кількість різких гальмувань, перестроювань, вимушених зупинок і прискорень, які часто є причиною конфліктних ситуацій. Більш рівномірний рух транспортного потоку знижує напруженість на перетині та покращує сприйняття дорожньої ситуації водіями.

Підвищення середньої швидкості руху в проєктних варіантах не свідчить про погіршення безпеки, оскільки воно досягається не за рахунок збільшення дозволеної швидкості, а завдяки зменшенню затримок, кращій організації потоків і усуненню зайвих конфліктів. Особливо ефективним виявився обраний варіант проєктування, який забезпечує найменшу кількість конфліктних точок, найнижчі затримки та найбільш стабільний режим руху.

Таким чином, результати моделювання свідчать, що запропоновані проєктні рішення сприяють підвищенню безпеки дорожнього руху на перетині вул. Володимира Брожка та проспекту Валерія Лобановського. Найбільший ефект за критеріями безпеки та організації руху демонструє обраний другий варіант проєктування, оскільки він забезпечує значне зниження конфліктності, покращує пропускну здатність вузла та створює більш комфортні умови для всіх учасників дорожнього руху.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							63
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

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. – 55с.
2. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 177 с
3. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. – Київ: Мінрегіон України, 2015. – 83 с.
4. ДСТУ 2587:2021. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. – Київ: УкрНДНЦ, 2021. – 40 с.
5. ДСТУ EN 13201-2:2017. Освітлення автомобільних доріг. Частина 2. Вимоги до рівнів освітлення. – Київ: УкрНДНЦ, 2017. – 28 с.
6. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 49 с.
7. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 80 с.
8. Міські дорожньо-транспортні споруди: методичні вказівки до виконання практичних завдань і курсового проєкту / М.М.Осетрін та ін. – Київ: КНУБА, 2023. – 60с..
9. Чередніченко П.П. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст: Навчальний посібник. - К. КНУБА, 2002. – 180с.
10. ДБН БА. 2.4-29:2008 СПДБ. Автомобільні дороги. Земляне полотно і дорожній одяг. Робочі креслення. – К. Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с. (чинні з 01.01.2010р.).
11. ПОСТАНОВА КАБІНЕТУ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ від 10 жовтня 2001 р. №1306 Про Правила дорожнього руху.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							64
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		

Інтернет-джерела:

12. <https://mvs.gov.ua/news/u-mvs-ozvucili-statistiku-dtp-za-2024-rik>
13. https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/b41a6def-25f2-41e0-a91a-6df965d20435_en?filename=Road_Safety_Thematic_Report_Safe_System_Approach_2023.pdf
14. https://kyivcity.gov.ua/news/u_stolitsi_na_peretini_prosp_valeriya_lobanovskogo_i_vul_volodimira_brozhka_oblashtuvali_regulovaniy_pishokhidniy_perekhid_z_urakhuvannyam_printsipiv_bezbaryernosti
15. <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/08049/>
16. <https://www.who.int/publications/i/item/pedestrian-safety-a-road-safety-manual-for-decision-makers-and-practitioners>

Посилання на закони України:

17. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності». К. – 2011 (від 17 лютого 2011р. №3038 – VI).
18. Закон України «Про основи містобудування». – К. – 1992 (від 16 листопада 1992р. №2780 – XII).
19. Закон України «Про транспорт». – К. – 1994 (від 10.11.94 №233/94– ВР).
20. Закон України «Про дорожній рух». – К. – 1992 (від 28.01.93 №2953 – XII).
21. Закон України «Про охорону культурної спадщини». – К. – 2000 (від 8 червня 2000 р. N 1805-III).

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	Лист
							65
	Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис		