

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування

Кафедра міського будівництва

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

доц. Приймаченко О.В. _____

« ____ » _____ 2024 р.

**Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра**

на тему:

«Підвищення рівня обслуговування транспортного потоку на перетині
вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві»

Виконав: студент 4 курсу, групи МБГ-20-1

Галузь знань:

19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ОПП: «Міське будівництво та господарство»

Моргунов В.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Осетрін М.М.

(прізвище та ініціали)

Беспалов Д.О.

(прізвище та ініціали)

м. Київ 2024

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							1
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **урбаністики та просторового планування**

Кафедра: **міського будівництва**

Освітньо-кваліфікаційний рівень: **бакалавр**

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Спеціалізація: «Міське будівництво та господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц. Приймаченко
О.В.

_____ 2024 року
“ ____ ” _____

ЗАВДАННЯ

НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Моргунову Віталію Михайловичу

1. Тема проєкту: «Підвищення рівня обслуговування транспортного потоку на перетині вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві»

Керівники проєкту: проф. Осетрін М.М.

ст. викл. Беспалов Д.О.

затверджені наказом вищого навчального закладу № 863/2 від 30.05.2024.

2. Термін подання студентом проєкту 17.06.2024

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

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							2
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

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

№ розділу з/п	Найменування розділів пояснювальної записки	Орієнтовний об'єм розділів пояснювальної записки (формат – А4)
1	Вступ	≤ 3
2	Аналітичний розділ	≤ 30
3	Розрахунково-проектний розділ	≤ 30
4	Конструктивний розділ	≤ 10
5	Висновки	≤ 5
6	Список використаної літератури	≤ 2
	Разом	≤80

5. Перелік графічних матеріалів проекту

№ розділу з/п	Найменування розділів графічної частини проекту	Об'єм креслень (формат – А1)
1	Оцінка роботи перетину (існуюче положення) вул. Вишгородська - вул. Білицька в м. Києві та аналіз транспортної інфраструктури (ВДМ м. Києва з позначенням місця об'єкта, аерофотозйомка об'єкта, план перетину (М 1:500), існуючі поперечні профілі, описи: актуальність, ціль, об'єкт, предмет, задачі)	1
2	Організація дорожнього руху (існуюче положення) на перетині вул. Вишгородська - вул. Білицька в м. Києві: схема організації дорожнього руху, обрані транспортно-експлуатаційні показники, транспортне моделювання, виявлені проблеми та недоліки	1

3	Проектні пропозиції для перетину вул. Вишгородська - вул. Білицька в м. Києві: схеми інженерно-планувальних рішень, план перетину для обраного варіанту, проектні поперечні профілі, розрізи	1
4	Поздовжні профілі перетину вул. Вишгородська - вул. Білицька в м. Києві Мг 1:1000 Мв 1:100	1
5	Вертикальне планування обраного варіанту перетину вул. Вишгородська - вул. Білицька в м. Києві, схема прокладання інженерних мереж	1
6	Пропозиції конструктивних рішень для обраного варіанту перетину вул. Вишгородська - вул. Білицька в м. Києві	1
7	Транспортне моделювання для оцінки роботи перетину (проектне положення) вул. Вишгородська - вул. Білицька в м. Києві та загальні висновки	1
	Разом	7

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ розділу з/п	Етапи дипломного проекту	Термін виконання етапу	Примітки
1	Дослідження та збір необхідних вихідних даних		
2	Вступ		
3	Аналітичний розділ		
4	Розрахунково - проектний розділ		
5	Конструктивний розділ		
6	Висновки		
7	Список використаної літератури		

8	Рецензування проекту		
9	Захист проекту		

Студент _____ Моргунов В.М.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Осетрін М.М.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Беспалов Д.О.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							5
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	7 ст.
АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	10 ст.
1.1. Аналіз існуючого положення дорожньо – транспортного вузла	11 ст.
1.2. Аналіз існуючого рівня обслуговування транспортного потоку на перетині	17 ст.
РОЗРАХУНКОВО-ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ	25 ст.
2.1. Проектні пропозиції та їх порівняння	26 ст.
2.2. Обґрунтування вибору схеми організації руху на перетині міських магістралей	35 ст.
2.3 Обґрунтування вибору розрахункової швидкості на перетині магістралей	40 ст.
2.4. Розрахунок ширини проїжджої частини магістралей	42 ст.
2.5. Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів	46 ст.
2.6. Проектування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину	47 ст.
2.7. Проектування поздовжніх профілей	49 ст.
2.8. Вертикальне планування територій, де розташований перетин	50 ст.
2.9. Проектування поверхневого стоку	51 ст.
2.10. Визначення обсягів земляних робіт	52 ст.
2.11. Кошторисно – фінансовий розрахунок	53 ст.
2.12. Визначення техніко – економічних показників проекту	54 ст.
КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	58 ст.
3.1. Освітлення	59 ст.
3.2. Конструювання дорожнього одягу	61 ст.
3.3. Водовідведення	63 ст.
3.4. Позавуличний пішохідний перехід	64 ст.
3.5. Дорожні знаки	66 ст.
ВИСНОВКИ	68 ст.
Список використаних джерел	70 ст.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							6
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У цій роботі розглядаються заходи з підвищення рівня обслуговування транспортного потоку на перетині вулиць Вишгородська та Білицька у місті Києві, які, зазвичай, потребують великих капіталовкладень для реконструкції навіть одного транспортного вузла. Тому важливим моментом є доведення ефективності таких заходів.

Об'єкт - перетин вул. Вишгородська - вул. Білицька у місті Києві. Вузол знаходиться у Подільському районі. Житловий масив - Куренівка.

Предмет - підвищення рівня обслуговування транспортного потоку.

Актуальність теми. Розглядаючи місто Київ, можна зробити висновок, що мережа громадського транспорту тут включає: три лінії метрополітену, якими щодня користуються понад 600 тис. пасажирів [18]; близько 140 маршрутів автобусів та тролейбусів, якими щодня користуються понад 600 тис. пасажирів [19]; близько 140 приватних маршрутів маршруток, якими щодня користуються до - 1 мільйону пасажирів; 21 трамвайна лінія, якою щодня користуються близько 0.5 мільйона пасажирів [4]. Крім того, згідно з даними Департаменту транспортної інфраструктури КМДА, щодня Києвом рухається 1,1 млн авто (якщо припустити, що коефіцієнт наповненості автомобіля пасажирами дорівнює 1,5, то можна зробити висновок, що на індивідуальному транспорті пересувається 1,65 мільйона пасажирів). Розглядаючи Міську цільову програму розвитку транспортної інфраструктури міста Києва на 2024-2025 роки маємо дані що автомобільна мережа була розрахована на 500 тис. автомобілів, що значно менше потреби, щоб перевезти таку кількість людей із забезпеченням нормального рівня обслуговування транспортного потоку.

Отже, враховуючи пішохідні і велосипедні переміщення, можна зробити висновок, що в Києві щодоби по буднях переміщається 6 мільйони людей.

У Києві рівень автомобілізації є найвищим порівняно з іншими містами та регіонами України. Протягом 2019-2022 років в місті Києві у 1,5 рази зроста

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							7
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

кількість індивідуального транспорту (кожен третій мешканець столиці є власником автомобіля). Якщо у січні 2019 року в столиці було зареєстровано 927 тис. автомобілів, то в січні 2022 року їх кількість зростає до 1,375 млн [5]. Навантаження на вулично-дорожню мережу (ВДМ) столиці, яка була розрахована на 500 тис. машин, збільшилося більше ніж у два рази, що є наслідком зростання кількості автомобілів, приміського та транзитного транспорту [5]. Надмірна автомобілізація призводить до перевантаженості ВДМ автотранспортом, зношення автошляхів (зокрема пошкодження дорожнього покриття) та зростання заторів на дорогах, що негативно впливає на якість довкілля та міську мобільність.

Автотранспортна мережа м. Києва, що є частиною ВДМ налічує 2230 вулиць загальною протяжністю 1665,7 км, з яких 727,01 км вулиць загальноміського і районного значення та 938,7 км вулиць місцевого значення, 273 пішохідні переходи, 175 мостів, шляхопроводів, естакад та тунелів, понад 138 тисяч вуличних світильників та 44 тисячі світлоточок ілюмінації [5].

У 2021 році щільність магістральної мережі становила 1,98 км/км², що менше стратегічних цільових показників, відповідно до Генерального плану м. Києва (2020 рік – 2,2 км/км²) [5].

Показники щільності транспортної мережі вказують, що розвиток ВДМ столиці відстає від реальних потреб мешканців міста. Усі ці проблеми із завантаженням ВДМ породжують велику кількість проблем. Розглянемо найбільш актуальні з них.

По-перше, завантаження ВДМ – це додаткова затримка трафіку, яка породжує низку нових проблем. Ранковий пік викликає у автомобілістів додатковий стрес, оскільки простій, спричинений заторами, може затримати людей на роботу, що в свою чергу зумовлює соціально-економічні втрати. Внаслідок інтенсивного дорожнього руху, завантажених вулиць і магістралей, психологічного напруження автомобілістів та транспортної втоми [20] у великих українських містах, особливо в Києві, трапляються ДТП [6].

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							8
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

По-друге, зупинка і запуск двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) автомобіля зумовлює більше згорання палива, ніж постійна швидкість руху при вільному потоці. Збільшення витрат на споживання пального сприяє збільшенню кількості викидів, що виділяються транспортними засобами (ТЗ). Ці викиди створюють забруднення повітря і негативно впливають на зміну клімату. Акустичне (шумове) забруднення на центральних магістралях – ще один негативний наслідок впливу автотранспорту [7].

Наступною проблемою виділимо затримку служб екстреної допомоги у зв'язку із заторами. Це може призвести до різних випадків, які можуть зашкодити життю та здоров'ю людини. Отже, можна зробити загальний висновок, що внаслідок заторів ми зазнаємо втрат в багатьох сферах, яких можна було б уникнути.

Важливим моментом є те, що ці всі проблеми, перераховані вище, в основному концентруються на вузлах ВДМ. В роботі розглядається один із таких транспортних вузлів, де застосовуються методи вдосконалення схеми організації дорожнього руху на ньому.

Мета. Провести аналіз існуючого стану ВДМ, запропонувати інженерно-планувальні рішення виявлених проблем на одному окремому вузлі на ВДМ задля підвищення рівня обслуговування транспортного потоку на перетині з ціллю покращити роботу усієї системи ВДМ.

Задачі. Проаналізувати існуючий рівень обслуговування на перетині. Виявити проблеми й недоліки як самого вузла, так і прилеглої ВДМ. Пошук варіантів інженерно-планувальних рішень для вирішення проблем вузла та визначення одного для подальшого детального пропрацювання. Розрахунок та проектування обраного інженерно-планувального рішення. Транспортне моделювання обраного інженерно-планувального рішення задля визначення кількісних показників роботи перетину. Порівняння отриманих даних та результатів. Зробити висновки.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							9
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							10
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

1.1 Аналіз існуючого положення дорожньо – транспортного вузла

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

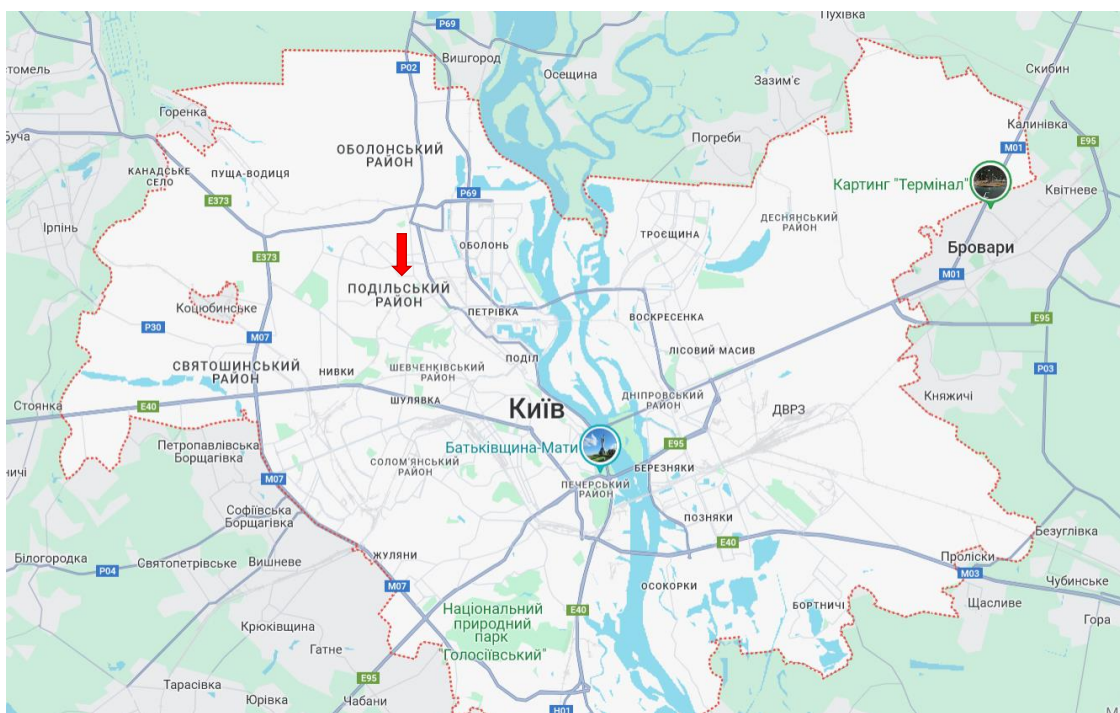


Рис. 1.1 - Положення перетину в масштабі м. Київ

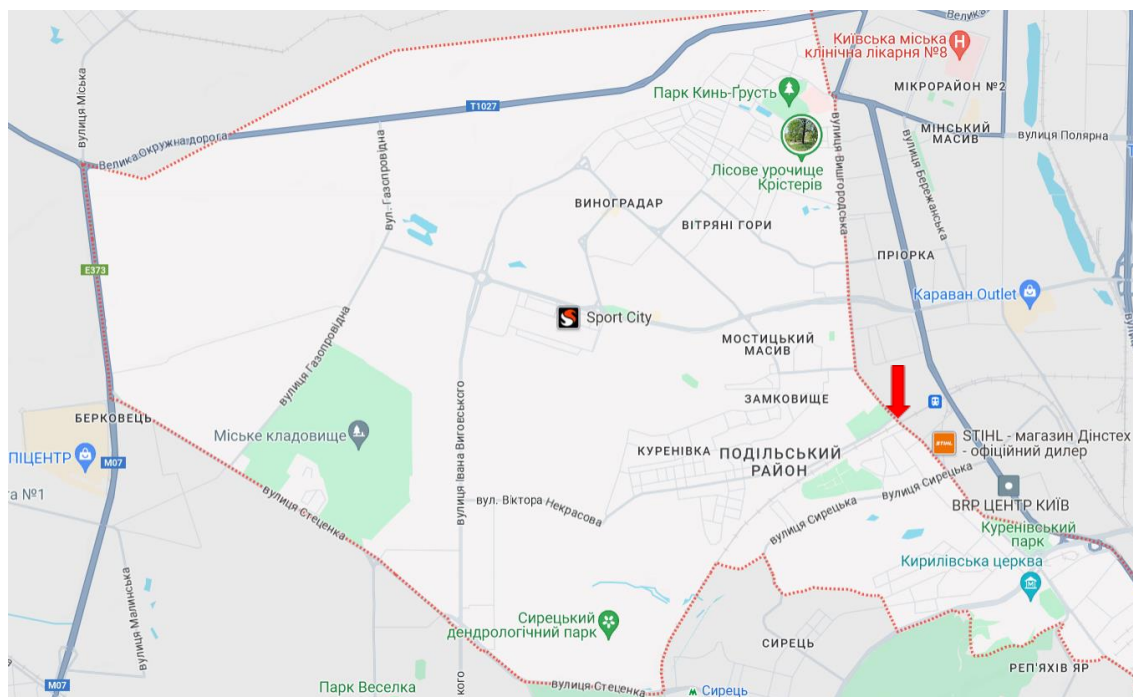


Рис. 1.2 - Положення перетину в масштабі частини Подільського району

Досліджуваний перетин відіграє важливу роль у структурі ВДМ міста, оскільки вулиця Білицька обслуговує житловий район Білице Поле, чисельність населення якого приблизно 4000 людей (пораховано по нормах ДБН [1] табл. 6.6), забудова там переважно садибна, а площа складає приблизно 0.6 км². Примикає вулиця Білицька до вулиці Вишгородської, утворений вузол є однорівневим, з регульованою схемою організації дорожнього руху.

Вулиця Вишгородська, відповідно класифікації ВДМ згідно з ДБН [2], належить до категорії - магістраль загальноміського значення регульованого руху. Знаходиться в Оболонському і Подільському районі м.Києва місцевості Пріорка, Кристєрова гірка, Кинь-Грусть, селище Шевченка, Курєнівка. Пролягає від Резєрвної та Білицької вулиць (є слугує продовженням Кирилівської вулиці) до площі Тараса Шевченка.

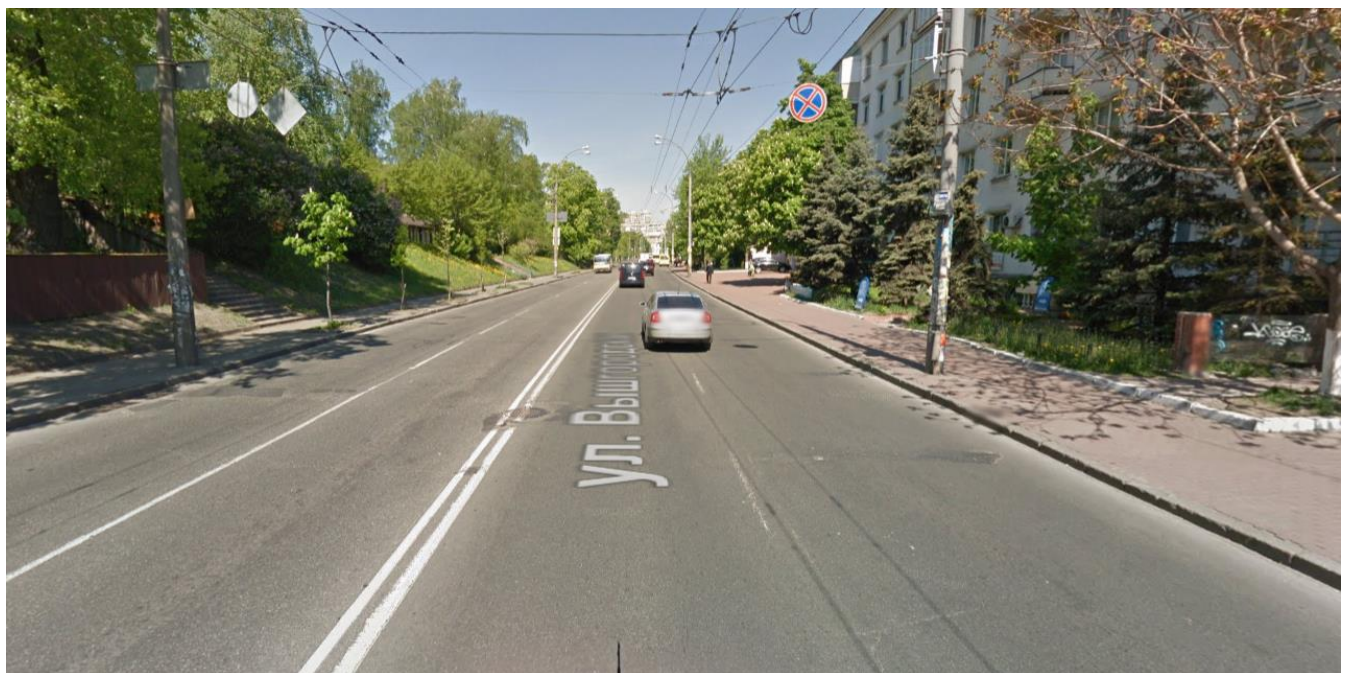


Рис. 1.3 - Фото вулиці Вишгородська.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		12

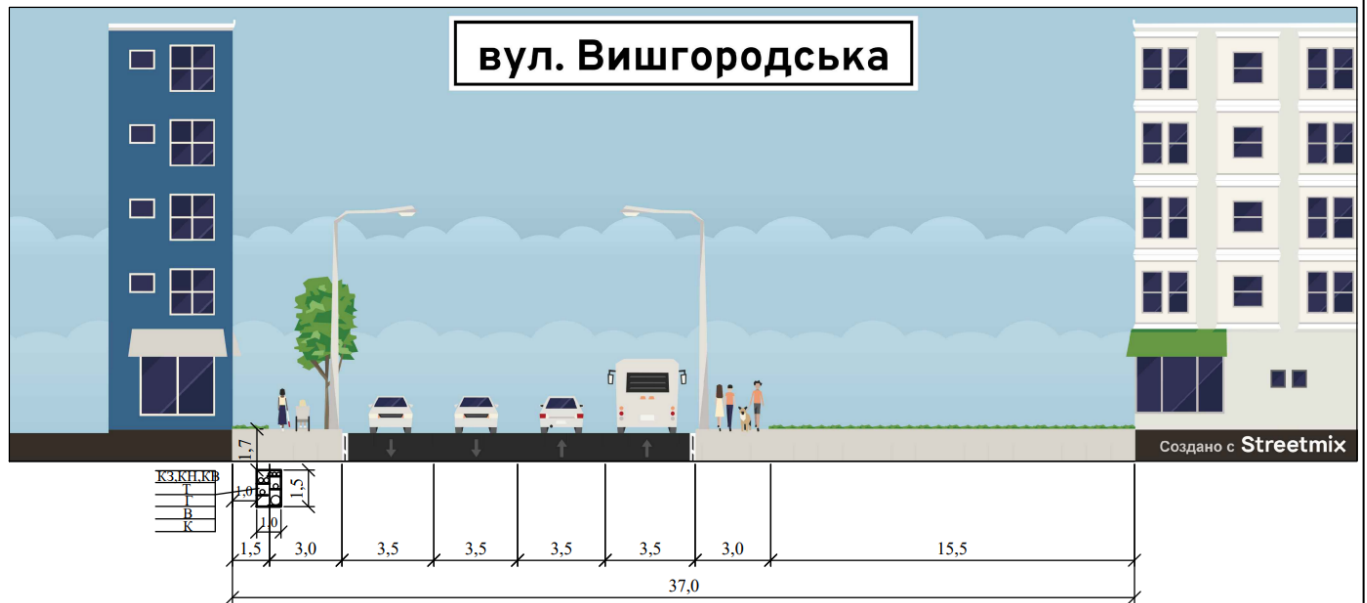


Рис. 1.4 - Типовий поперечний профіль вулиці Вишгородська.

Характеристики вулиці Вишгородська:

- протяжність вулиці 2,8 км;
- ширина магістралі в межах червоних ліній 37 м;
- ширина смуги руху 3.5 м;
- ширина тротуару 3 м.

Недоліки:

- відсутність центральної розділювальної смуги;
- відсутність укріпленої смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем;
- відсутність розділювальної смуги між проїзною частиною і тротуаром;
- відсутність велодоріжки.

Також, ця вулиця активно використовується громадським транспортом. Пролягають маршрути автобусів: 32, 72, 41-Д, та 102; маршрути тролейбусів: 6, 18, 25, 28, 32 та 33; та маршрутних таксі: 181, 183, 227, 472, 518, 525, 537, 558, 586 та 587.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							13
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Вулиця Білицька, відповідно класифікації ВДМ згідно з ДБН [2], належить до категорії - магістраль районного значення. Знаходиться вулиця у Подільському районі міста Києва, місцевості Білице поле, Замковище, Куренівка. Пролягає від вулиць Вишгородської та Кирилівської до вулиці Віктора Некрасова.



Рис. 1.5 - Фото вулиці Білицька.

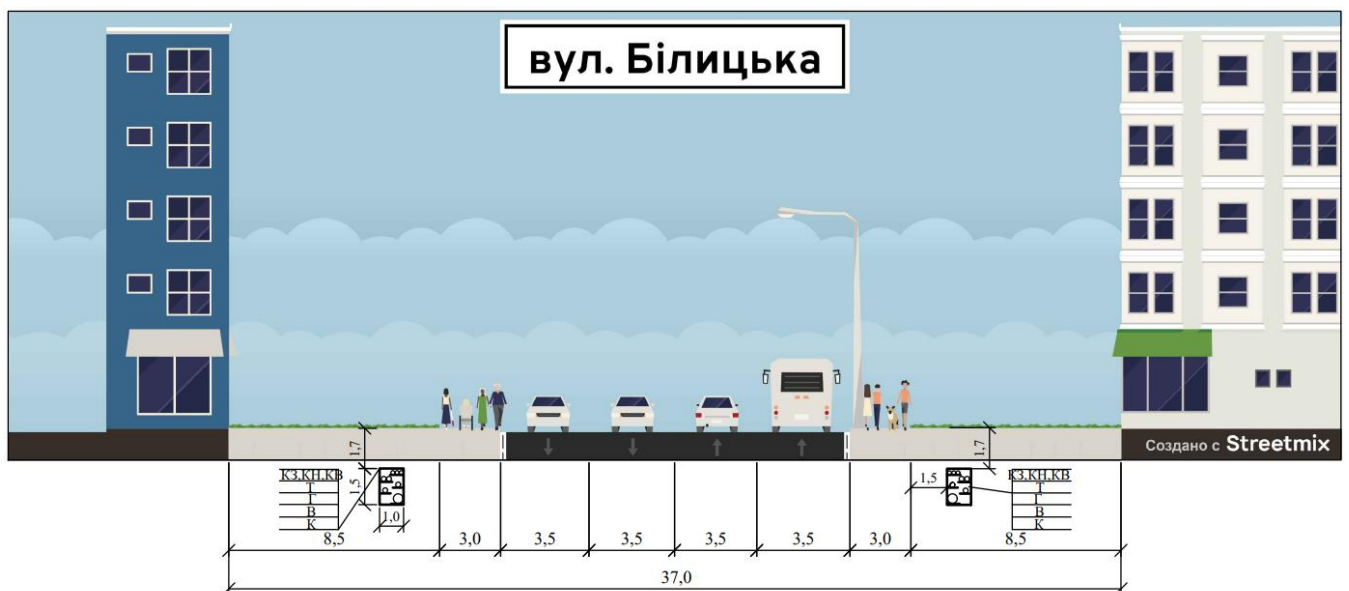


Рис. 1.6 - Типовий поперечний профіль вулиці Білицька.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		14

Характеристики вулиці Білицька:

- протяжність вулиці 2,6 км;
- ширина магістралі в межах червоних ліній 37 м;
- ширина смуги руху 3.5 м;
- ширина тротуару 3 м.

Недоліки:

- відсутність центральної розділювальної смуги;
- відсутність укріпленої смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем;
- відсутність розділювальної смуги між проїзною частиною і тротуаром;
- відсутність велодоріжки.

По цій вулиці пролягають маршрути таких пасажирських транспортних засобів як автобусів: 32 та маршрутних таксі: 451, 518 та 575.

Рух великогабаритного транспорту обома вулицями заборонено.

Відповідно до Концепції розвитку велосипедної інфраструктури в місті Києві, по цих двох вулицях мають проходити вело-доріжки II категорії. Це другорядні, сполучні між маршрутами I категорії дороги та вулиці, якими велосипедисти доїжджатимуть до маршрутів I категорії. Реалізація маршрутів II категорії має другий пріоритет і у більшості випадків доцільна лише після реалізації веломаршрутів I категорії [8].

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		15

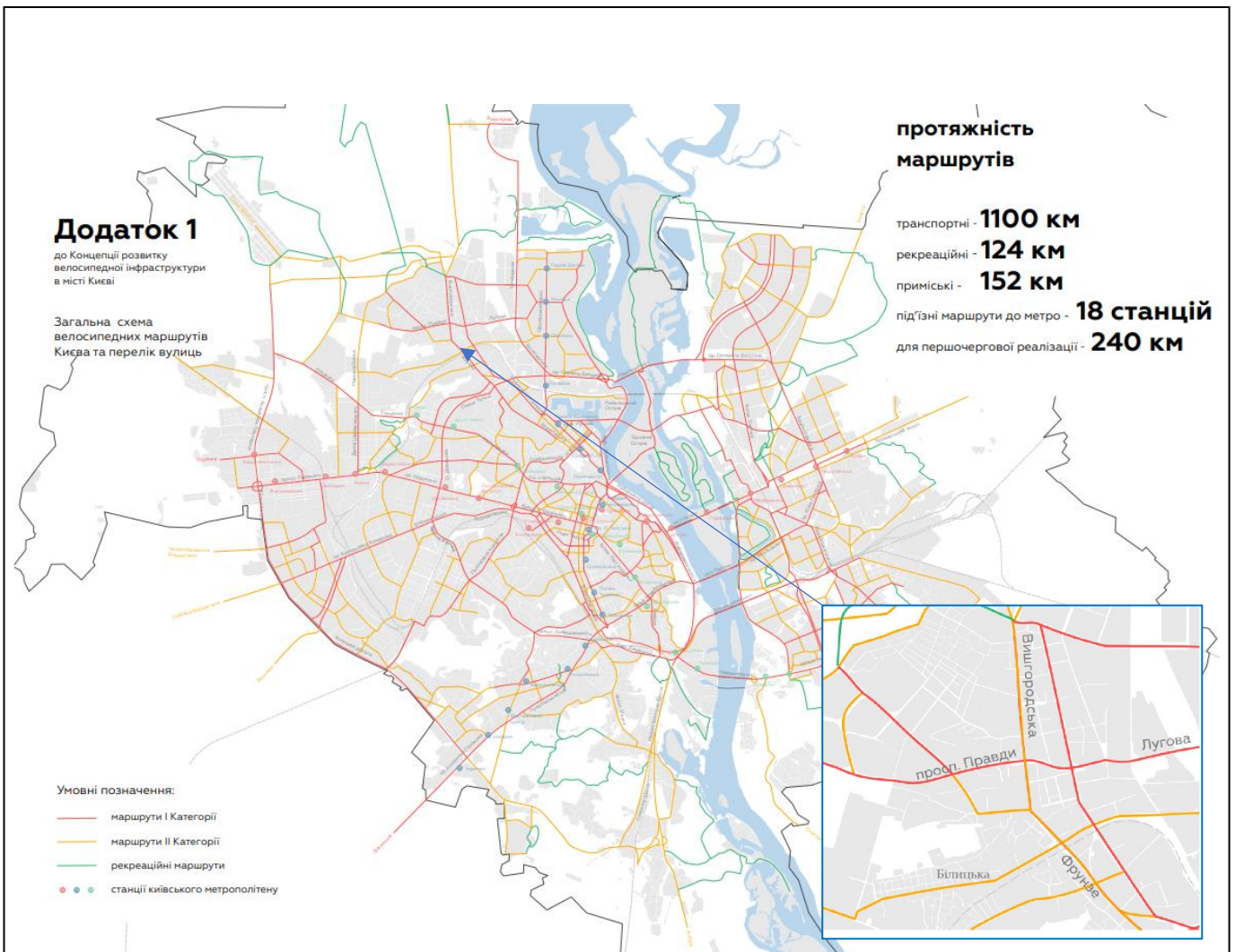


Рис. 1.7 - Загальна схема велосипедних маршрутів Києва.

Оскільки ми розглядаємо ВДМ існуючого міста, з установленними даними транспортної системи, то для аналізу і проектування відповідно отримуємо дані. З навчальної версії Транспортної моделі м. Києва та його приміської зони отримали дані добової інтенсивності нашого транспортного вузла.

Пікова інтенсивність транспортного потоку на вузлі: [9] табл. 1.1

Напрямок магістралі	Вихід, пр.од/год			Σ вих, пр.од/год	
	1	2	3		
Вхід, пр.од/год	1	-	1197	210	1407
	2	1461	-	439	1900
	3	122	463	-	585
Σ вхід, пр.од/год	1583	1660	649	<u>3892</u>	



Рис. 1.8 - Нумерація входів/виходів перетину.

1.2 Аналіз існуючого рівня обслуговування транспортного потоку на перетині

В Україні якихось стандартів щодо рівня обслуговування для елементів ВДМ не існує, і це є суттєвою проблемою і недоліком для планування транспортної інфраструктури. Через те неможливо встановити який рівень забезпеченості оптимального проїзду на тому чи іншому вузлі. Також, це не дає змогу кількісно встановити умову до якої потрібно оптимізувати забезпеченість вузла. Хоча в країнах ЄС та США такі норми існують в кількісному показнику. Для прикладу візьмемо досвід США, де для автомагістралей існує система оцінювання рівня обслуговування.

При оцінці ВДМ міста у якості основного застосовується інтегральний критерій – показник рівня обслуговування (англ., Level of Service, скорочено LOS). Методика його застосування входила в усі чотири видання (1950, 1965, 1985, 2000) посібника з оцінки пропускної здатності (англ., Highway Capacity Manual, скорочено HCM) і безупинно вдосконалюється. Сфера використання

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							17
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

цього критерію охоплює всі стадії: планування, проектування, експлуатацію. В наш час критерій LOS використовується для оцінки умов руху як у програмах моделювання ВДМ, так і у вузькоспеціалізованих програмах проектування перехресть і розв'язок. Про увагу, що приділяється цьому критерію й методикам його застосування, свідчить наступне: [10]

- з 1944 р. у США існує спеціальний комітет **TRB Committee on Highway Capacity and Quality of Service**, що займається розробкою нормативних і методичних документів;
- показник рівня обслуговування включений до складу робочих програм двох комітетів 34 і 310 Світової дорожньої асоціації PIARC.

Рівень обслуговування – це показник зручності руху транспортного потоку. Він запропонований транспортниками США та залежить від насичення, стану проїжджої частини, швидкості та щільності автомобілів. Їх б: А, В, С, D, E, F.

Рівень обслуговування **А**: вільний рух автомобілів у транспортному потоці по одній смузі при Q (щільність транспортного потоку) до 6 авт/км.

Рівень обслуговування **В**: комфортний рух автомобілів у потоці при щільності $Q = 6-12$ авт/км.

Рівень обслуговування **С**: стабільний стан, але вже статичний рух у потоці при щільності $Q = 12-18$ авт./км.

Рівень обслуговування **Д**: характеризує перехід до нестабільного руху, виникають групи з автомобілів, що поволі рухаються, щільність потоку $Q = 18-31$ авт/км.

Рівень обслуговування **Е**: умови руху незадовільні, насичений транспортний потік на рівні пропускної здатності стан руху нестабільний, щільність потоку $Q = 32-50$ авт/км.

Рівень обслуговування **Ф**: максимально насичений транспортний потік, рухається повільно, швидкість потоку $V_i > 0,5V_0$ і щільність $Q = 51-100$ авт/км.

[10]

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							18
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Щоб проаналізувати існуючий стан рівня обслуговування цього вузла використовувався сервіс даних TomTom.

Для того, щоб провести дослідження, було використано сайт сервісу TomTom за посиланням:

<https://move.tomtom.com/login?redirect=https%3A%2F%2Fts.tomtom.com%2Freports>

Після реєстрації було використано програмний комплекс **Junction Analytics**, було створено новий проєкт, знайдений відповідний перетин на карті, вибрано границі вузла і запущено аналіз.

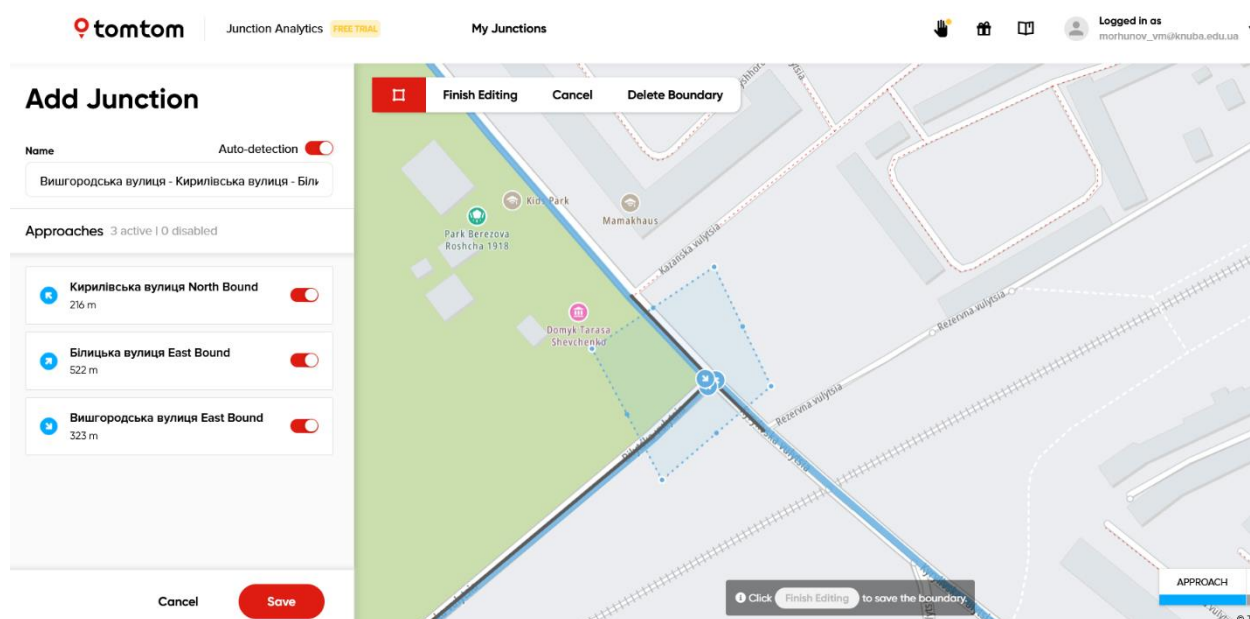


Рис. 1.9 - Вибір перетину для аналізу у сервісі даних TomTom.

Дослідження проводилося з 27.05.2024 12:00 до 09.06.2024 12:00, щоб проаналізувати значення затримки впродовж тижня в різні години доби. Нижче наведені отримані дані впродовж одного із тижнів:

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		19

Зі сторони вулиці Кирилівська в напрямку вул. Вишгородська.

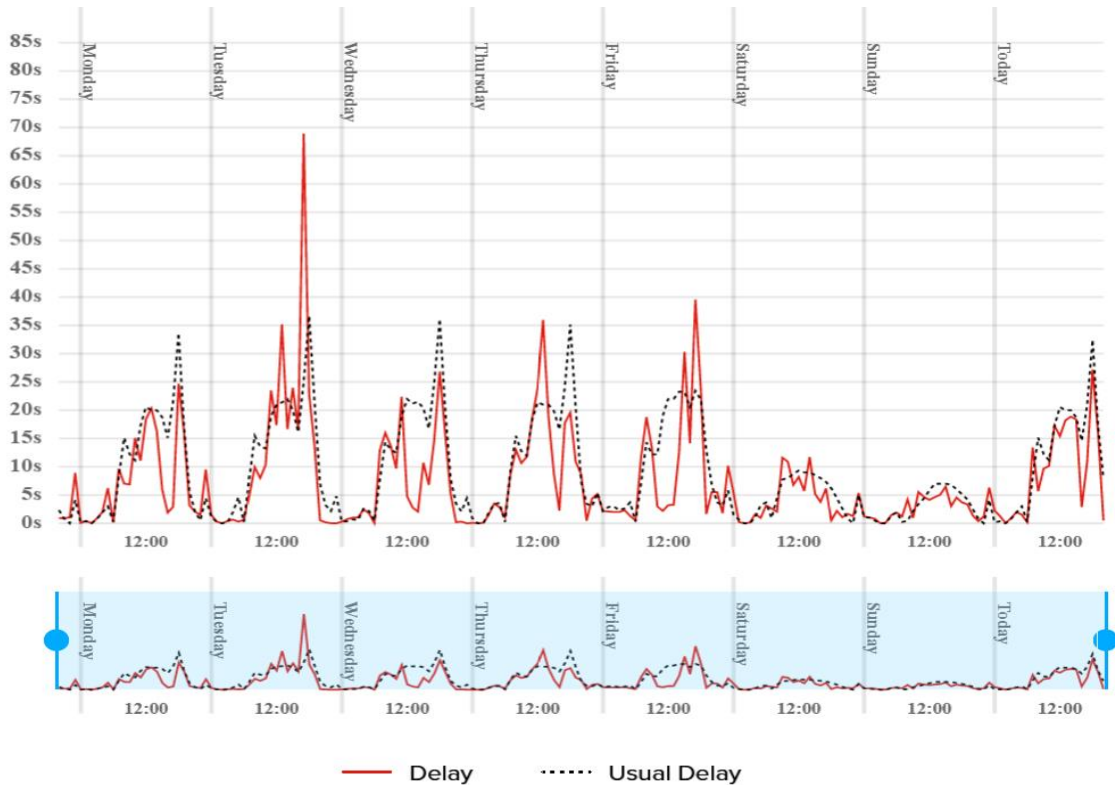


Рис. 1.10 - Графік затримки на перетині у відповідному напрямку.

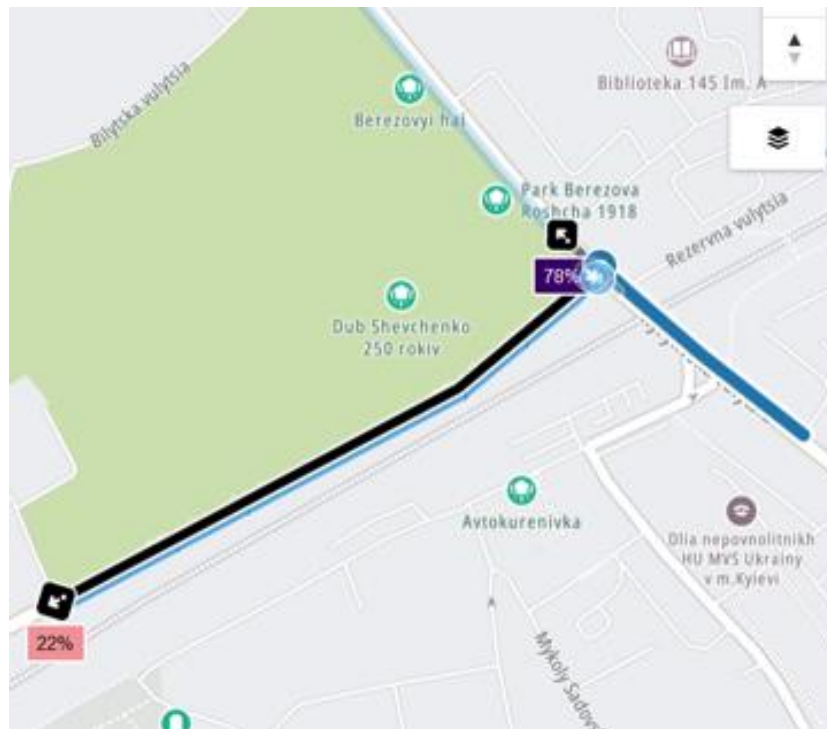


Рис. 1.11 - Розподіл потоку за напрямком.

Розподіл транспорту за напрямками прямо та ліворуч склав відповідно у відсотковому відношенні 78% прямо та 22% ліворуч. Найбільша затримка на перехресті сягнула 69.87 с. в години вечірнього піку о 19:00. Загалом, протягом дня середній час затримки був в межах 20 - 30 с.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		20

З вулиці Білицька в напрямку перехрестя.

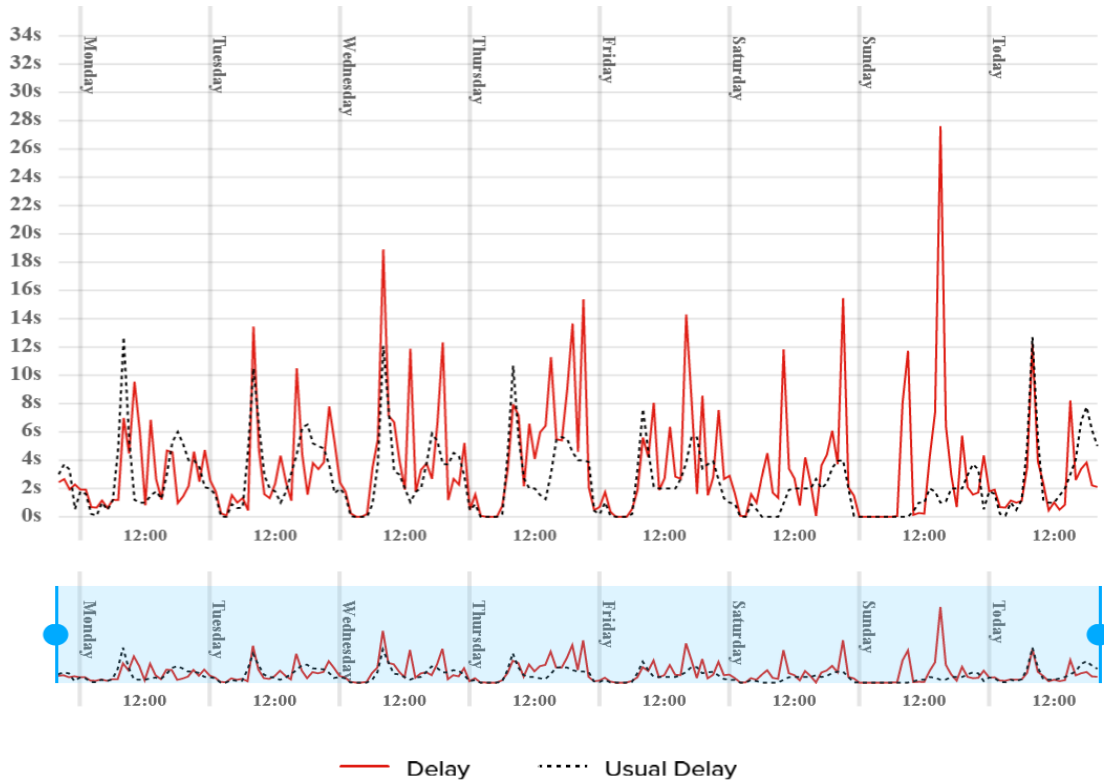


Рис. 1.12 - Графік затримки на перетині у відповідному напрямку.

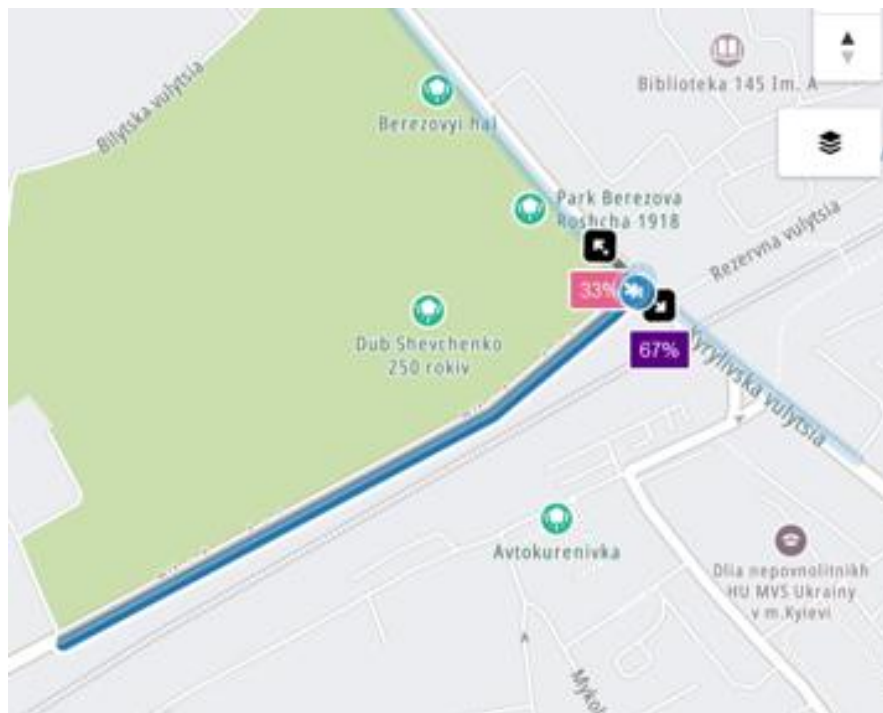


Рис. 1.13 - Розподіл потоку за напрямком.

Розподіл транспорту за напрямками праворуч та ліворуч склав відповідно у відсотковому відношенні 33% праворуч та 67% ліворуч. Найбільша затримка на перетині сягнула 23.27 с. в години вечірнього піку о 20:45. Загалом протягом дня середній час затримки в межах 6 - 10 с.

3. З вулиці Вишгородська в напрямку вул. Кирилівська

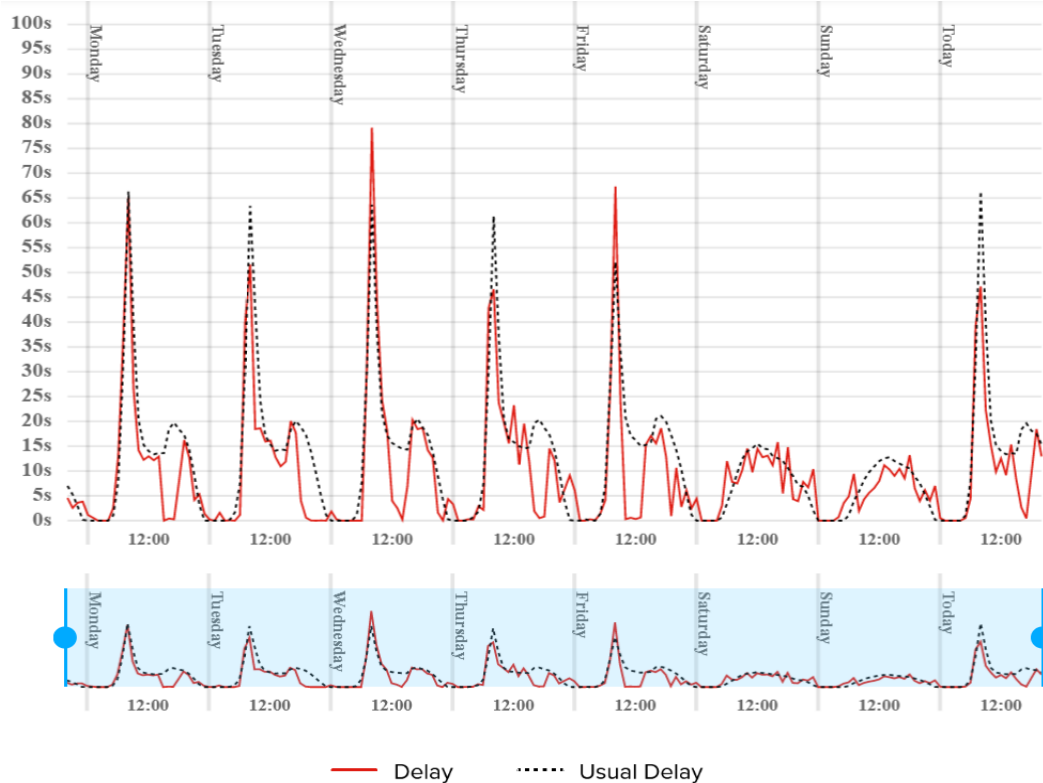


Рис. 1.14 - Графік затримки на перетині у відповідному напрямку.

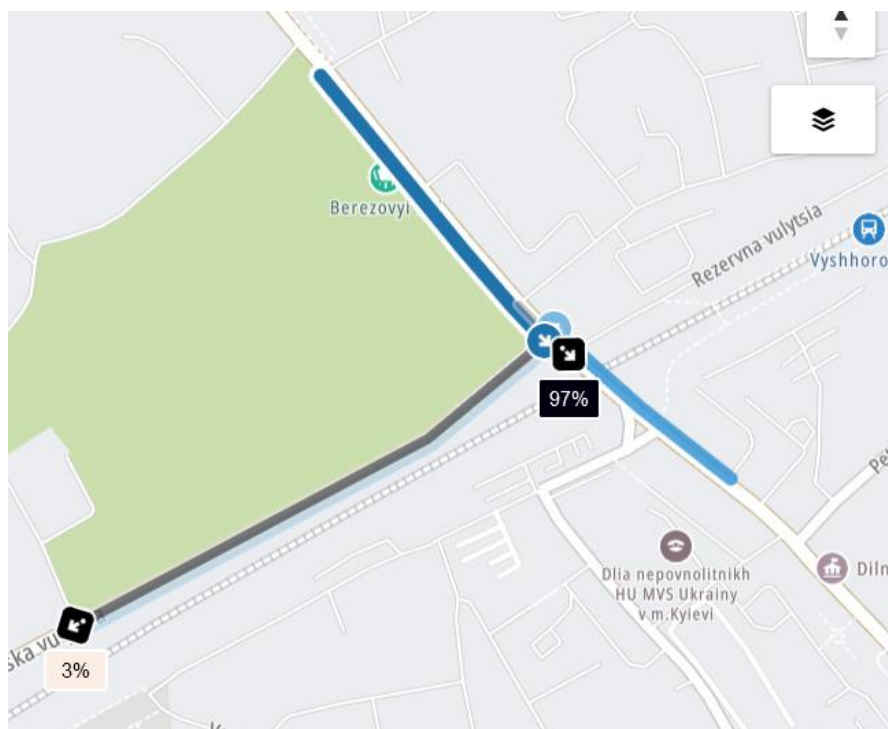


Рис. 1.15 - Розподіл потоку за напрямком.

Розподіл транспорту за напрямками при аналізі склав 97% прямо та 3% праворуч. Найбільша затримка на перетині сягнула 92,2 с. в години ранкового піку о 8:15. Загалом, протягом дня середній час затримки в межах 20 - 30 с.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		22

НСМ визначає LOS для регульованих і нерегульованих перетинів як функцію середньої затримки ТЗ. LOS може бути розрахований для кожного руху або підходу для будь-якої конфігурації перетину, але LOS для перетину в цілому визначається лише для конфігурацій із сигналізацією та зупинкою на всіх напрямках. [11]

ЛОС	Перехрестя з сигналізацією	Несигнальне перехрестя
A	≤10 сек	≤10 сек
B	10–20 сек	10–15 сек
C	20–35 сек	15–25 сек
D	35–55 сек	25–35 сек
E	55–80 сек	35–50 сек
F	>80 сек	>50 сек

Рис. 1.16 - Параметри затримки відповідного рівня обслуговування LOS.

Якщо отримані дані з TomTom порівняти з нормами LOS то ми бачимо що затримки на вузлі в пікові години перевищують навіть найгірший рівень обслуговування LOS F.

Також в програмному забезпеченні (ПЗ) PTV Vissim проведено транспортне моделювання існуючого перетину, із заданою добовою інтенсивністю транспортного вузла, яке зазначене в (Табл. 1), та розподілом транспортних потоків взятих з аналізу перетину у сервісі даних TomTom.

Отримано такі результати:

табл. 1.2

Об'єкт \ КП	Пропускна здатність, пр.од./год	Середній час затримки на перетині, с.	Середня швидкість на перетині, км/год,	Середня щільність на перетині, пр.од./км.
Існуючий перетин	2754	48,86	11,6	59,8

На основі проведених досліджень та транспортному моделюванні виявлені такі проблеми перетину:

- Не відповідність параметрів конструктивних елементів нормам ДБН [2].
- Неоптимізоване світлофорне регулювання, що видно по графіках з сервісу даних TomTom, де в години пік видно суттєві скачки затримки, яка в рази перевищує середнє значення.
- Велике навантаження вхідних потоків. Пропускна здатність перетину, яка була виміряна в PTV Vissim становить 2754 пр.од/год. Фактичне навантаження 3892 пр.од/год. Перевищення пропускної здатності складає 29,2%.
- Середня швидкість на вузлі - 11.6 км/год.
- Середня тривалість затримки - 48,86 с. Аналізуючи перетин в програмі TomTom, були виявлені пікові затримки до 92,2 с.

Порівнюючи отримані дані з нормами рівня обслуговування LOS, отримуємо, що рівень обслуговування транспортного потоку на кільці відповідає рівню LOS F - максимально насичений транспортний потік, рухається повільно, швидкість потоку $V_i > 0,5V_0$ і щільність $Q = 51-100$ авт/км. Подальші інженерно-планувальні рішення мають на меті підвищити рівень обслуговування на цьому перетині.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		24

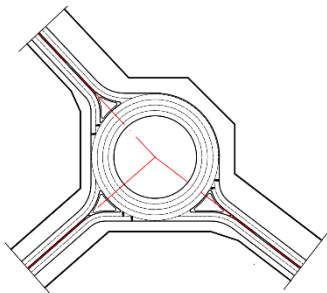
РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							25
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

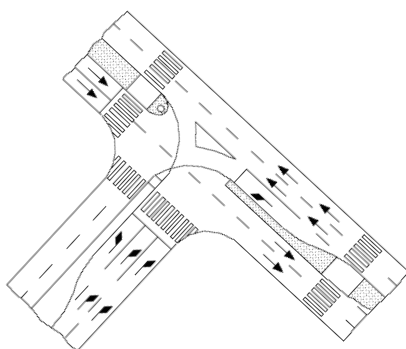
2.1. Проектні пропозиції та їх порівняння

У цій роботі розглянуто 3 варіанти підвищення рівня обслуговування транспортного потоку за допомогою відповідних інженерно-планувальних рішень:

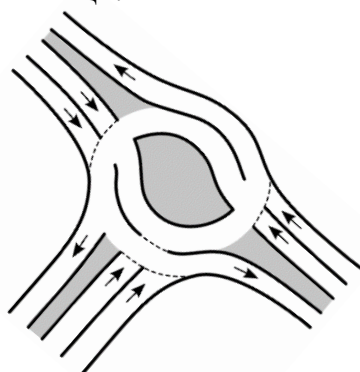
- саморегульований кільцевий перетин;



- каналізований регульований перетин;



- турбокільце.



Саморегульований кільцевий перетин

Під саморегульованим кільцевим перетином розуміють перетин або примикання кількох магістралей або вулиць, де транспортний потік рухається проти стрілки годинника навколо центрального острівця. Саморегульований кільцевий перетин може об'єднувати три або більше магістралей чи вулиць; залежно від місцевих умов і кількості вхідних магістралей чи вулиць,

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		26

центральний острівцець може мати форму трикутника, квадрата (чотирикутника), правильного кола, еліпса, краплі тощо.

Переваги саморегульованого кільцевого перетину:

Підвищена безпека дорожнього руху. Досягається зниженням швидкості при наближенні до перетину. ДТП через нижчу швидкість мають менш важкі наслідки, проте, в разі помилок при проектуванні, їх кількість може бути дещо більша в порівнянні з простим перетином.

Ймовірність зіткнень на саморегульованому кільцевому перетині у порівнянні із простим (лінійним) перетином значно нижча.

Затримка для учасників руху (у визначених діапазонах) нижча, ніж у звичного регульованого або нерегульованого перетину.

Кількість вулиць, що з'єднує перехрестя. В той час коли сигнальна схема світлофорів у перехрестя більш ніж з 4 гілками дуже складна, число можливих гілок кругового перехрестя залежить тільки від його діаметра.

Інші переваги. Додатковими перевагами є кращий екологічний баланс (нижчий рівень шуму, менше вихлопних газів від автомобілів, що очікують) і можливе зменшення витрат на утримання (немає світлофорів).

Недоліки саморегульованого кільцевого перетину:

Для влаштування саморегульованих кільцевих перетинів зазвичай необхідно більше площі, ніж для звичайних. Площу кільцевого острівця всередині перетину неможливо використовувати для руху транспорту (винятком є «розірване кільце»). Насадження рослин і догляд за ними призводять до додаткових витрат, щоправда, прикрашаючи перетин. Задля збільшення швидкості руху автомобілів по кільцю відповідно збільшується площа самого кільця, також для збільшення пропускнуої здатності потрібно збільшувати довжину ліній переплетення, що в свою чергу також впливає на

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		27

збільшення площі для побудови цього саморегульованого кільцевого перетину, що ми можемо бачити з табл. 2.1.

Проектні параметри СКП

табл. 2.1

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

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

Турбокільце

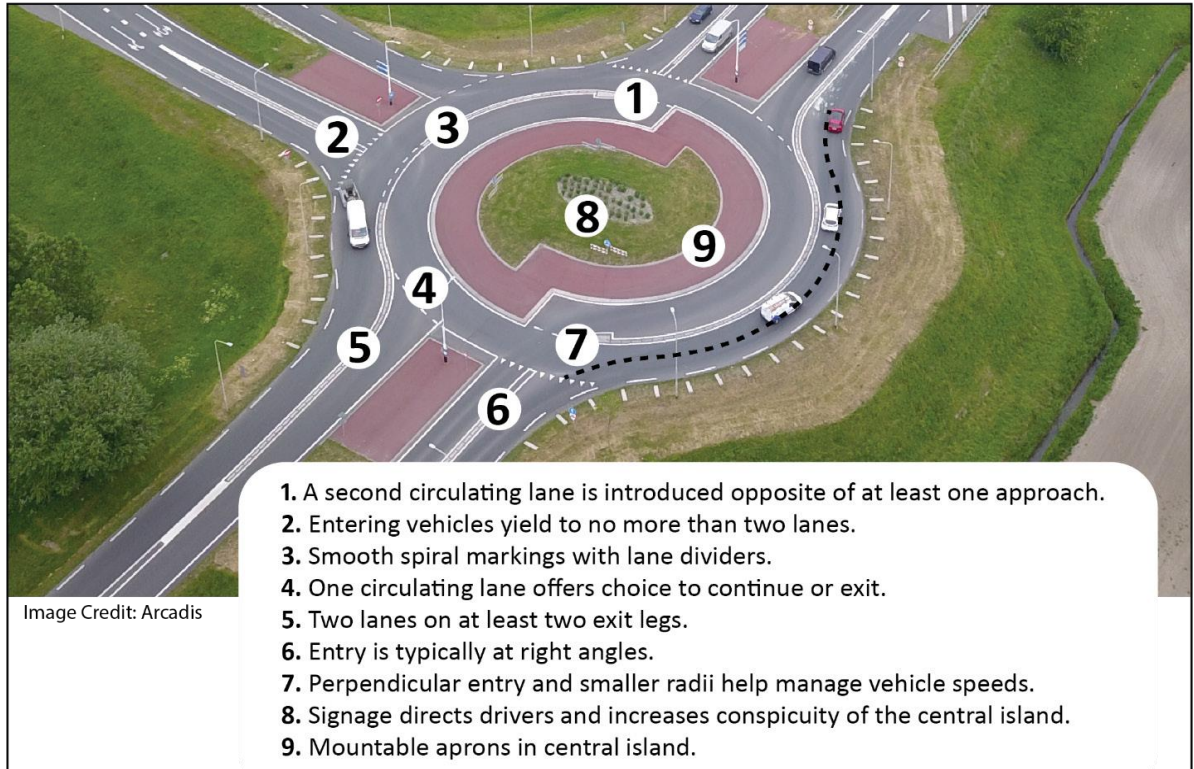


Рис. 2.1 - Схема турбокільця з описом особливостей. [12]

Характеристики турбокільця на основі міжнародного досвіду показані на (рис. 2.1) і є:

- Друга циркуляційна смуга вставляється навпроти принаймні однієї вхідної смуги.
- Рух при наближенні до турбокільця хоча б на одному відрізку повинен поступатися руху по двох і не більше двох смугах руху в турбокільці.
- Плавний потік сприяє спіральному вирівнюванню.
- Роздільники смуг перешкоджають зміні смуг руху в межах турбокільця. Тому водії обирають правильну смугу перед тим, як виїхати на турбокільце. У міжнародному масштабі варіанти поділу смуг включали підняті роздільники смуг, які можна встановити; змивні смугові роздільники; або суцільна розмітка на проїзній частині.
- Кожна ділянка турбокільця включає одну циркуляційну смугу, з якої водії можуть вибрати, з'їхати або продовжити рух по турбокільцю.

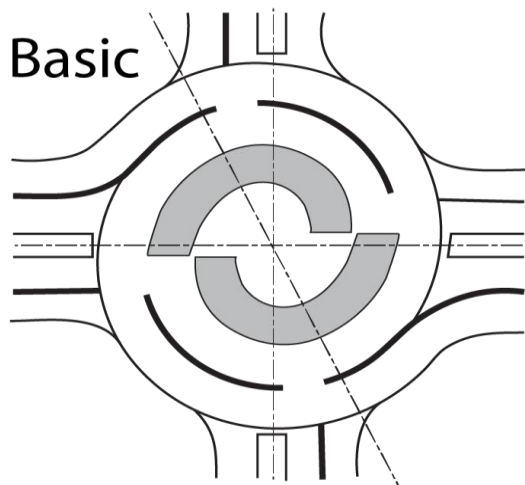
						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		29

- Принаймні дві частини з'їзду є двосмуговими.
- Діаметр турбокільця залишається невеликим, щоб заохочувати низькі швидкості на турбокільці.
- Відрізки під'їзду та в'їзд зазвичай розташовані під прямим кутом до турбокільця.
- Знаки зі стрілками кругового руху спрямовують водіїв і підвищують видимість центрального острівця.
- Встановлювані фартухи забезпечують достатній простір для маневрування для довших транспортних засобів. [12]

Існують різні типи турбокільця, такі як: базова, яйцеподібна, колінна, спіральна та роторна. Ці варіанти відрізняються відносно інженерно-планувального рішення центрального острівця, кількості циркуляційних смуг і кількості під'їзних смуг, як описано нижче:

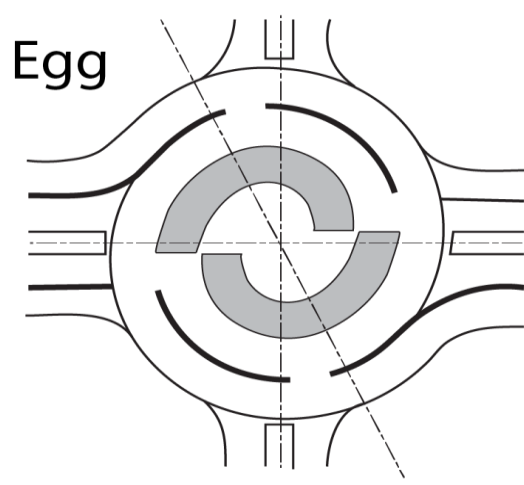
- Базовий – додано внутрішню смугу на основних під'їздах, дві смуги на кожному під'їзді (див. рис. 2.2).
- Яйце – схоже на базову турбокільцеву розв'язку, але лише з однією смугою під'їзду на другорядних під'їздах (див. рис. 2.3).
- Коліно – внутрішня смуга додається тільки на одному підході, по дві смуги на кожному заході (див. рис. 2.4).
- Спіраль – три циркуляційні смуги, внутрішня смуга додається лише на двох підходах, два підходи з трьома смугами та два підходи з двома смугами (див. рис. 2.5).
- Ротор – три циркуляційні смуги, внутрішня смуга додається на кожному підході, три смуги на кожному підході (див. рис. 2.6)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							30
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



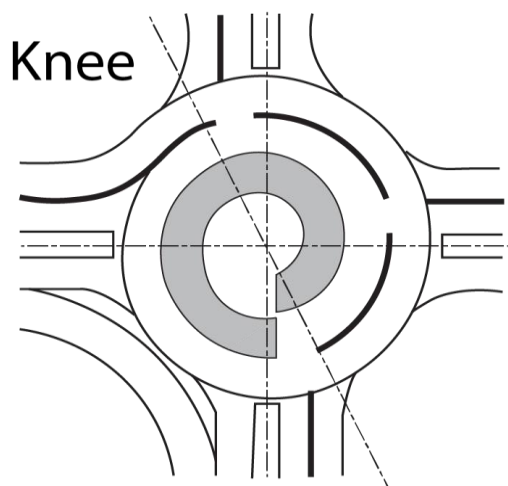
Capacity: 3500 pcsu/h

Рис. 2.2 - базове турбокільце.
пропускна здатність 3500 авт/год



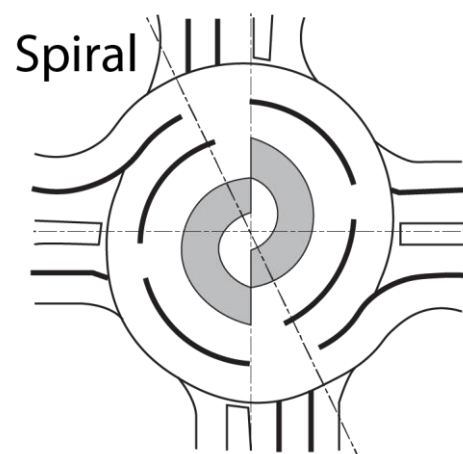
Capacity: 2800 pcsu/h

Рис. 2.3 - схема - яйце.
пропускна здатність 2800 авт/год



Capacity: 3500 pcsu/h

Рис. 2.4 - схема - коліно.
пропускна здатність 3500 авт/год.



Capacity: 4000 pcsu/h

Рис. 2.5 - схема - спіраль.
пропускна здатність 4000 авт/год

Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата

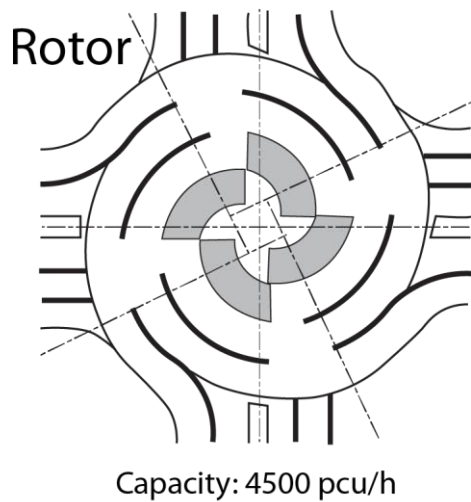


Рис. 2.6 - схема - ротор.

пропускна здатність 4500 авт/год [12]

Міжнародна оцінка безпеки на основі аварій свідчить про те, що перехід перехрестя з регульованою схемою руху або поворотним перехрестям старого типу на турбокільце пов'язано зі зниженням частоти аварій на 76% [13].

Геометричні особливості турбокільця допомагають у виборі та зміні смуги руху, а також у поведінці на в'їзді та виїзді, що зменшує кількість серйозних аварій на багато смугових розв'язках 2x2. Спіральна конструкція дороги та розділювачі смуг змушують водіїв обирати правильну смугу перед в'їздом, щоб виїхати в потрібному напрямку. На двосмугових з'їздах турбокільце водії внутрішньої смуги роблять "поворот", щоб виїхати, як у саморегульованих кільцевих перетинах.

Однак турбокільце усуває необхідність перетину зовнішньої смуги водіями з внутрішньої смуги, примушуючи їх виїжджати через зовнішню смугу. Геометрія турбокільця також допомагає контролювати швидкість ТЗ, які в'їжджають, рухаються і виїжджають з перетину. Пропускна здатність турбокільця очікується на рівні з іншими сучасними багато смуговими розв'язками.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							32
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Каналізований перетин

Для підвищення безпеки дорожнього руху та збільшення пропускнуої здатності на перетинах, на початку 20-х років XX століття у деяких країнах почали впроваджувати так звані каналізовані перетини. На таких перетинах для кожного напрямку руху виділялися окремі смуги (канали), які були розділені острівцями, смугами та дорожньою розміткою. Найбільшого поширення такі перетини набули в США, Німеччині, Англії, Італії та інших країнах.

Каналізування руху передбачає виділення на проїзній частині зон (острівців безпеки або напрямних острівців), на які в'їзд автомобілів заборонений. Це дозволяє:

- розподіляти транспортні потоки за напрямками;
- зменшувати зайву площу проїзної частини та звужувати зону конфлікту до розмірів конфліктної точки;
- забезпечувати правильне початкове та кінцеве положення автомобіля при виконанні маневрів;
- захищати пішоходів і засоби регулювання руху;
- примусово знижувати швидкість транспортного потоку.

Використання напрямних острівців потребує певного розширення площі розв'язки. Збільшення кількості "каналів" підвищує будівельні витрати, але водночас покращує безпеку дорожнього руху.

Напрямні острівці на головних та другорядних дорогах призначені для організації дорожнього руху. Вони відокремлюють транзитний транспорт від транспорту, який повертає, або транспортні потоки різних напрямків, виділяючи для кожного з них окремі смуги руху, що забезпечує плавне розділення або злиття потоків.

До каналізованих належать перетини і примикання вулиць і магістралей, де рух організовано за допомогою окремих з'їздів, напрямних острівців та дорожньої розмітки. Інші перетини в одному рівні (крім

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		33

кільцевих – саморегульованих та турбокілець) вважаються необладнаними.

Коефіцієнти відносної аварійності конфліктних точок [14]. табл. 2.2

Взаємодія потоків руху	Значення K_i при перетинанні	
	необладнаному	каналізованому
Розділення двох потоків	0,0015	0,0010
Перетинання двох потоків, що повертають	0,0020	0,0005
Злиття двох потоків, що повертають	0,0025	0,0012

Тут ми бачимо суттєву різницю коефіцієнтів аварійності необладнаних і каналізованих перетинів, що виражає ефективність і доцільність каналізування.

На каналізованих перетинах в одному рівні, де для кожного напрямку виділена окрема смуга руху, взаємні перешкоди виникають лише між автомобілями, які здійснюють лівий поворот, і автомобілями, які перетинають головну дорогу з другорядної у прямому напрямку. Тому до інтенсивності руху на каналізованому перетині, на відміну від необладнаного, включають тільки лівоповоротний рух на головній та другорядній дорогах, тоді як правоповоротний рух розглядається як окремий потік транспорту, максимальна можлива інтенсивність якого обмежується інтенсивністю руху по головній дорозі.

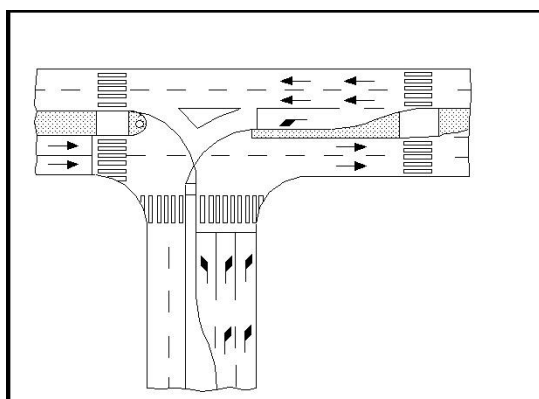


Рис. 2.7 - схема каналізованого перетину.

2.2. Обґрунтування вибору схеми організації руху на перетині міських магістралей

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

$$\sum N_{\text{пер}} \geq \sum N_{\text{розр}}, \quad (1)$$

де

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

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

Визначення пропускної здатності нерегульованого перетину:

На рис. 2.8 зображена схема нерегульованого перетину.

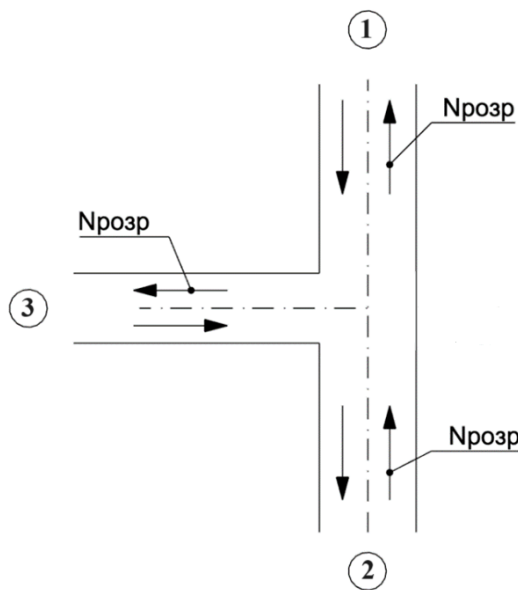


Рис. 2.8 - приклад схеми нерегульованого перетину.

Пропускна здатність однієї смуги руху визначається за формулою:

$$N_{\text{см}} = \frac{1800}{t_0}, \quad (2)$$

$$N_{\text{см (маг 1-2)}} = \frac{1800}{7,16} = 251 \text{ авт./год}$$

$$N_{\text{см (маг 1-2)}} = \frac{1800}{7,16} = 251 \text{ авт./год}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							35
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

де

t_0 – час проходження перетину,

$$t_0 = t_p + t_1 + t_2 + t_3 + \Delta t, \quad (3)$$
$$t_{0(\text{маг 1-2})} = 1 + 1 + 1 + 3,16 + 1 = 7,16 \text{ с.}$$
$$t_{0(\text{маг 3})} = 1 + 1 + 1 + 3,16 + 1 = 7,16 \text{ с.}$$

де

t_p – час реакції водія (1 с);

t_1 – час вмикання передачі (1 с);

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

t_3 – час проходження «небезпечної зони» перетину, с;

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

Час проходження «небезпечної зони» перетину:

$$t_3 = D / V_{\text{сер}}, \quad (4)$$
$$t_{3(\text{маг1-2})} = 29 / 9,17 = 3,16 \text{ с.}$$
$$t_{3(\text{маг 3})} = 29 / 9,17 = 3,16 \text{ с.}$$

де

D – відстань між границями перетину;

$V_{\text{сер}}$ – середня швидкість на перетині (прийємо 30 км/год = 8,33 м/с);

Встановлюємо відстань між границями перетину (рис. 8)

$$D = B_{\text{маг}} + l_a + c, \quad (5)$$
$$D_{\text{маг(1-2)}} = 14 + 5 + 10 = 29 \text{ м.}$$
$$D_{\text{маг(3)}} = 14 + 5 + 10 = 29 \text{ м.}$$

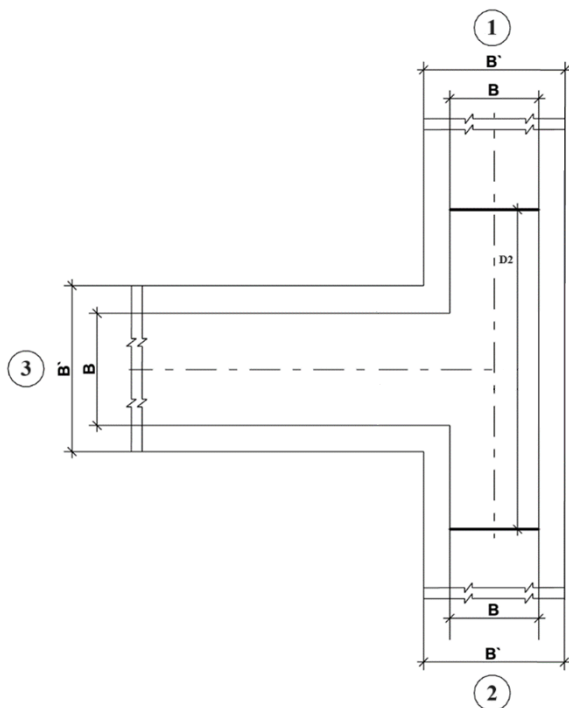
де

b – розміри проїзної частини магістралей, що перетинаються (14 м);

l_a – середня довжина автомобіля (5 м);

c – відстань безпеки (10 м).

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							36
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



B – ширина проїзної частини; B' – ширина магістралі в червоних лініях

Рис. 2.9 - встановлення геометричних границь перехрестя.

Середня швидкість на перехресті встановлюється за формулою, м/с:

$$V_{\text{сер}} = \frac{V_{\text{поч.}} + V_{\text{роз.}}}{2}, \quad (6)$$

$$V_{\text{сер}} = \frac{6 + 60}{2} = 33 \text{ км/год} = 9,17 \text{ м/с}$$

де

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

$V_{\text{роз.}}$ – розрахункова швидкість руху транспорту на перехресті (60 км/год).

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

$$N_{\text{п.ч.}} = 2N_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (7)$$

$$N_{\text{п.ч.}} (\text{маг 1-2}) = 2 \times 251 \times 1,9 = 954 \text{ авт/год.}$$

$$N_{\text{п.ч.}} (\text{маг 3}) = 2 \times 251 \times 1,9 = 954 \text{ авт/год.}$$

де

k_n – коефіцієнт ефективності використання смуг руху транспортом для відповідної магістралі ($k_n = 1,9$)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							37
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Пропускна здатність вузла дорівнює сумі пропускних здатностей усіх входів або виходів з нього.

$$N_{\text{пер}} = \Sigma N_{\text{п.ч.}} \quad (8)$$

$$N_{\text{пер}} = 954 + 954 = 1908 \text{ авт/год}$$

Робимо висновок про недоцільність влаштування нерегульованого перехрестя, виходячи з умови відповідності очікуваної перспективної інтенсивності на ньому і можливої його пропускної здатності.

Оскільки $N_{\text{пер}} = 1908 \text{ авт/год} < N_{\text{розр}} = 3892 \text{ авт/год}$, то вибір даної схеми організації руху на перехресті є недоцільною.

Визначення пропускної здатності регульованого перетину:

Пропускна здатність однієї смуги руху транспорту у стоп-лінії на перетині для кожної магістралі може бути визначена за формулою:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot (t_3 - 0,5V_0/a)}{t_0 T_{\text{ц}}}, \quad (9)$$

$$N_{\text{см (маг 1-2)}} = \frac{3600 \cdot (25 - 0,5 \times \frac{8,33}{1})}{2 \times 56} = 670 \text{ авт/год}$$

$$N_{\text{см (маг 3)}} = \frac{3600 \cdot (25 - 0,5 \times \frac{8,33}{1})}{2 \times 56} = 670 \text{ авт/год}$$

де t_3 – тривалість зеленого сигналу світлофора для даної магістралі, (Оскільки по завданню не вказано прийємо умовно 25 с);

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

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу роботи світлофора на перехресті $t_4 + t_3 + 2t_{\text{жс}}$, (56 с);

V_0 – типова швидкість проходження перетину (30,0 км/год = 8,33 м/с).

Тоді пропускна здатність проїзної частини магістралей, що перетинаються, дорівнює:

$$N_{\text{п.ч.}} = 2N_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (10)$$

$$N_{\text{п.ч. (маг 1-2)}} = 2 \times 670 \times 1,9 = 2546 \text{ авт/год.}$$

$$N_{\text{п.ч. (маг 3)}} = 2 \times 670 \times 1,9 = 2546 \text{ авт/год.}$$

Величини коефіцієнтів ефективності використання смуги руху транспорту приймаються ті ж, що і раніше у виразах.

Пропускна здатність перехрестя (вузла)

$$N_{\text{пер}} = \Sigma N_{\text{п.ч.}} \quad (11)$$

$$N_{\text{пер}} = 2546 + 2546 = 5092 \text{ авт/год}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							38
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Оскільки $N_{пер} = 5092 \text{ авт/год} > N_{розр} = 3892 \text{ авт/год}$.

Для подальшого розрахунку приймаємо саморегульовану схему організації руху з міркувань перспективності та економічної доцільності.

Визначення доцільності влаштування саморегульованого кільцевого перехрестя:

Доцільність влаштування саморегульованого кільцевого перехрестя встановлюю за наслідками визначення величини інтенсивності конфліктних потоків транспорту в найбільш завантажених перерізах, які слід звести в наступну таблицю.

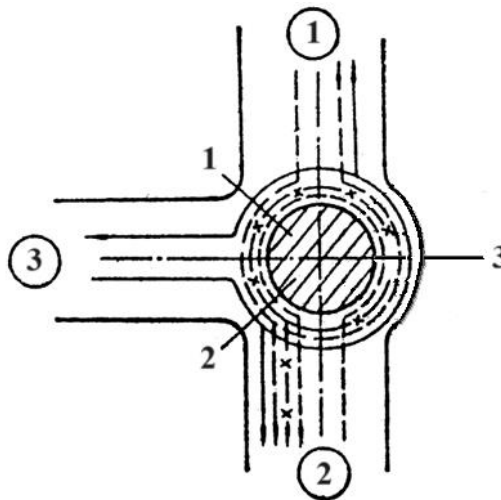


Рис. 2.10 - схема кільця з нумерацією перерізів.

Інтенсивність транспорту на перерізах

табл. 2.3

	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	1-2	1197	1-2	1197	1-2	0
3	1-3	210	1-3	0	1-3	0
4	2-1	0	2-1	0	2-1	1461
5	2-2	0	2-2	0	2-2	0
6	2-3	439	2-3	0	2-3	439
7	3-1	0	3-1	122	3-1	122

8	3-2	0	3-2	463	3-2	0
9	3-3	0	3-3	0	3-3	0
	$\sum N_p$	1846	$\sum N_p$	1782	$\sum N_p$	2022

Пікова інтенсивність транспортного потоку на вузлі

табл. 2.4

Напрямок магістралі		Вихід			\sum вих
		1	2	3	
Вхід	1	-	1197	210	1407
	2	1461	-	439	1900
	3	122	463	-	585
\sum вхід		1583	1660	649	<u>3892</u>

Проаналізувавши варіанти інженерно-планувальних рішень, такі як саморегульований кільцевий перетин, турбокільце та каналізований перетин, було виявлено особливості кожного з них. Порівняння з існуючим положенням показало доцільність зміни конструктивних рішень для підвищення безпеки та рівня обслуговування транспортного потоку на перетині. Для подальшого розгляду обрано варіант саморегульованого кільцевого перетину.

2.3 Обґрунтування вибору розрахункової швидкості на перетині магістралей

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.

$$V_H \geq V_{\text{розр}} \quad (12)$$

Згідно з чинними в Україні Правил дорожнього руху (ПДР), приймаємо:
 $V_H = 50$ км/год.

$$50 \text{ км/год.} \geq V_{\text{розр}}$$

Розрахункова швидкість $V_{\text{розр}}$ може забезпечити максимальну пропускну здатність перетину, тобто тоді вона повинна бути не меншою ніж оптимальна швидкість перетину.

$$V_3 \geq V_{\text{розр}} \geq V_{\text{опт}}, \quad (13)$$

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

Оскільки у нас реальний вузол то V_3 буде встановлена під час проєктування геометрії СКП

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

Оптимальну швидкість руху транспорту ($V_{\text{опт}}$) визначаємо за формулою:

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(l_a + l_6) \cdot 2g \cdot (\varphi + f + i)}{k_e - k_1}} \quad (14)$$

де

l_a – довжина розрахункового автомобіля (приймаємо 5 м);

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

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування (прийму 1,6);

k_1 – коефіцієнт гальмування переднього автомобіля в екстремальних умовах (приймаємо 1,1);

g – прискорення сили тяжіння (приймаю 9,81 м/с²);

φ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини (приймаємо для середніх кліматичних умов 0.4);

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							41
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

f – коефіцієнт опору кочення (приймаємо для асфальтобетонних покриттів 0.02);

i – похил ділянки магістралі (приймаємо + 0.02).

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(5+2) \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot (0,4+0,02+0,02)}{1,6-1,1}} = 10,99 \text{ м/с} = 39,56 \text{ км/год} \approx 40 \text{ км/год}$$

Для подальших розрахунків приймаємо $V_{\text{розр}} = V_3$. Але за необхідності збільшення пропускної здатності СКП, залишаємо за собою можливість збільшення $V_{\text{розр}}$ в сторону $V_{\text{опт}}$, пропорційно необхідній пропускній здатності, але не більше $V_{\text{розр}}=40$ км/год.

2.4 Розрахунок ширини проїжджої частини магістралей

Методика проектування геометричних елементів поперечних профілів магістралей, які приймаємо аналогічно підходу до їх проектування на перегонах магістралей.

Для визначення ширини проїжджої частини магістралей, які перетинаються, знаходимо необхідну кількість смуг руху транспорту, **для кожної магістралі окремо**, за алгоритмом, наведеним нижче:

1. Визначаємо пропускну здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600V_p}{l_a + l_6 + V_p \cdot t_p + (k_e - k_1) \cdot \frac{V_p^2}{[2 \cdot g \cdot (\phi + f \pm i)]}}, \quad (15)$$

де

V_p – швидкість руху транспорту, яку приймаємо залежно від категорії магістралі та умов руху на ній (див. ДБН [1] табл. 5.1 п. 5.1.1, для магістралі 1-2 (загальноміського значення) приймаємо $V_p = 60$ км/год (16,67 м/с), для магістралі 3 (районного значення) приймаємо $V_p = 60$ км/год (16,67 м/с));

t_p – час реакції водія та період спрацювання гальмівної системи автомобіля (1,0 с).

l_a – довжина розрахункового автомобіля (приймаємо 5 м);

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

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування транспорту (приймаємо 1,6);

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

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							42
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

g – прискорення вільного падіння (приймаємо $9,81 \text{ м/с}^2$);
 ϕ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїзної частини (приймаємо для середніх кліматичних умов $0,4$);
 f – коефіцієнт опору коченню (приймаємо $0,02$);
 i – поздовжній похил ділянки магістралі (приймаємо $+0,02$).

$$N_{\text{см}(1-2)} = \frac{3600 \cdot 16,67}{5+2+16,67 \cdot 1 + (1,6-1,1) \cdot \frac{16,67^2}{[2 \cdot 9,81 \cdot (0,4+0,02+0,02)]}} = 1509 \text{ авто/год}$$

$$N_{\text{см}(3)} = \frac{3600 \cdot 16,67}{5+2+16,67 \cdot 1 + (1,6-1,1) \cdot \frac{16,67^2}{[2 \cdot 9,81 \cdot (0,4+0,02+0,02)]}} = 1509 \text{ авто/год}$$

2. Встановлюємо коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність кожної магістралі:

$$\delta = \frac{L}{L + \frac{V_p^2}{(2a)} + \frac{V_p^2}{(2b)} + \frac{V_p(t_{\text{ч}} + 2t_{\text{ж}})}{2}} \quad (16)$$

де

L – відстань між сусідніми регульованими перетинами на магістралі (для магістралі 1-2 приймаємо 509 м (виміряно на карті), для магістралі 3 приймаємо коефіцієнт рівний $\delta_{(3)} = 1$, оскільки світлофорів на цій вулиці немає);

a – прискорення автомобіля при розгоні (приймаємо 1 м/с^2);

b – сповільнення автомобіля при гальмуванні (приймаємо $1,05 \text{ м/с}^2$);

$t_{\text{ч}}$, $t_{\text{ж}}$ – тривалість червоного та жовтого сигналів світлофора для даної магістралі (для магістралі 1-2 приймаємо $t_{\text{ч}} = 25 \text{ с}$, $t_{\text{ж}} = 3 \text{ с}$ (оскільки у завданні не вказано точного значення приймаю умовно)).

$$\delta_{(1-2)} = \frac{509}{509 + \frac{16,67^2}{(2 \cdot 1)} + \frac{16,67^2}{(2 \cdot 1,05)} + \frac{16,67 \cdot (25 + 2 \cdot 3)}{2}} = 0.49$$

$$\delta_{(3)} = 1$$

Оскільки на вул. 3 немає світлофорів то і впливу на пропускну здатність не буде від світлофорного регулювання

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

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							43
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

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

$$N'_{\text{см}} = N_{\text{см}} \cdot \delta, \quad (17)$$

де

$N_{\text{см}}$ – пропускну здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні;

δ – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі.

$$N'_{\text{см}(1-2)} = 1509 \cdot 0,49 = 739 \text{ авт/год}$$

$$N'_{\text{см}(3)} = 1509 \cdot 1 = 1509 \text{ авт/год}$$

4. Визначаємо необхідну кількість смуг руху транспорту на кожній магістралі:

$$n = \frac{N_{\text{розр}}}{N'_{\text{см}}}, \quad (18)$$

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;

Пікова інтенсивність транспортного потоку на вузлі

табл. 2.5

Напряма магістралі	Вихід			\sum вих	
	1	2	3		
Вхід	1	-	1197	210	1407
	2	1461	-	439	1900
	3	122	463	-	585
\sum вхід	1583	1660	649		<u>3892</u>

$$N_{\text{розр}(1-2)} = 1900 \text{ авт/год}$$

$$N_{\text{розр}(3)} = 649 \text{ авт/год}$$

$$n_{(1-2)} = \frac{1900}{739} = 2,57$$

$$n_{(3)} = \frac{649}{1509} = 0,43$$

По розрахунках виходить що потрібно:

$$n_{(1-3)} = 3 \text{ смуги}$$

$$n_{(2-4)} = 1 \text{ смуга}$$

Отриману величину кількості смуг руху транспорту порівнюємо з вимогами ДБН [2] і для подальшого проєктування 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

Згідно з раціональністю й економією залишаємо ширину проїжджої частини яка є в реальності:

$$n_{(1-2)} = 2 \text{ смуги}$$

$$n_{(3)} = 2 \text{ смуга}$$

5. Пропускнуну здатність кожної магістралі в одну сторону визначаємо за формулою:

$$N_{\text{маг}} = N'_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (19)$$

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.

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

$$N_{\text{маг}(1-2)} = 739 \cdot 1,9 = 1404 \text{ авт/год}$$

$$N_{\text{маг}(3)} = 1509 \cdot 1,9 = 2867 \text{ авт/год}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							45
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

6. Перевіряємо виконання умови для кожної магістралі:

$$N_{\text{маг}} \geq N_{\text{розр}}, \quad (20)$$

Для магістралі (1-2): $1404 < 1900$

Для магістралі (3): $2867 > 649$

Умова частково виконується, переходимо до подальших розрахунків

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

$$B_{\text{маг}} = 2nb + r + 2\Delta, \quad (21)$$

де

n – прийнята для проектування кількість смуг руху транспорту;

b – ширина однієї смуги руху транспорту (приймаємо для маг 1-2, 3 = 3 м відповідно до ДБН [2]);

r – ширина центральної розділювальної смуги між напрямками руху транспорту (приймаємо для маг. 1-2 = 1 м, і для маг. 3 = 1, відповідно до п. 5.1.14 ДБН [2] оскільки умови у нас стислі);

Δ – ширина укріпленої смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем (приймаємо для маг. 1-2, 3 = 0,5 м відповідно до п. 5.1.12 ДБН [2]).

$$B_{\text{маг}(1-3)} = 2 \cdot 2 \cdot 3 + 1 + 2 \cdot 0,5 = 14 \text{ м}$$

$$B_{\text{маг}(2-4)} = 2 \cdot 2 \cdot 3 + 1 + 2 \cdot 0,5 = 14 \text{ м}$$

2.5 Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів

Оскільки по завданню інтенсивності пішоходів не вказані приймемо ширину тротуарів відповідно до ДБН [2] для магістралі відповідної категорії. За завданням у мене вулиця 1-2 загальноміського значення і вулиця 3 районного і для них згідно з пунктом 5.1.1 таблиці 5.1 мінімальна ширина пішохідної зони тротуару відповідно становить 3 м і 2.25 м. Тому приймаємо для вулиці 1-2 ширину тротуару рівною 3 м і для вулиці 3 відповідно 2.25 м.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							46
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Згідно з ДБН [2] табл. 5.5 необхідно передбачити розділювальну смугу між проїзною частиною і тротуаром оскільки у нас умови стислі то прийmemo для наших вулиць ширину розділювальної смуги 1,0 м.

2.6 Проектування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину

Розробляю типовий поперечний профіль в межах червоних ліній, у яких набір окремих елементів, розміри та взаємне розташування не змінюється по довжині магістралі.

Елементами поперечного профілю є:

- проїжджа частина;
- пішохідна частина тротуару;
- розподільча смуга між проїжджою частиною і пішохідною частиною тротуарів;
- смуги для розміщення підземних інженерних комунікацій (на них не дозволяється розміщувати споруди, висаджувати дерева та високорослі чагарники);
- смуги озеленення для привабливості магістралей та зниження негативного впливу транспорту на навколишнє середовище магістралі.

Розміри геометричних елементів обґрунтовую розрахунками та відповідними нормативами.

Згідно з п. 2.12 ДБН [2] ширину розподільчих смуг між елементами поперечного профілю магістралі приймаю, виходячи з умов розміщення підземних комунікацій, озеленення, необхідності зниження дії транспорту на навколишнє середовище.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		47

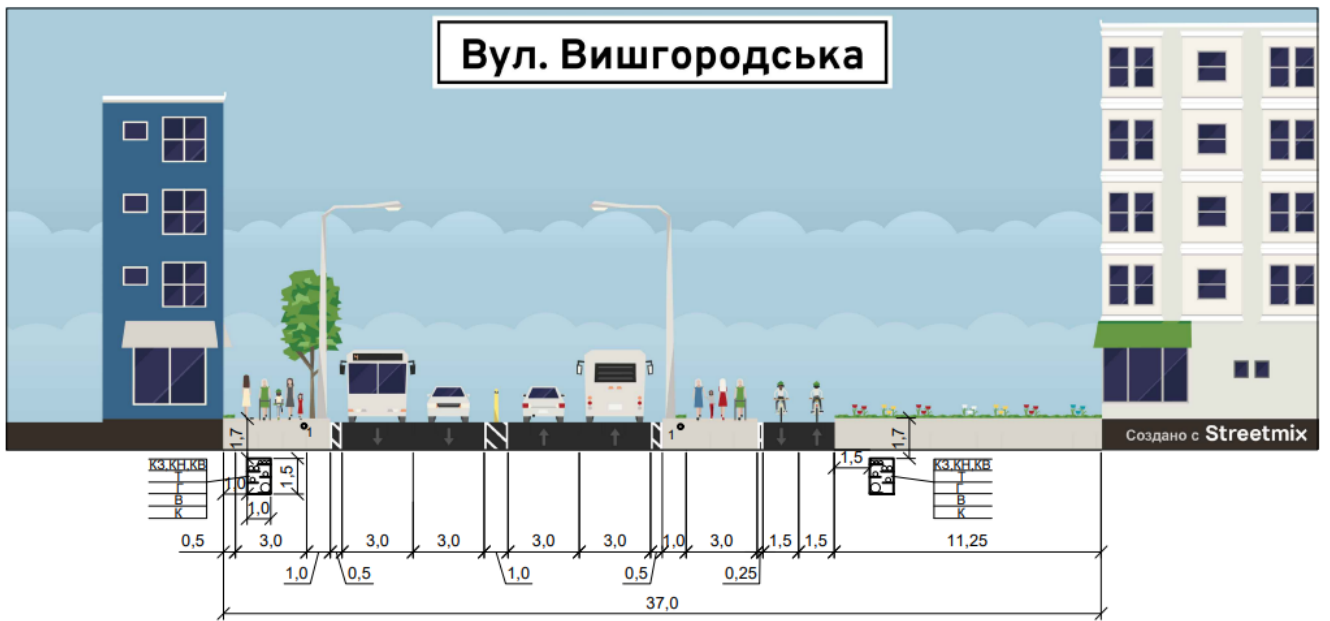


Рис. 2.11 - типовий поперечний переріз вул. Вишгородська.

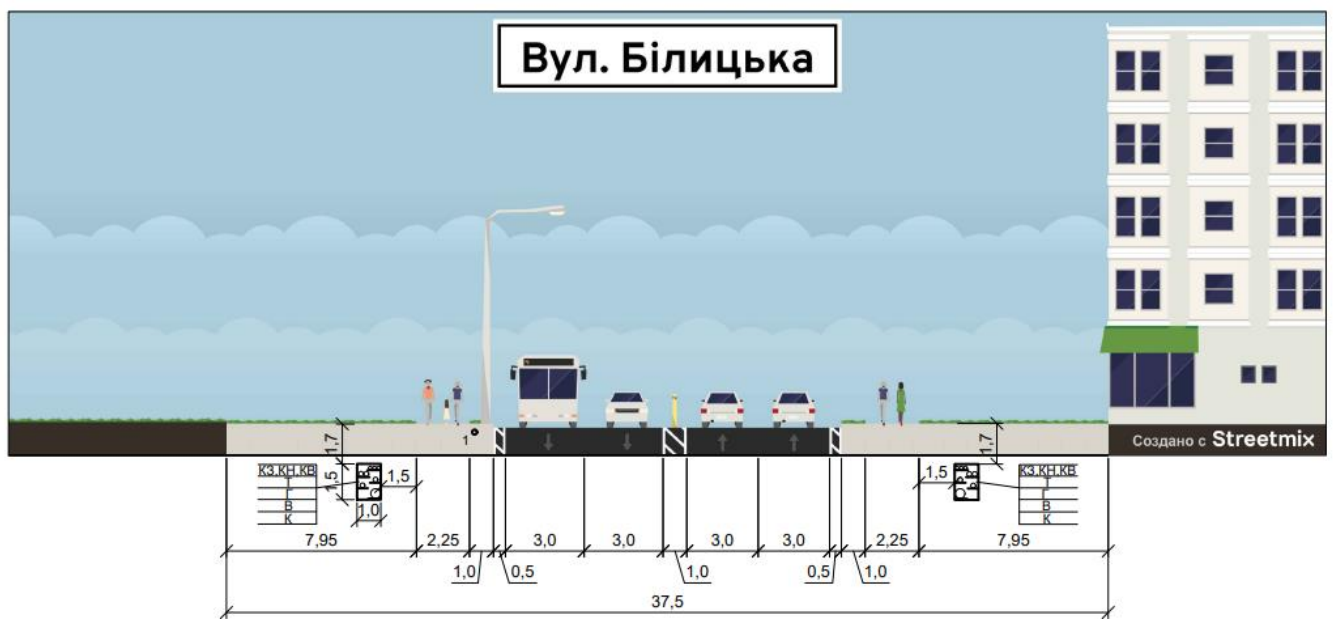


Рис. 2.12 - типовий поперечний переріз вул. Білицька.

2.7 Проектування поздовжніх профілей

Особливістю проектування поздовжніх профілів магістралей, які перетинаються, є необхідність ув'язки цих профілів у точці перетину їх осей в плані, а також добитись, щоб кільцевий острівець лежав в одній площині.

Виконання поздовжніх профілів магістралей, які перетинаються, проводиться окремо для кожної з магістралей, з обов'язковим використанням існуючих норм на проектування поздовжнього профілю. Тому рекомендовано спочатку запроєктувати поздовжні профілі магістралі з найбільш складним рельєфом і на ній визначити відмітку в точці перетину осей магістралей. Другу магістраль проєктують з урахуванням цієї відмітки.

Головним питанням при проєктуванні поздовжнього профілю є :

- мінімальний обсяг будівельних робіт;
- виконання умов безпеки руху;
- ефективність водовідведення.

Проектування поздовжніх профілів магістралей розпочинають із встановлення величини мінімального кроку його проектування (тобто мінімальна відстань між точками переломлення поздовжнього профілю), приймаю згідно з ДБН [2].

Основні нормативи проектування поздовжнього профілю приймають залежно від розрахункової швидкості ДБН [2] табл. 2.8.

Для розрахункової швидкості 30 км/год:

- найбільший поздовжній похил – 60‰
- мінімальний радіус випуклих вертикальних кривих – 600
- мінімальний радіус увігнутих кривих – 200
- алгебраїчна різниця похилів поздовжнього профілю – 15‰ і більше.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		49

2.8 Вертикальне планування територій, де розташований перетин

Вертикальне планування території магістралей як на підходах до перетину магістралей, так і в його межах, виконую проектними горизонталями. Оформлюю креслення в М 1:500 з висотою перерізу проектних горизонталей 0,20 м.

При вертикальному плануванні території магістралей чітко дотримуюсь вимог безпеки та зручності руху транспорту й пішоходів, вимог організації поверхневого стоку та мінімізації земляних робіт, а також і будівельних робіт в цілому.

При виконанні вертикального планування на СКП спочатку наношу горизонталі на підходах до перехрестя з кроком 20 см. Після цього наношу горизонталі в межах перехрестя з кроком 20 см. Після цього наношу горизонталі в межах перехрестя та узгоджую їх положення з вертикальним плануванням магістралей на підходах до перехрестя.

Після побудови проектних горизонталей на проїжджій частині наношу горизонталі на поверхні тротуарів, смуг зелених насаджень і напрямних острівців із врахуванням величини їх підвищення над проїзною частиною. Похил на проїзній частині й тротуарах приймаю 20‰ і 15‰ відповідно.

На кресленні вертикального планування перехрестя показую яким чином повинна сполучатись проектна поверхня з існуючим рельєфом.

На цьому ж кресленні окремими фрагментами показую розрізи прийняті варіанти входів до пішохідних тунелів.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		50

2.9 Проектування поверхневого стоку

Проектування водовідвідних систем і споруд необхідно проводити виходячи з місцевих природних, архітектурно-планувальних і санітарно-гігієнічних умов ДБН [2] п. 6.2; 6.3; 6.7.

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

На при магістральній території можливе незалежне вирішення організації поверхневого стоку, тому гідрологічні та гідравлічні розрахунки гілок і колекторів (діаметри труб гілок і колекторів) приймаю, мінімальні. Для вирішення проблеми водовідведення з поверхні території магістралі передбачаю конструктивне розміщення зливоприймальних споруд, які розміщують у лотках проїжджої частини за такими принципами:

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

Решту зливоприймальних споруд при ширині проїжджої частини магістралей до 30 м і відсутності притоку дощової води з при магістральної території розміщуюю конструктивно на відстанях, залежно від поздовжнього похилу ділянки магістралі (виключаючи з цього ряду ділянки локальних найвищих точок) за такими даними:

- при похилі в межах 4-6‰ – приймаю відстань 60 м;
- при похилі в межах 6-10‰ – приймаю відстань 70 м;
- при похилі в межах 10-30‰ – приймаю відстань 80 м.
- при похилі більше 30‰ – приймаю відстань 90 м.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		51

2.10 Визначення обсягів земляних робіт

При влаштуванні перетину значними є земляні роботи, до яких слід віднести: влаштування виїмок та насипів ґрунту для будівництва проїжджої частини та пішохідної частини тротуарів магістралей, а також проведення опоряджувальних планувальних робіт усієї території перетину магістралей.

Визначення обсягів земляних робіт

табл. 2.6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	1968,1	13,2	76,2	225,3	260,3	210,0	246,2	421,6	348,7	79,3	54,8	32,4
2	Насип											
3	4997,3	131,9	699,1	1221,9	804,1	612,1	613,1	443,7	174,5	143,9	134,8	18,0
4	Зрізка											

Визначення обсягів земляних робіт виконано у програмному забезпеченні Civil 3D (Лента – вкладка Аналіз – Пульт управління об'ємами – Створити нову поверхню для вичитування об'ємів). Чистий об'єм зрізки – 4997,3 м³., насипу - 1968,1 м³.

2.11 Кошторисно – фінансовий розрахунок

Зведена таблиця розрахунку вартості робіт

табл. 2.7

№ п/п	Види будівельних робіт	Од. виміру	Вартість одиниці, грн.	Обсяг робіт	Загальна вартість, грн.
1.	Земляні роботи	м ³	300	4997,3	1 499 190
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей в межах проєкту	м ²	3000	7626	22 878 000
3.	Влаштування дорожнього одягу пішохідної частини тротуару / велосипедної доріжки	м ²	1500	6677/1699	10 015 500 / 2 548 500
Влаштування водовідведення					
4.	Влаштування дощеприймального колектора	1 м.п.	10000	364	3 640 000
5.	Влаштування дощоприймальних колодязів	1 шт.	15000	16	240 000
6.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	693,7	346 850
7.	Влаштування освітлювальних опор	шт	15000	22	330 000
8.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м ²	10000	Недоцільне влаштування	
	Сума проміжна				41 498 040
	Прокладка інженерних мереж	(15% с.п)			6 224 706
	Сума	-	-	-	47 722 746

2.12 Визначення техніко – економічних показників проекту

Річні дорожні витрати.

Річні дорожні витрати визначають як витрати, які складаються з щорічних витрат на реконструкцію і капітальний ремонт дорожнього одягу. Порахуємо річні дорожні витрати до реконструкції перетину (Д) і після реконструкції перетину (Д').

$$Д = 0,01C_{од}(p_1 + p_2) + F*a \quad (22)$$

$$Д = 0,01*22\ 146\ 000*(6 + 1) + 7\ 382*100 = 2\ 288\ 420 \text{ грн.}$$

$$Д' = 0,01*22\ 878\ 000*(6 + 1) + 7\ 626*100 = 2\ 364\ 060 \text{ грн.}$$

де,

$C_{од}$ – вартість будівництва дорожнього одягу.

p_1 – щорічний процент відрахувань на реконструкцію та капітальний ремонт дорожнього одягу (6%);

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

F – площа дорожнього покриття;

a – вартість утримання m^2 дорожнього покриття перехрестя (100 грн).

Як бачимо, дорожні витрати після реконструкції стали більшими, бо збільшилась площа дорожнього покриття.

$$2\ 364\ 060 - 2\ 288\ 420 = 75\ 640 \text{ грн.}$$

Річні транспортні витрати.

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:

$$\sum K = (\sum T_{год} + \sum T_{дод}) \times S, \quad (23)$$

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

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

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							54
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

S- вартість погодинної оплати в місті Києві. 133,5 грн [15].

Для кожної магістралі вони визначаються за даною формулою до реконструкції (ΣK) і після ($\Sigma K'$).

Рахуємо витрати до реконструкції:

$$\Sigma T = N * \frac{t_k + 2 * t_{ж}}{2 * 3600 * T_{ц}} ((t_k + t_{ж}) + 0,56 * V) * \frac{365}{\beta} \quad (24)$$

$$\Sigma T_1 = 1407 * \frac{25 + 2 * 3}{2 * 3600 * 56} ((25 + 3) + 0,56 * 8,33) * \frac{365}{0,085} = 15\,173,62 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma T_2 = 1900 * \frac{25 + 2 * 3}{2 * 3600 * 56} ((25 + 3) + 0,56 * 8,33) * \frac{365}{0,085} = 20\,490,32 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma T_3 = 585 * \frac{25 + 2 * 3}{2 * 3600 * 56} ((25 + 3) + 0,56 * 8,33) * \frac{365}{0,085} = 6\,308,86 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma T_{\text{год}} = 15\,173,62 + 20\,490,32 + 6\,308,86 = 41\,972,80 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma T_{\text{дод}} = N * \frac{L}{V} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{\beta} \quad (25)$$

$$\Sigma T_{\text{дод1вх}} = 1407 * \frac{108,44}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 21\,848 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma T_{\text{дод1вих}} = 1583 * \frac{108,44}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 24\,581 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma T_{\text{дод2вх}} = 1660 * \frac{119,39}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 28\,379 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma T_{\text{дод2вих}} = 1735 * \frac{119,39}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 29\,662 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma T_{\text{дод3вх}} = 585 * \frac{107,51}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 9\,006 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma T_{\text{дод3вих}} = 649 * \frac{107,51}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} = 9\,991 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma T_{\text{дод}} = 123\,467 \text{ год/рік}$$

$$\Sigma K = (41\,972,80 + 123\,467) * 133,5 = 22\,086\,213 \text{ грн}$$

де

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

t_k – тривалість червоного сигналу, (25 с);

$t_{ж}$ – тривалість жовтого сигналу, (3 с);

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							55
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$t_{ц}$ – тривалість світлофорного циклу, (56 с);

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

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту(0,085);

L - відстань від межі перетину до стоп лінії.

Для знаходження $\Sigma K'$ необхідно знайти витрати часу на рух транспорту через перетин.

Пікова інтенсивність транспортного потоку на вузлі табл. 2.8

Напрямок магістралі		Вихід			Σ вих
		1	2	3	
Вхід	1	-	1197	210	1407
	2	1461	-	439	1900
	3	122	463	-	585
Σ вхід		1583	1660	649	<u>3892</u>

Витрати часу на рух транспорту через перетин магістралей, с табл. 2.9

Напрямок магістралей		Вихід		
		1	2	3
Вхід	1	-	20,7	11,3
	2	16,6	-	28,7
	3	28,4	13,2	-

Втрати в грошовому еквіваленті на перетині, грн табл. 2.10

Напрямок магістралей		Вихід			Σ вихід
		1	2	3	
Вхід	1	-	24 778	2 373	27 151
	2	24 253	-	12 599	36 852
	3	3 465	6 112	-	9 576
	Σ вхід	27 717	30 890	14 972	73 579

Річні транспортні витрати після реконструкції перетину ($\Sigma K'$) визначаємо за формулою:

$$\Sigma K' = \sum_{j=1}^n N_{зпг} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{\beta} * S \quad (26)$$

де $N_{зпг}$ – річна інтенсивність руху транспорту через перетин

S - вартість погодинної оплати в місті Києві. 133,5 грн [15].

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

$$\Sigma K' = \sum_{j=1}^n N_{\text{зар}} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{\beta} * S = 73579 * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0.085} * 133.5 = 11\,716\,734 \text{ грн}$$

Як бачимо, річні транспортні витрати після реконструкції перетину зменшилися.

Різниця річних транспортних витрат складає $22\,086\,213 - 11\,716\,734 = 10\,369\,479$ грн.

Експлуатаційні витрати.

Експлуатаційні витрати до і після реконструкції перетину будуть дорівнювати сумі річних дорожніх та річних транспортних витрат.

$$E = \Sigma K + D \quad (27)$$

$$E = \Sigma K + D = 22\,086\,213 + 2\,288\,420 = 24\,374\,633 \text{ грн.}$$

$$E' = \Sigma K' + D' \quad (28)$$

$$E' = \Sigma K' + D' = 2\,364\,060 + 11\,716\,734 = 14\,080\,794 \text{ грн.}$$

Термін окупності капіталовкладень.

При реконструкції перетину термін окупності (T_0) капіталовкладень визначаємо за формулою

$$T_0 = \frac{C}{(\Sigma K + D) - (\Sigma K' + D')} \quad (29)$$

$$T_0 = \frac{47\,722\,746}{24\,374\,633 - 14\,080\,794} = 4,6 \text{ років}$$

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

Отже, вибране інженерно-планувальне рішення, згідно з розрахунками, хоча й потребує більшої площі для його реалізації, з економічної точки зору є доцільним, і термін окупності капіталовкладень становить 4,6 років.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							57
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							58
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3.1. Освітлення

Освітлення на вулицях та в площах є важливою складовою інфраструктури міста, яка відіграє ключову роль у забезпеченні комфорту та безпеки громадян під час нічного періоду. Відповідно до Державних будівельних норм України, належне зовнішнє освітлення визнано таким важливим, що йому присвячено окремий розділ. У нових законах та нормативно-правових актах України проблемам зовнішнього освітлення приділяється увага як у контексті запровадження заходів для зменшення аварій на дорогах, так і у рамках забезпечення естетики міського благоустрою.

При проєктуванні пристроїв зовнішнього освітлення вуличних площ, автомобільних доріг повинні забезпечуватися такі вимоги:

- нормовані величини кількісних, якісних показників освітлювальних зупинок;
- раціональне використання електроенергії, тобто економічність;
- надійність роботи освітлювальних установок;
- зручність обслуговування і керування освітлювальними установками;
- безпеку обслуговуючого персоналу і населення.

Зовнішнє освітлення вулиць, доріг і площ слід проєктувати згідно з ДБН В.2.5-28.

Щодо рівня освітленості автодоріг, цей параметр залежить від їх класифікації та може змінюватися наступним чином:

- Для автомагістралей в Києві, які характеризуються великою кількістю автомобілів (від 1000 до 5000 штук на годину) і належать до категорії А, максимально допустимий рівень освітленості - 20 люкс;
- Для автомобільних доріг районного значення категорії Б з меншою інтенсивністю руху, їх рівень освітленості може коливатися від 15 лк

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		59

(від 500 до 1000 автомобілів на годину) до 10 лк (менше 500 автомобілів на годину);

- Для доріг місцевого значення (категорія В), достатньо середньої горизонтальної освітленості від 4 до 6 лк;
- Для міських автомобільних зон загального користування рівень освітленості становить 15-20 лк. Освітлення на перехрестях і на переходах повинно бути таким же яскравим.

Освітлювальні опори розміщуємо конструктивно з обох боків проїжджої частини з кроком 40 м. на магістралі 1-2 (хоча за нормами ДБН [2] розміщення з обох боків за умови якщо ширина проїжджої частини понад 15 м., у мене ця магістраль 14 м., але для тримання контактної мережі розміщуємо з обох боків.) на магістралі 3 опори освітлення розміщуємо з одної сторони з кроком 40 м. (оскільки ширина проїжджої частини 14 м.). У першу чергу приділяємо увагу освітленню перехресть магістралей, пішохідних переходів.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							60
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3.2. Конструювання дорожнього одягу

Конструкцію дорожнього одягу та матеріал покриття необхідно призначати виходячи з транспортно-експлуатаційних вимог, інтенсивності руху та складу транспортних засобів в потоці, кліматичних, ґрунтово-геологічних умов, санітарно-гігієнічних вимог, вимог безпеки та комфортності руху, забезпеченості місцевими будівельними матеріалами [16].

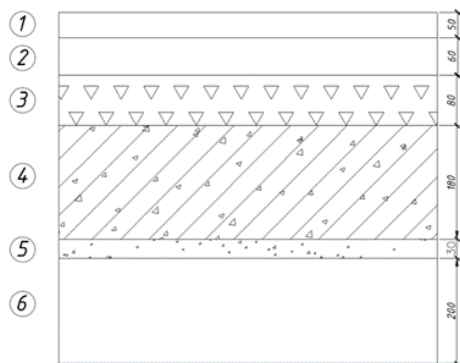
Дорожній одяг проєктується та конструюється відповідно до вимог ДБН В.2.3-4. Типи дорожнього одягу, сфера їх застосування та матеріали покриттів наведені в таблиці.

Сфера застосування покриттів дорожнього одягу табл. 3.1

Категорія дороги	Тип дорожнього одягу	Матеріал верхнього шару покриття
1-а, I-б, II	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий I марки. Щебеневомастиковий асфальтобетон. Цементобетон
III	Капітальний	Те саме
IV	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий I марки. Щебеневомастиковий асфальтобетон. Цементобетон
	Удосконалений полегшений	Кам'яні матеріали, а також підібрані матеріали з промислових відходів, оброблені в'язучими методом змішування в установці чи на дорозі (у тому числі холодний ресайклінг) або просочування з улаштуванням шару зносу
V	Удосконалений полегшений	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий II марки, асфальтобетон холодний, кам'яні матеріали або ґрунти, оброблені в установці або на дорозі (у тому числі холодний ресайклінг) або просочування з улаштуванням шару зносу
	Перехідний	Ґрунти, оброблені в установці або на дорозі (у тому числі холодний ресайклінг) або покращені добавками. Кам'яні матеріали розклинені

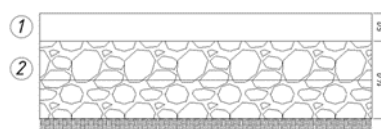
Відповідно категоріям наших вулиць, загально міського значення і районного приймаємо тип дорожнього покриття - капітальний.

Конструкція дорожнього покриття проїжджої частини



- ① асфальтобетон мілкозернистий
- ② асфальтобетон крупнозернистий
- ③ щебінь оброблений органічним в'язучим
- ④ золошлак, укріплений цементом
- ⑤ пісок оброблений бітумом
- ⑥ пісчаний підстиляючий шар

Конструкція тротуару з асфальтобетонним покриттям



- ① дрібнозернистий асфальтобетон
- ② гранітний щебінь

Рис. 3.1 - розріз конструкції дорожнього одягу.

3.3. Водовідведення

Проектування водовідвідних систем і споруд необхідно проводити виходячи з місцевих природних, архітектурно-планувальних і санітарно-гігієнічних умов ДБН [2] п. 6.2; 6.3; 6.7.

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

На при магістральній території можливе незалежне вирішення організації поверхневого стоку, тому гідрологічні та гідравлічні розрахунки гілок і колекторів (діаметри труб гілок і колекторів) приймаю, мінімальні. Для вирішення проблеми водовідведення з поверхні території магістралі передбачаю конструктивне розміщення зливоприймальних споруд, які розміщують у лотках проїжджої частини за такими принципами:

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

Решту зливоприймальних споруд при ширині проїжджої частини магістралей до 30 м і відсутності притоку дощової води з при магістральної території розміщую конструктивно на відстанях, залежно від поздовжнього похилу ділянки магістралі (виключаючи з цього ряду ділянки локальних найвищих точок) за такими даними:

- при похилі в межах 4-6‰ – приймаю відстань 60 м;
- при похилі в межах 6-10‰ – приймаю відстань 70 м;
- при похилі в межах 10-30‰ – приймаю відстань 80 м.
- при похилі більше 30‰ – приймаю відстань 90 м.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							63
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3.4. Позавуличний пішохідний перехід

При вирішенні транспортної проблеми в великих містах вживають заходи з впорядкування пішохідного руху, по створенню спеціальних пішохідних шляхів, ізольованих від транспорту, зручних і доступних населенню, що забезпечують зв'язок зі всіма великими міськими центрами.

Щоб уникнути впливу пішоходів на рух транспорту через перехрестя заплановано підземний пішохідний перехід. Розрахункові параметри переходу приймалися згідно з нормами ДБН Б.2.2-12:2018. Оскільки по завданню не встановлена інтенсивність пішохідного руху то норми приймалися відповідно до пропускну здатності пішохідного тротуару, ширина якого прийнята згідно з норм для відповідної магістралі.

Пішохідні переходи в різних рівнях із проїжджою частиною влаштовують на перетинах із кільцевим саморегульованим рухом транспортних засобів. Відстань між пішохідними тунелями слід приймати від 300 до 600 м ДБН[2] п. 6.4.8

Ширину пішохідних тунелів треба приймати залежно від інтенсивності руху пішоходів у годину пік. Приймаю ширину пішохідних тунелів 3 м.

Мінімальну ширину пішохідних тунелів в умовах міста приймають не менше 3 м.

Заглиблення підземних пішохідних тунелів від рівня вуличного тротуару до підлоги тунелю 3,3 м. ДБН[2]. Спуск у тунель має сходи та пандус. Похил сходів не перевищує умов ДБН[2].

Інші нормативні дані стосовно підземних пішохідних тунелів приймаю згідно з ДБН [2]. Розрізи пішохідного тунелю з розмірами наведені на листі 2

Умови, які впливають на розміщення пішохідного переходу в плані вулиці:

- розміщення зупинок громадського транспорту;

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		64

- характер забудови на перехресті;
- пунктів тяготіння пішоходів;

При влаштуванні пандусів ширину їх необхідно приймати не менше ніж 1,0 м, а похил в межах 50 - 100 ‰.

Похил сходів становить 1:3,3 з розміром сходинки 12 см х 38 см. В одному марші влаштовується не більше 12 сходиць. Після кожного маршу обов'язково встановлюємо проміжну площадку довжиною 1,5 м з похилом 15‰.

Біля сходів і пішохідних пандусів слід передбачати влаштування прямиків з ґратами за всією шириною. Прямки облаштовуються водовідводом.

При проектуванні пішохідних тунелів необхідно дотримуватись вимог ДБН В.1.1-7 та ДБН В.2.5-56.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							65
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3.5. Дорожні знаки

Дорожні знаки - умовні зображення певної форми, розміру і забарвлення, які встановлюються на автомобільних дорогах і вулицях населених пунктів для попередження водіїв і пішоходів про небезпечні ділянки, інформування про запроваджені обмеження в русі або ін. особливості умов руху.

Категорії дорожніх знаків

- Попереджувальні знаки повідомляють водіїв про наближення небезпечної ділянки дороги і характер небезпеки.
- Знаки пріоритету встановлюють черговість проїзду перехресть, перехрещень проїзних частин або вузьких ділянок дороги.
- Заборонні знаки запроваджують або скасовують певні обмеження в русі.
- Наказові знаки показують обов'язкові напрямки руху або дозволяють (деяким категоріям учасників) рух по проїзній частині чи її окремих ділянках, а також запроваджують або скасовують деякі обмеження.
- Інформаційно-вказівні знаки запроваджують або скасовують певний режим руху, а також інформують учасників дорожнього руху про розташування нас. пунктів, різних об'єктів, територій, де діють спец. правила.
- Знаки сервісу інформують учасників дорожнього руху про розташування об'єктів обслуговування.

У проєктній пропозиції влаштування саморегульованого кільцевого перетину я використовував такі знаки [17]:



1.6
Крутий підйом

– **1.6** - крутий підйом



2.3
Головна дорога

– **2.3** - головна дорога

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		66



2.1

Дати дорогу

– 2.4 - дати дорогу



3.3

Рух вантажних
автомобілів
заборонено

– 3.3 - рух вантажних автомобілів заборонено



4.4

Рух прямо або
праворуч

– 4.4 - рух прямо або праворуч



4.7

Об'їзд
перешкоди з
правого боку

– 4.7 - об'їзд перешкоди з правого боку



4.9

Об'їзд
перешкоди з
правого або
лівого боку

– 4.9 - об'їзд перешкоди з правого або лівого боку



5.16

Напрямки руху по
смугах

– 5.16 - напрямки руху по смугах



5.45.1

Пункт зупинки
автобуса

– 5.45.1 - пункт зупинки автобуса



5.40.1

– 5.40.1 - підземний пішохідний перехід

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		67

ВИСНОВКИ

Отримавши завдання на проектування і ознайомившись з предметом та об'єктом роботи, були поставлені такі задачі:

- Проаналізувати існуючий рівень обслуговування на перетині.
- Виявити проблеми й недоліки як самого вузла, так і прилеглої ВДМ.
- Пошук варіантів інженерно-планувальних рішень для вирішення проблем вузла та визначення одного для подальшого детального пропрацювання.
- Розрахунок та проектування обраного інженерно-планувального рішення.
- Транспортне моделювання обраного інженерно-планувального рішення задля визначення кількісних показників роботи перетину.
- Порівняння отриманих даних та результатів.
- Зробити висновки.

Було проведено аналіз типового поперечного профілю вулиць Вишгородська та Білицька в місті Києві, та виявлено не відповідність конструктивних елементів нормам ДБН [2]. Зокрема відсутність центральної розділювальної смуги, відсутність укріпленої смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем, відсутність розділювальної смуги між проїзною частиною і тротуаром, відсутність велодоріжки.

Було проведено збір даних в сервісі даних TomTom протягом тижня, де виявлено значні затримки в години ранішнього і вечірнього час пік які сягають 92.2 с., хоча протягом дня середній час затримки відносно невисокий, що вказує на неоптимізоване світлофорне регулювання.

Було проведено транспортне моделювання в ПЗ PTV Vissim для перетину. Визначено максимальну пропускну здатність у 2754 пр.од/год. По завданню пікова інтенсивність транспортного потоку на вузлі становить 3892 пр.од/год. Це свідчить про те що навантаження вузла вхідними потоками перевищує пропускну здатність що також викликає значні затримки. Також транспортна модель дала можливість визначити середню швидкість транспорту яка складає - 11.6 км/год, середню тривалість затримки - 48,86 с. та середню щільність

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		68

транспортного потоку в межах перетину - 59,8 пр.од./км. Рівень обслуговування транспортного потоку на перетині відповідає рівню F згідно з міжнародними стандартами LOS.

Розглянуто та проаналізовано такі варіанти інженерно-планувальних рішень як: саморегульований кільцевий перетин, турбокільце та каналізований перетин. Для подальших розрахунків обрано саморегульований кільцевий перетин.

За допомогою програмного забезпечення PTV Vissim розроблено транспортне моделювання обраного інженерно-планувального рішення, за допомогою якого було виявлено наступні характеристики перетину:

табл. 4.1

Об'єкт \ КП	Пропускна здатність, пр.од./год	Середній час затримки на перетині, с.	Середня швидкість на перетині, км/год,	Середня щільність на перетині, пр.од./км.
Існуючий перетин	2754	48,86	11,6	59,8
Саморегульоване кільцеве перехрестя	4836	4,91	34,35	33,6

Проаналізувавши всі дані можна зробити наступні заключення:

- пропускна на СКП відносно існуючого перетину покращилася на 56,9%
- середній час затримок на СКП відносно існуючого перетину зменшився на 89,95%
- середня швидкість на СКП відносно існуючого перетину збільшилась на 196,12%
- середня щільність на перетині знизилася на 43,8%

Завдяки обраному варіанту планувальних рішень вдалося підвищити рівень обслуговування транспортного потоку на перетині з рівня LOS F до рівня LOS E, що додатково надає можливість підвищити рівень обслуговування транспортного потоку на вулицях Вишгородська та Білицька в м. Київ.

Список використаних джерел

1. ДБН Б 2.2-12:2019. Планування та забудова територій. К.: Мінрегіон України, 2019. – 185 с. (чинні з 1.10.2019).
2. ДБН В 2.3-5:2018. (зі зміною №1) Вулиці та дороги населених пунктів. К.: Мінрегіон України, 2018. – 67 с. (чинні з 1.09.2018).
3. ДБН В 2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. К.: Мінрегіон України, 2018. – 137 с. (чинні з 1.03.2019).
4. Sustainable Urban Transport for Kyiv, WB Report No.107108, June 27, 2016 - 86 с.
5. Міська цільова програма розвитку транспортної інфраструктури міста Києва на 2024-2025 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://kyivcity.gov.ua/proyekt_mtsp_rozvitku_transportno_infrastrukturi_kiyeva_na_2024_2025.pdf&ved=2ahUKEwj4aHQipKGAXUUQvEDHQ37D38QFnoECCgQAQ&usq=AOvVaw2GGhUYg0CzQMmKjSkQ
6. Карпінський Б. І. Транспортна система України в контексті європейської інтеграції / Б. І. Карпінський // Економіка України. – 1998. – № 7. – С. 17–23.
7. Транспортна екологія / О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвєєва, С. Й. Шаманський та ін. ; за заг. редакцією С. В. Бойченка. – К. : «Центр учбової літератури», 2017. – 508 с.
8. Додаток до рішення Київської міської ради від 08.02.2018 № 7/4071/ Концепція розвитку велосипедної інфраструктури в місті Києві.
9. Навчальна версія Транспортної моделі м. Києва та його приміської зони.
10. Осетрін, М. М., and Д. О. Беспалов. "Збір, обробка і оцінка інформації в ході дослідження транспортних і пішохідних потоків на перетинах міських магістралей в різних рівнях та на підходах до них." (2010).
11. Dowling, Richard, et al. "Multimodal level of service for urban streets." *Transportation Research Record* 2071.1 (2008): 1-7.
12. Areas, Pedestrian Refuge. "FHWA Safety Program." [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.extranet.vdot.state.va.us/locdes/pdf/medians_and%20peds_fhwa%20010_brochure.pdf
13. Fortuijn, L. (2009). Turbo roundabouts: Design principles and safety performance. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2009), 16-24
14. ПЗ2 Транспортні розв'язки : навч. посібник. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2020. – 263 с.
15. <https://www.work.ua/salary-kyiv/>

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							70
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

16. ДБН В.2.3-4:2015 "Автомобільні дороги. Частина І. Проектування Частина ІІ. Будівництво" К.: Мінрегіон України, 2015. – 112 с. (чинні з 01.04.2016).
17. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ. "ЗНАКИ ДОРОЖНІ." [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://kerch.fm/images/stories/fm_news/07.11/30.07/DSTU_4100-2002.pdf
18. Понад 232 мільйони пасажирів скористалися київським метро у 2023 році. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/news/2024/01/31/709367/>
19. ЗВІТ З УПРАВЛІННЯ КП «КИЇВПАСТРАНС» ЗА 2023 РІК. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://kpt.kyiv.ua/uploads/u/1/ixYZW8qfsrCfAOnzma0MKXxscxm_pKMf.pdf
20. Вайда, Тарас Степанович. "ВПЛИВ СТАНУ СТОМЛЕНОСТІ ВОДІЯ ПРОТЯГОМ ДОБИ НА БЕЗПЕЧНЕ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЇЇ (ВТОМИ) ПРОФІЛАКТИКИ." (2021).

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист
							71
Зам.	Кільк	Лист	№ док.	Підпис	Дата		