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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

на тему:

«Удосконалення транспортної інфраструктури Дарницькому районі м. Києва»

Кириченко Євгеній Олександрович

Київ-2024 р

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
доц. Приймаченко О.В.

«___» _____2024 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

«Удосконалення транспортної інфраструктури Дарницькому районі м. Києва»

Виконав студент групи МБГм-2023-2
Кириченко Євгеній Олександрович

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія
ОПП: Міське будівництво та господарство

Керівник: Васильєва Г.Ю.
к.т.н., доцент

Київ - 2024 р

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: урбаністики та просторового планування
Кафедра: міського будівництва
Освітній рівень: магістр за ОПП
Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»
Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ОПП: «Міське будівництво та господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
Мамедов А.М.

_____
„___”_____2024 року

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

Кириченко Євгеній Олександрович

1. Тема роботи: «Удосконалення транспортної інфраструктури у Дарницькому районі м. Києва»

затверджена наказом ректора КНУБА № від « » 2024 року

2. Керівник роботи: Васильєва Ганна Юріївна, к.т.н., доцент

3. Строк подання студентом роботи до захисту: 09.12.2024

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
Р. 1. Аналітична частина
Р. 2. Науково-дослідна частина
Р. 3. Розрахунково-планувальні рішення
Р. 4. Висновки
Р. 5. Список літератури

5. Графічний матеріал за розділами
Р.1. Л1. Мета дослідження; Л2.Задачі дослідження; Л3.Транспортна інфраструктура району; Л4. Аналіз роботи пасажирського транспорту

Р.2. Л5. Аналіз рівня безпеки дорожнього руху; Л6. Пропускна здатність транспортних вузлів району дослідження
Р.3. Л7. Проєкт заходів по транспортним вузлам; Л8. Проектні пропозиції у вузлі: вул. Анни Ахматової – вул. Драгоманова; Л9. План перетину магістралей пр. Миколи Бажана – пр. Григоренка; Л10,11,12 Поздовжні профілі магістралей; Л.13 Вертикальне планування перетину магістралей в різних рівнях; Проєктні пропозиції з удосконалення транспортної інфраструктури
Р. 4. Л15. Висновки.

7. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина; б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	20.09.2024
Розділ 1. Аналітичний частина	09.10.2024
Розділ 2. Науково-дослідна частина	21.10.2024
Розділ 3 Розрахунково-планувальні рішення	21.11.2024
Розділ 4. Висновки	29.11.2024
Розділ 5. Список літератури	01.12.2024
Остаточне оформлення роботи	03.12.2024
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	05.12.2024
Попередній захист роботи на кафедрі	09.12.2024

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.	доц. Васильєва Г.Ю.	09.10.2024	
Розділ 2.	доц. Васильєва Г.Ю.	21.10.2024	
Розділ 3.	доц. Васильєва Г.Ю.	21.11.2024	
Розділ 4.	доц. Васильєва Г.Ю.	29.11.2024	
Розділ 5	доц. Васильєва Г.Ю.	01.12.2024	

9. Дата видачі завдання 09.09.2024

Зав. кафедри _____ Приймаченко О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник _____ Васильєва Г.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)
Студент _____ Кириченко Є.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary) до атестаційної випускної роботи студента:	Кириченко Євгеній Олександрович Kyrychenko Yevhenii

Назва ВНЗ	Київський національний університет будівництва і архітектури Kyiv National University of Construction and Architecture		
Тема	Удосконалення транспортної інфраструктури у Дарницькому районі м. Києва Improving transport infrastructure in Darnytskyi district of Kyiv		
Освітній ступень	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання Master's Degree in Educational and Professional Education Program		
Факультет	Урбаністики та просторового планування Urban and spatial planning		
Кафедра	Міського будівництва Urban construction		
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія 192 Construction and civil engineering		
Спеціалізація /група	Міське будівництво та господарство /МБГм-2023-2 Urban construction and economy / MBGm – 2023-2		
Керівник	Васильєва Ганна Юріївна, доцент, к.т.н. Vasilyeva Anna Yuriivna, assistant professor, PhD candidate		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	94	5	15
Розділ 1 Аналітична частина	Класифікація транспортної інфраструктури у районі дослідження; робота міського пасажирського транспорту з визначенням характеристик маршрутів; стан безпеки руху з визначенням причин дорожньо-транспортних пригод в районі дослідження.		
Розділ 2 Науково-дослідна частина	Проведення обстеження інтенсивності руху транспортних потоків на транспортних вузлах в місцях концентрації дорожньо-транспортних пригод; розрахунки середньодобової інтенсивності руху транспортних потоків та інтенсивності у годину «пік»; розробка паспортів транспортних вузлів; розрахунки пропускної здатності транспортних вузлів.		
Розділ 3 Розрахунково-планувальні рішення	Розробка заходів з удосконалення транспортної інфраструктури в місцях концентрації дорожньо-транспортних пригод та на ділянках вулично-дорожньої мережі; розрахунок річного ефекту від заходів зі скорочення кількості ДТП; Проєкт транспортної розвязки в двох рівнях пр. Петра Григоренка – вул. М. Драгоманова		
Розділ 4 Висновки	Перелік організаційних та реконструктивних заходів з удосконалення транспортної інфраструктури, які сприяють підвищенню пропускної здатності вулично-дорожньої мережі.		

Ключові слова: магістральна вулично-дорожня мережа, транспортна інфраструктура, інтенсивність руху транспортних потоків, світлофорний об’єкт, пропускна здатність.

Keywords: street-road network, transport infrastructure, intensive transport traffic, traffic-light object, admitted capacity.

Укладач: _____ / Кириченко Є.О./

Керівник: _____/ Васильєва Г.Ю. /

12 грудня 2024 року

ЗМІСТ

Вступ.....7
1. Аналітична частина.....10
1.1 Дослідження транспортної інфраструктури району ……..……....11
1.2 Робота громадського транспорту.....14
1.3 Визначення рівня аварійності ……..……..…….17
2. Науково-дослідна частина.....21
2.1 Інтенсивність руху транспортих потоків на перехрестях у районі дослідження ……..22
2.2 Визначення пропускної здатності на перехрестях у районі дослідження.…26
3. Розрахунково-планувальні рішення.....32
3.1 Проєктні пропозиції з удосконалення транспортної інфраструктури в районі дослідження 33
3.2 Проєкт транспортної розвязки в двох рівнях пр. Петра Григоренка – вул. М. Драгоманова 39
3.2.1 Вибір розрахункових швидкостей на перетині……..….42
3.2.2 Проєктування поперечних профілів магістралей……..45
3.2.3 Проєктування поздовжніх профілів магістралей…….…53
3.2.4 Вертикальне планування території магістралей……..57
3.2.5 Проєктування поверхневого стоку…….67
3.2.6 Проєктування штучної споруди перетину…….……68
3.2.7 Організація пішохідного руху…….73
3.2.8 Визначення обсягів будівельних робіт……..74
3.2.9 Кошторисно-фінансовий розрахунок…….78
3.2.10 Річні дорожні витрати……....81
4. Висновки.....89
5. Список використаної літератури.....91

Вступ

Розвиток міст привів до того, що індивідуальний легковий автомобіль, який був покликаний бути ефективним засобом для пересувань і показником поліпшення якості життя населення) внаслідок лавиноподібної автомобілізації в сучасному місті став однією з головних причин, що перешкоджають нормальному функціонуванню міста і зашкоджують зовнішньому середовищу. Це проявляється у виникненні заторів, зростанні рівня шуму і забруднення повітряного басейну, різкому падінні швидкості руху, зростанні енерговитрат, збільшенні числа жертв дорожньо-транспортних пригод (ДТП).

Тому саме сьогодні, в умовах масової автомобілізації кардинально змінюється і роль громадського транспорту. Він стає не просто засобом для переміщення людей по території міста, а найважливішим чинником поліпшення екологічної обстановки, скорочення рівня заторів і ДТП, економії енергоресурсів, зменшення витрат міста на інвестиції в дорожньотранспортне будівництво, оскільки ефективно діюча система громадського транспорту зменшує потребу жителів міста у використанні індивідуальних автомобілів, за рахунок чого і досягаються перераховані вище ефекти [17].

Щоб виконати цю роль і дійсно стати конкурентоздатним з індивідуальним автомобілем, міський пасажирський транспорт (МПТ) повинен піддатися процесу докорінного удосконалення, що можна здійснити лише на основі використання новітніх досягнень науки і техніки.

Об'єкт дослідження:

транспортна інфраструктура міста.

Предмет дослідження:

методи удосконалення транспортної інфраструктури у містах.

Мета дослідження:

розробка методів удосконалення транспортної інфраструктури у містах.

Задачі дослідження:

1. Розробка класифікації об’єктів транспортної інфраструктури міста.
2. Дослідження роботи міського пасажирського транспорту.
3. Аналіз стану безпеки дорожнього руху в районі дослідження.

4. Визначення пропускної здатності магістральної вулично-дорожньої мережі.
5. Визначення показників оцінки функціонування транспортної інфраструктури міста.

Практичне значення:

полягає в розробці рекомендацій та методів удосконалення транспортної інфраструктури, які зменшують витрати часу на пересування на території міста.

Наукова новизна:

полягає в розробці комплексного підходу до транспортного проектування території міста.

Вихідні дані:

матеріали натурних обстежень величин інтенсивності руху транспортних потоків на регульованих транспортних вузлах в Дарницькому районі м. Києва та дані з кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП).

Структура кваліфікаційної роботи магістра:

вступ, 5 розділів, висновки, список літератури з 31 найменування, містить 94 сторінки тексту, 15 аркушів креслень формату А1.

Аналітична частина

1.1. Дослідження транспортної інфраструктури району

Район, що досліджується, знаходиться на території міста Києва (Дарницький район) рис.1.1.

Рис.1.1 Дарницький район м. Києва

Район розташований в межах магістральних вулиць (рис.1.2 та креслення 3):

1. Проспект Миколи Бажана
2. Проспект Петра Григоренка
3. Вулиця Анни Ахматової
4. Вулиця Тростянецька
5. Харківське шосе

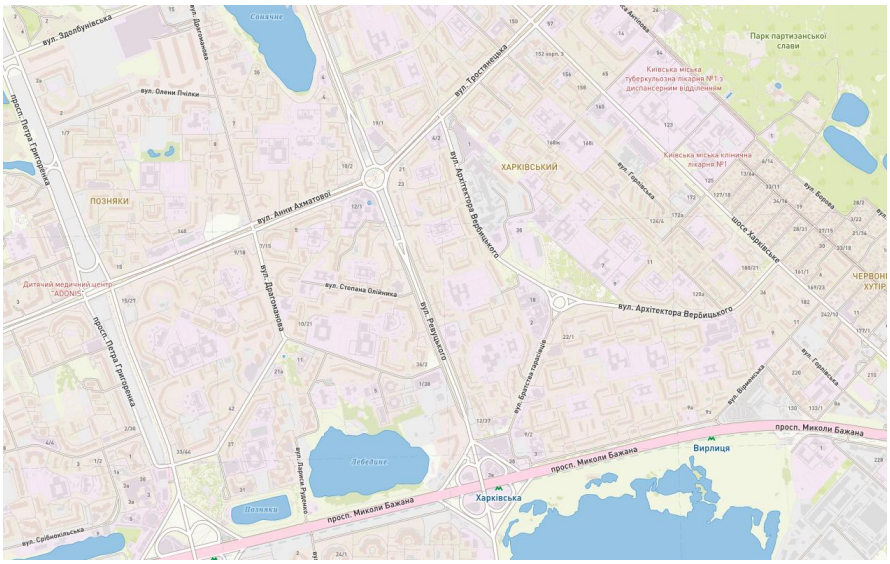


Рис.1.2 Район дослідження

Розроблена класифікація транспортної інфраструктури (ТІ) (табл. 1.1)

Таблиця 1.1

Класифікація об’єктів ТІ

№ п/п	Назва об’єкту ТІ	Характеристика об’єкту транспортної інфраструктури	Кількість
1	Магістралі загальноміського значення безперервного руху	Проспект Миколи Бажана	1
	Магістралі загальноміського значення регульованого руху	Харківське шосе	1
2	Магістралі районного значення	Пр. П. Григоренка, вул. Драгоманова, вул. Ревуцького, вул. А. Ахматової, вул. Вербицького, вул. Тростянецька, вул. Братства тарасівців	7
3	Житлові вулиці		10
4	Маршрути МПТ • Метро • Трамвай • Автобус • Маршрутні таксомотори	Сирецько – Печерська лінія № 8, № 27 № 17, 18, 22, 42, 45, 91, 104, 105, 108, 109 №177, 178, 250, 407, 415, 474, 475, 511, 513, 526, 529, 535, 545, 577	1 2 10 14
	Зупинки МПТ	Метро : «Позняки», «Харківська» Трамвайні Автобусні	2 17 44
6	Світлофорні об’єкти	Вул. А. Ахматової – пр. П. Григоренка Вул. А. Ахматової – вул. Драгоманова П. Григоренка – вул. Драгоманова	

		Вул. А. Ахматової, 11 (пішохідний) Вул. А. Ахматової, 5 (пішохідний) Вул. Ревуцького, 40 (пішохідний) Вул. Тростянецька – вул. Вербицького Харківське шосе – вул. Вербицького Харківське шосе (3 шт. пішохідні) Харківське шосе – вул. Брацлавська Харківське шосе – вул. Вірменська Вул. Вербицького, 26	14
7	Автозаправні комплекси	Проспект Миколи Бажана	1
9	Станції технічного обслуговування	Вул. Ревуцького, 29	1
10	Автостоянки		11

Аналіз визначив, що параметри магістральної ВДМ в межах нормативних значень [1] та [2].

Щільність магістральної ВДМ визначається за формулою:

$$\delta = \frac{L_{\text{м}}}{F_n}, \tag{1.1}$$

де $L_м$ – довжина магістральної транспортної мережі, км;

F_n – площа району, км^2.

$$\delta = \frac{13,5}{5,61} = 2,4 \text{ км/км}^2$$

Значення відповідає вимогам нормативів [1].

Схема розташування об’єктів ТІ надана на рис. 1.3 та креслення 3.

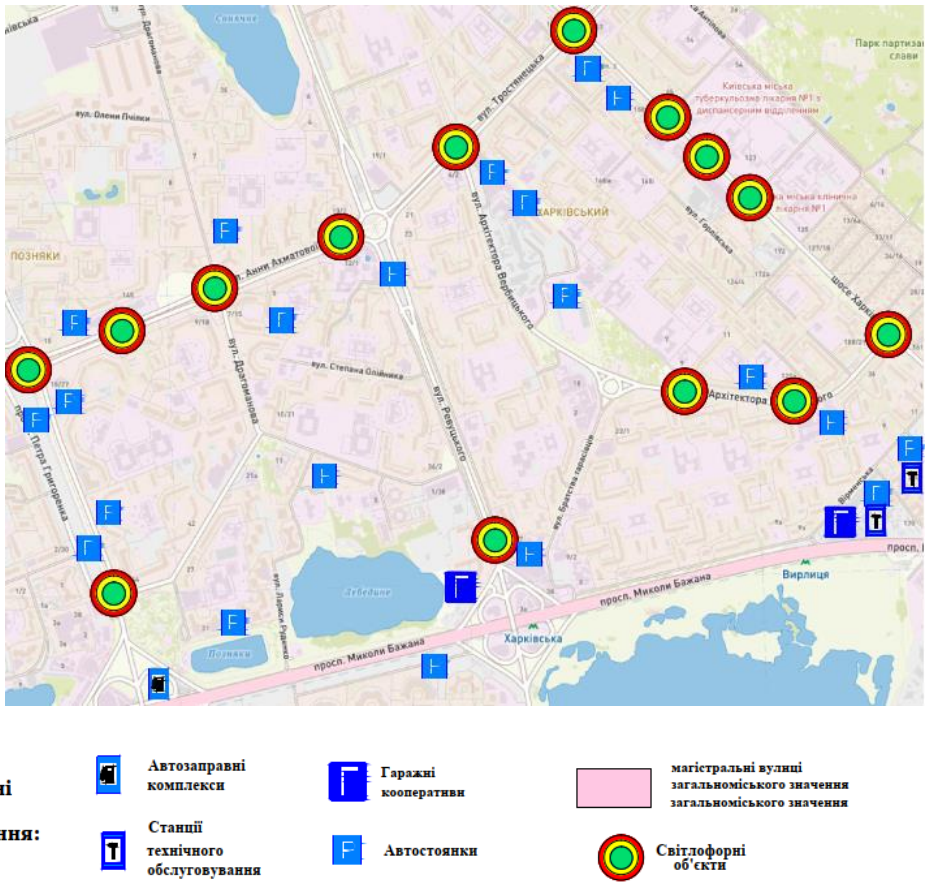


Рис.1.3 Схема розташування об'єктів ТІ

1.2 Робота громадського транспорту

Визначаються основні характеристики схеми маршрутів МПТ: щільність, розгалуженість, сітьовий інтервал, відстань між зупинками.

Коефіцієнт непрямолінійності кожного маршруту визначаємо за формулою:

$$K_{непр} = \frac{l_м}{l_п}, \quad (1.2)$$

де $K_{непр}$ – коефіцієнт непрямолінійності;

$l_м$ – довжина маршруту по ВДМ (за планом), км;

$l_п$ – найкоротша повітряна відстань між точками початку та кінця маршруту, що вимірюється на плані, км.

Інтервали руху МПТ взяті з сайту https://www.eway.in.ua.

Коефіцієнт розгалуженості (маршрутний коефіцієнт) визначається [20] за формулою:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^{n} l_i}{L_м}, \qquad (1.3)$$

$\boldsymbol{\mu}$=33,18/13,5=2,46

де $\sum_{i=1}^{n} l_i = l_1+l_2+\ldots+l_n$ – сума довжини всіх маршрутів МПТ району, км.

$L_м$ – довжина магістральної ВДМ, км.

Всі дані заносять до таблиці:

Таблиця 1.2

Характеристики маршрутів МПТ

№	Номер маршруту	Назва маршруту	Інтервал руху, хвилини	Довжина км	Коеф непр.
1	Трамвай №8	метро «Позняки» - метро «Лісова»	11	3,24	1,3
2	Трамвай №27	вул. Милославська - метро «Позняки»	11-13	3,24	1,3
3	Автобус №17	метро «Харківська» - вул. Михайла Драгоманова	18-31	2,16	1,45
4	Автобус №18	метро «Харківська» - шосе Харківське	18-31	1,48	1
5	Автобус №22	вул. Тростянецька – вул. Медова	14-31	3,6	1,15
6	Автобус №42	вул. Митрополита Шептицького – вул. Єлизавети Чавдар	18-23	0,2	-
7	Автобус №45	метро «Дарниця» - пр. П. Григоренка	19-35	3,5	1,73
8	Автобус №91	вул. Голосіївська – вул. Анни Ахматової	20-23	2,8	1,5
9	Автобус №104	с. Бортничі - метро «Харківська»	19-26	2,43	1,5
10	Автобус №105	вул. Тростянецька – ш. Бориспільське	196	2,97	1,43
11	Автобус №108	вул. Митрополита Шептицького – метро «Харківська»	20-23	3,78	2
12	Автобус №109	метро «Харківська» - метро «Театральна»	24-34	3,78	2

Зупинки МПТ розташовані у відповідності до нормативів [1], враховуючи радіус обслуговування зупинки 500 м.

На рис.1.4 та кресленні 4 надана Схема маршрутів МПТ з розташуванням зупинок.

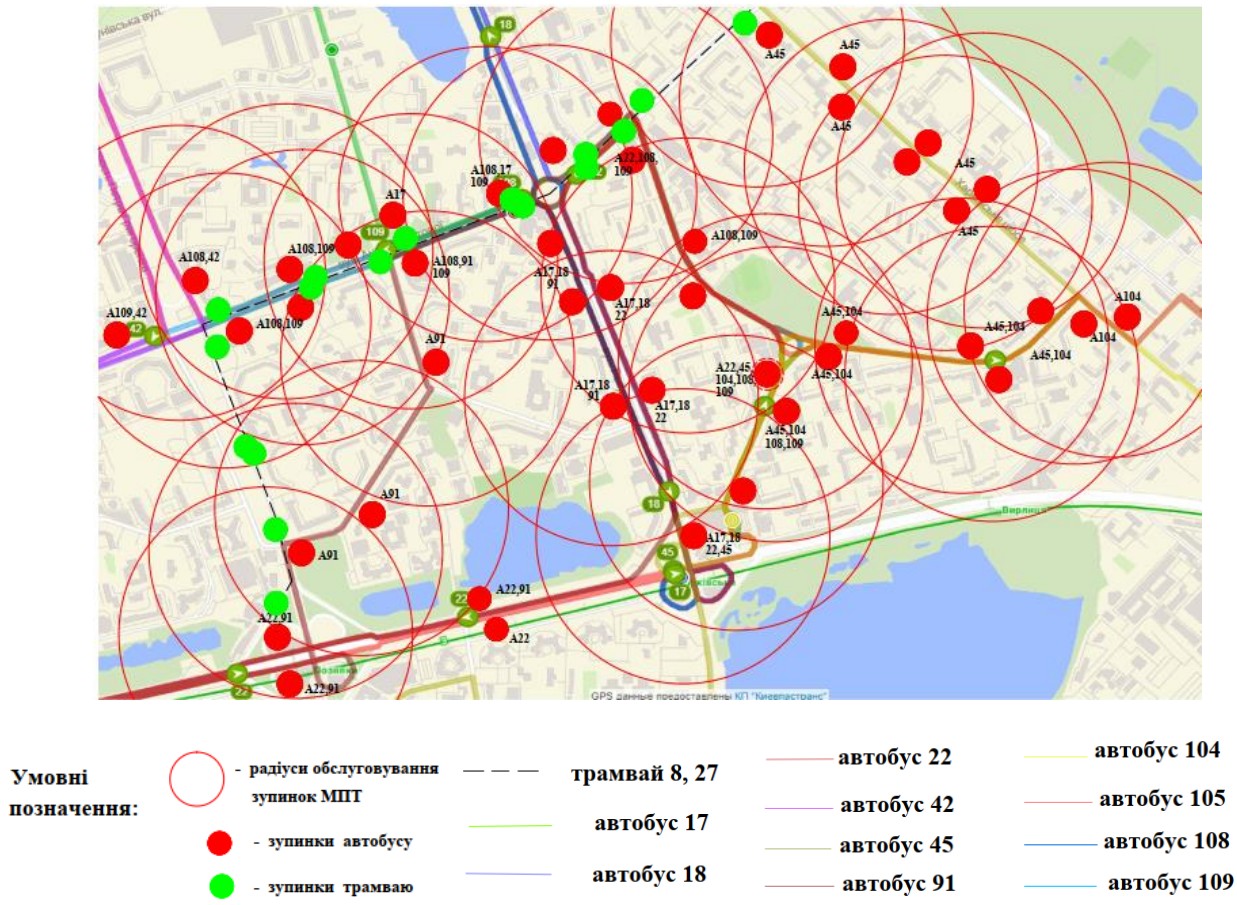


Рис.1.4 Схема маршрутів МПТ з розташуванням зупинок

Сітьовий інтервал розрахований [20] для зупинки МПТ з найбільшою кількістю маршрутів МПТ у районі за формулою:

$$t_м = \frac{1}{\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + ... + \frac{1}{t_n}}, \quad \text{де} \quad (1.4)$$

t_1, t_2, t_n – значення маршрутного інтервалу для всіх маршрутів МПТ, що проходять через зупинку.

Сітьовий інтервал на зупинці «Вулиця Братства тарасівців»:

$$t_{max} = \frac{1}{\frac{1}{t_1}+\frac{1}{t_2}+\frac{1}{t_3}+\frac{1}{t_4}+\frac{1}{t_5}} = \frac{1}{\frac{1}{14}+\frac{1}{19}+\frac{1}{19}+\frac{1}{20}+\frac{1}{24}} = 3,75 хв.$$ хв., де

t_1 – маршрутний інтервал для автобусу №22

t_2– маршрутний інтервал для автобусу №45

t_3– маршрутний інтервал для автобусу №104

t_4 – маршрутний інтервал для автобусу №108

t_5 – маршрутний інтервал для автобусу №109

Таблиця 1.3

Показники МПТ

№ пор.	Показник	Одиниця виміру	Кількість
1	Кількість маршрутів: Трамвай Автобус Маршрутні таксі	 шт. шт. шт.	20 2 10 14
2	Довжина маршрутів, у тому числі: Трамвай Автобус	 км км	 6,48 26,7
3	Щільність маршрутної мережі	км/км^2	2,4
4	Середній коефіцієнт непрямолінійності	-	1,23
5	Маршрутний коефіцієнт	-	2,46
6	Сітьовий інтервал руху	хв.	3,75
7	Середня відстань між зупинками	м	430

1.3 Визначення рівня аварійності

За даними МВС України всього у районі дослідження виявлено [19] 16 місць концентрації ДТП (креслення 5, рис.1.5 та табл.1.4).

Таблиця 1.4

Розподіл ДТП за місцями концентрації в районі дослідження

№	Назва транспортного вузла	Аварійність в МК ДТП		
		2020 р.	2021 р.	Середня
1	Пр. Бажана – метро «Харківська»	48	50	49
2	Вул. Драгоманова – вул. А. Ахматової	27	31	29
3	Вул. Драгоманова – пр. П. Григоренка	17	11	14
4	Пр. П. Григоренка, 15/27 - 25	26	30	28
5	Пр. Бажана – метро «Позняки»	51	59	55
6	Вул. Ревуцького – вул. А. Ахматової	25	27	26
7	Пр. П. Григоренка – вул. А. Ахматової	18	24	21
8	Вул. Драгоманова – вул. Кошиця	4	2	3
9	Харківське шосе – вул. Тростянецька	29	27	28
10	Харківське шосе – вул. Вербицького	11	10	10,5
11	Харківське шосе – вул. Вірменська	7	11	9
12	Харківське шосе – вул. В. Рибака	4	6	5
13	Харківське шосе, 168	26	30	28
14	Вул. Вербицького – вул. Тростянецька	24	24	24
15	Вул. Вербицького – вул. Братства Тарасівців	22	39	30,5
16	Вул. Вербицького, 30	6	5	5,5

Аналіз показав основні причини [23] виникнення конфліктних ситуацій (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5

Основні причини ДТП в місцях концентрації

№ п/п	Назва вулиці	Прив'язка місця концентрації ДТП	Основні причини ДТП у МК
1.	Пр. Бажана	ст. м. «Харківська»	п.п.10.3, 13.1
2.	Вул. Драгоманова	вул. А. Ахматової	п.п. 10.4, 10.1
3.	Вул. Драгоманова	пр. Григоренка	п.п.8.7.3 е)
4.	Проспект Петра Григоренка	буд. №15/27-25	п.п.18.1, 10.1
5.	Проспект Миколи Бажана	ст. м. «Позняки»	п.п. 12.3, 10.3
6.	Вул. Ревуцького	вул. А. Ахматової	п.п.10.1, 10.3
7.	Проспект Петра Григоренка	вул. А. Ахматової	п.п.8.7.3 е), 10.4
8.	Вул. Драгоманова	вул. Кошиця	п.п.10.1, 10.3
9.	Харківське шосе	вул. Тростянецька	п.п. 8.7.3 е), 10.1
10.	Харківське шосе	вул. Вербицького	п.п. 10.4, 10.3
11.	Харківське шосе	вул. Вірменська	п.п.18.1, 13.1
12.	Харківське шосе	вул. В. Рибака	п.п.12.1
13.	Харківське шосе	буд. №168	п.п.13.1, 8.5
14.	вул. Вербицького	вул. Тростянецька	п.п. 8.7.3 е), 10.4
15.	вул. Вербицького	вул. Братства Тарасівців	п.п. 12.3
16.	вул. Вербицького	буд. №30	п.п.8.7.3 е), 18.1

Найбільш аварійно-небезпечними є перехрестя в двох рівнях:

- пр. Бажана – метро «Харківська» - 49 ДТП (середня кількість за 2 роки);
- пр. Бажана – метро «Позняки» - 55 ДТП (середня кількість за 2 роки).

Саме тому розроблено проєкт руконструкціїї транспортної розв'язки в двох рівнях пр. Бажана – пр. Григорннка (метро «Позняки») та проведено обстеження перехресть:

- вул. Анни Ахматової – вул. Драгоманова;
- вул. Анни Ахматової – вул. Ревуцького;
- Харківське шосе – вул. Тростянецька.

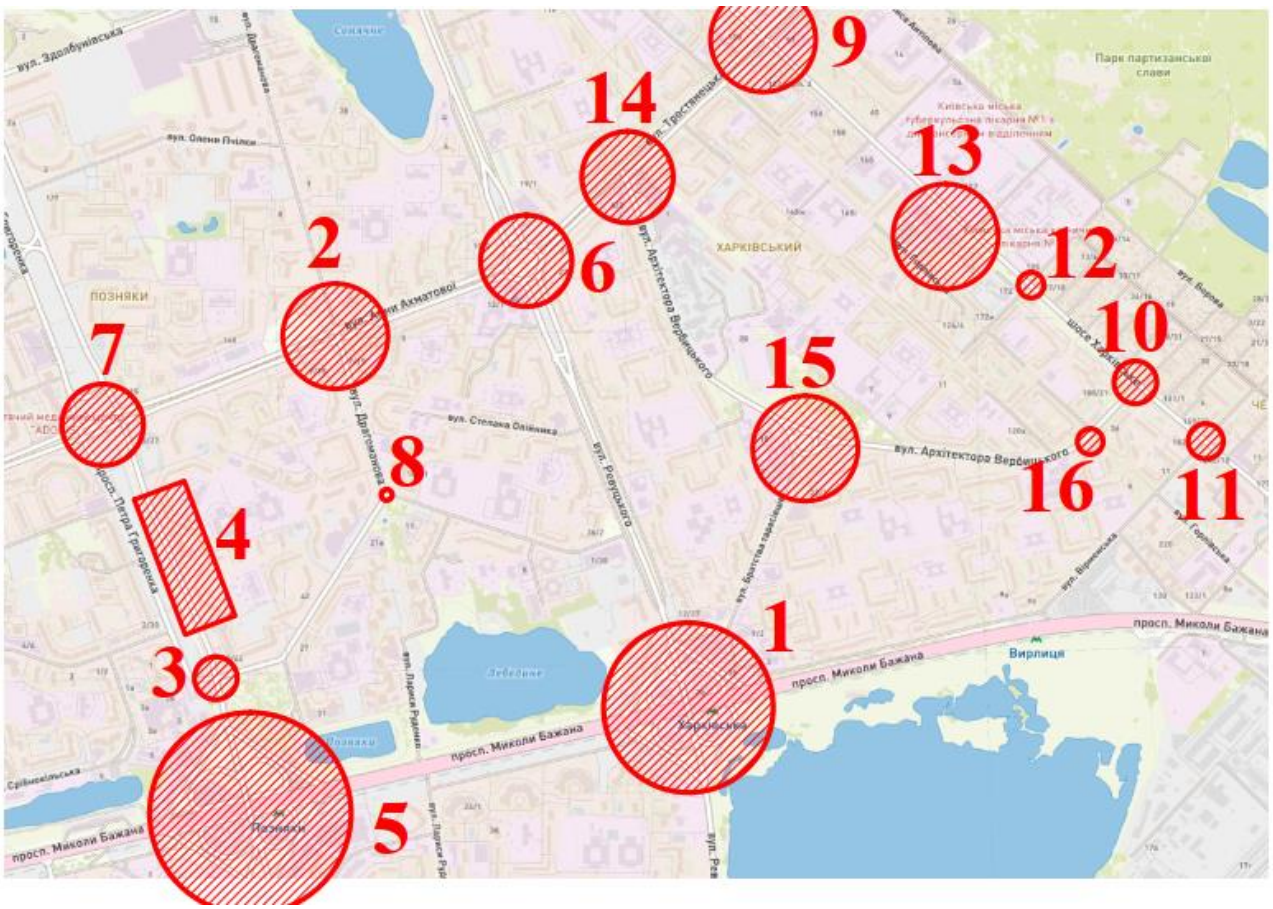


Рис.1.5 Схема розташування місць концентрації ДТП

Науково-дослідна частина

2.1 Інтенсивність руху транспортих потоків на перехрестях у районі дослідження.

Проводились натурні обстеження інтенсивності транспорту на найбільш аварійних перехрестях:

- вул. Анни Ахматової – вул. Ревуцького;
- Харківське шосе – вул. Тростянецька;
- вул. Анни Ахматової – вул. Драгоманова

Вул. Анни Ахматової – вул. Ревуцького

В середу, 6 листопада 2024 року, з 12.00 год до 13.00 год, 20 хвилин по кожному входу

Рис.2.1 Схема перехрестя вул. Ревуцького – вул. А.Ахматової

Результати замірів:

- 1 : легкові авто 281, маршрутки 3, вантажні авто 7
- 2 : легкові авто 317, МТ 5, вантажні авто 6, автобусів 2
- 3 : легкові авто 239, вантажні авто 4
- 4 : легкові авто 314, МТ 6, вантажні авто 8, автобусів 1

Харківське шосе – вул. Тростянецька

В середу, 6 листопада 2024 року з 14.00 год до 15.00 год, 20 хвилин по кожному входу.

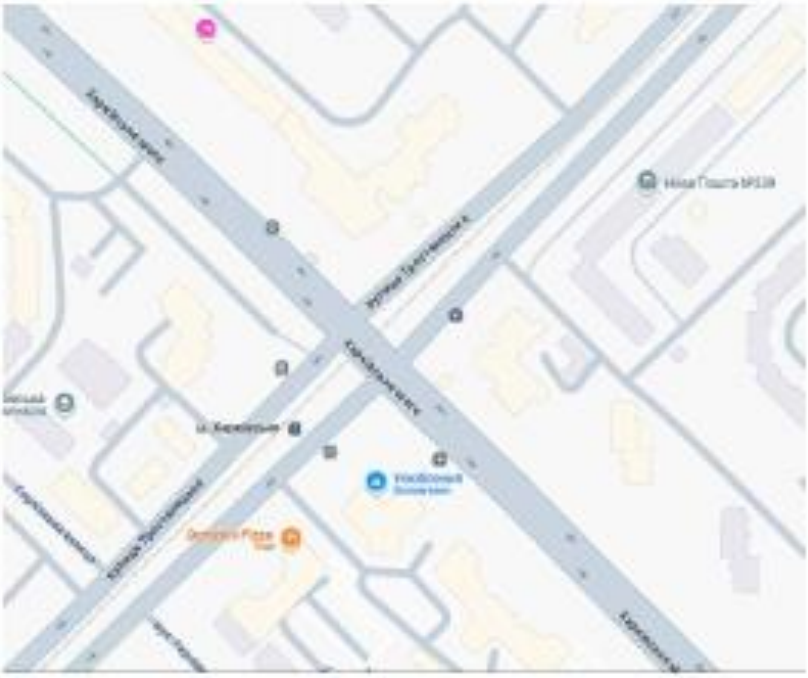


Рис.2.2 Схема перехрестя Харківське шосе – вул. Тростянецька

Результати замірів:

- 1 : легкові авто 281, МТ 11, вантажні авто 3, автобус 1
- 2 : легкові авто 496, МТ 5, вантажні авто 6
- 3 : легкові авто 321, МТ 6, вантажні авто 4, автобусів 2
- 4 : легкові авто 362, МТ 3, вантажні авто 7

Замірялась інтенсивність руху пішоходів за годину (рис.2.3).

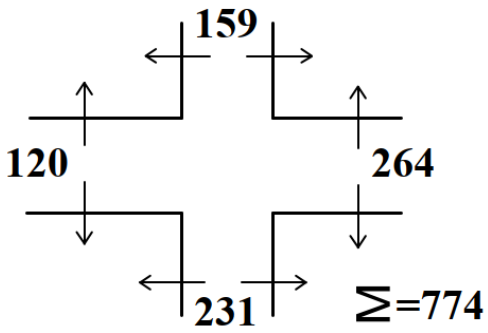


Рис.2.3 Інтенсивність руху пішоходів у всіх напрямках, люд/год

Далі визначалась середньодобова інтенсивність руху транспорту за формулою:

$$U_{доб} = N_i * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 \quad (2.1)$$

- K_1 – коефіцієнт нерівномірності руху транспортного потоку в межах години;
- K_2 – коефіцієнт нерівномірності руху транспортного потоку по годинах доби;
- K_3 – коефіцієнт нерівномірності руху транспортного потоку по днях тижня;
- K_4 – коефіцієнт нерівномірності руху транспортного потоку по місяцях року;
- K_5 – коефіцієнт частки транспортного потоку в нічний час доби,

K_5= 1,03

Вул. Анни Ахматової – вул. Ревуцького

Вул. Ревуцького, вхід 1

$$U_1 = 291 \times 3 \times \frac{100}{7,13} \times 0,867 \times 1,009 \times 1,03 = 11497 авт$$

Вул. Анни Ахматової, вхід 2

$$U_2 = 330 \times 3 \times \frac{100}{7,13} \times 0,867 \times 1,009 \times 1,03 = 13038 авт$$

Вул. Ревуцького, вхід 3

$$U_1 = 243 \times 3 \times \frac{100}{7,13} \times 0,867 \times 1,009 \times 1,03 = 9600 авт$$

Вул. Тростянецька, вхід 4

$$U_1 = 329 \times 3 \times \frac{100}{7,13} \times 0,867 \times 1,009 \times 1,03 = 13000 авт$$

Всього:

U = 11497 + 13038 + 9600 + 1300 = 47135 авт/добу

Харківське шосе – вул. Тростянецька

Харківське шосе, вхід 1

$$U_1 = 296 \times 3 \times \frac{100}{7,46} \times 0,867 \times 1,009 \times 1,03 = 11200 авт$$

Вул. Тростянецька, вхід 2

$$U_2 = 507 \times 3 \times \frac{100}{7,46} \times 0,867 \times 1,009 \times 1,03 = 19170 авт$$

Харківське шосе, вхід 3

$$U_3 = 333 \times 3 \times \frac{100}{7,46} \times 0,867 \times 1,009 \times 1,03 = 12610 авт$$

Вул. Тростянецька, вхід 4

$$U_4 = 372 \times 3 \times \frac{100}{7,46} \times 0,867 \times 1,009 \times 1,03 = 14080 авт$$

Всього:

U = 11200 + 19170 + 12610 + 14080 = 57060 авт/добу

Вул. Анни Ахматової – вул. Драгоманова.

З архіву кафедриа міського будівництва були взяті дані з інтенсивності руху транспорту по вузлу за годину «пік» та побудована картограма (рис.2.4)

Всього:

U=1019+1819+1171+429=4438 од/год.

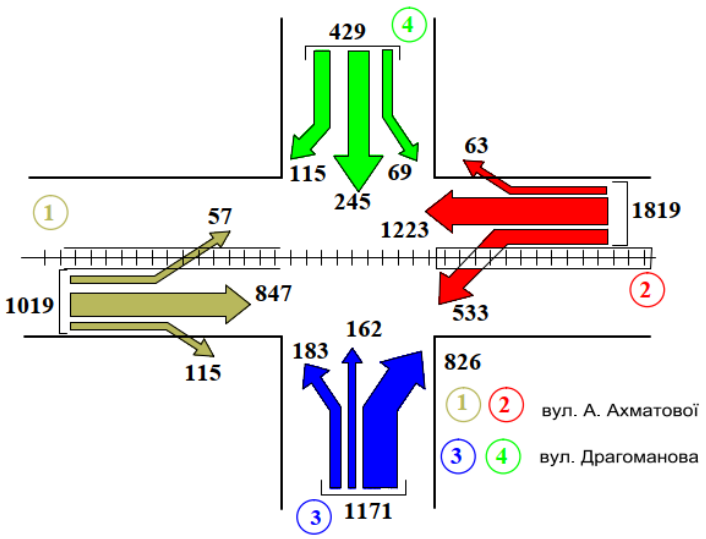


Рис.2.4 Картограма інтенсивності руху транспорту, од/год «пік»

2.2. Визначення пропускної здатності на перехрестях у районі дослідження

Вул. Анни Ахматової – вул. Ревуцького (креслення 7).

Приймається, що інтенсивність у годину «пік» становить 10% від середньодобової.

Перспективну інтенсивність руху транспорту [21] визначаємо через 5 років за формулою:

$$U_{персп} = U_{гп} \times (1 + \frac{P}{100})^n \quad (2.2)$$

- $U_{перс}$ – перспективна інтенсивність руху, од/год.
- $U_{гп}$ – інтенсивність руху в годину «пік», од/год.
- P – щорічний приріст інтенсивності руху, Р=8%
- n – кількість років, на яку розраховується перспектива, n=5 років

За ДБН найбільша пропускна здатність ділянки перестроювання при 3 смугах руху 1200 од/год для кільцевого саморегульованого перетину.

При порівнянні інтенсивності та пропускної здатності отримуємо:

Вул. Ревуцького, вхід 1

Інтенсивність в годину «пік» - 1150 од/год

Пропускна здатність – 1200 од /год

Вул. Анни Ахматової, вхід 2

Інтенсивність в годину «пік» - 1305 од/год

Пропускна здатність – 1200 од /год

Вул. Ревуцького, вхід 3

Інтенсивність в годину «пік» - 960 од /год

Пропускна здатність – 1200 од /год

Вул. Тростянецька, вхід 4

Інтенсивність в годину «пік» - 1300 од /год

Пропускна здатність – 1200 од /год

За розрахунками побудовані графіки вичерпання пропускної здатності (рис.2.5 та креслення 7)

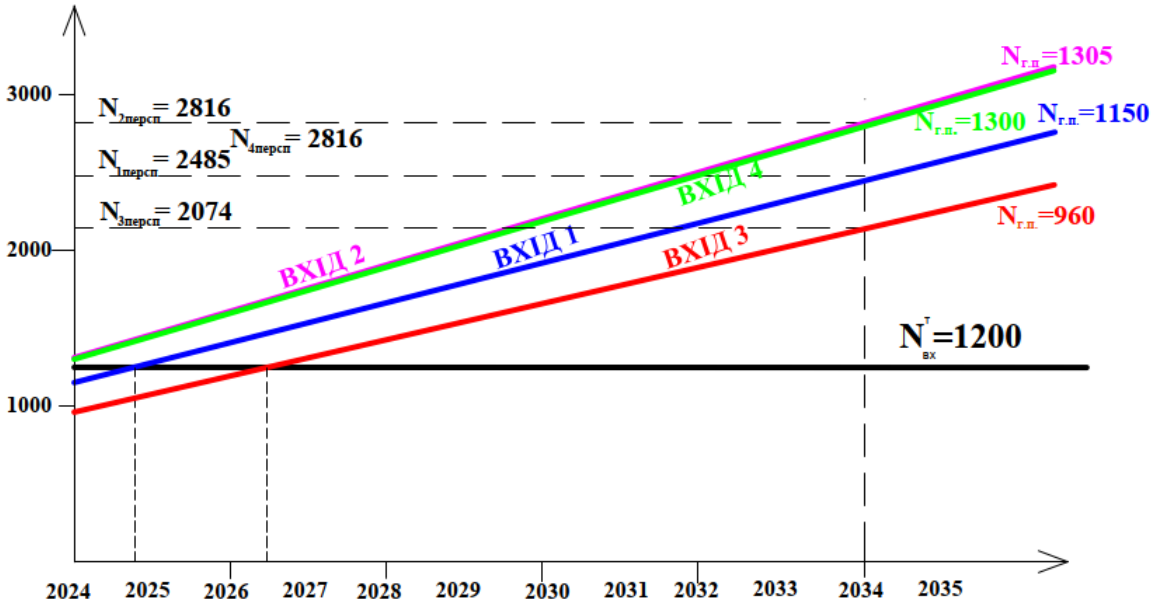


Рис.2.5 Графіки вичерпання пропускної здатності
вул. Анни Ахматової – вул. Ревуцького

Отже, пропускна здатність вичерпана.

Пропускна здатність однієї смуги руху на вузлі зі світлофорним регулюванням розраховується за формулою:

$$N_c = \frac{3600 * (t_з - a)}{t_п * T_ц} \qquad (2.3)$$

- $t_з$ – час горіння зеленого сигналу світлофора;
- $t_п$ – інтервал слідування автомобілів один за одним, $t_п$ = 3 сек;
- $T_ц$ – час циклу світлофора;
- а – час від включення зеленого сигналу до перетину задніми колесами автомобіля стоп-лінії, а = 2 сек

Пропускна здатність проїзної частини вулиці залежить від кількості смуг руху і розраховується за формулою:

$$N_n = \gamma * N_c \qquad (2.4)$$

де N_n – пропускна здатність на перегоні між перехрестями, од/г;

γ – коефіцієнт, що залежить від кількості смуг руху, γ = 1,9 для 2 смуг руху та γ = 2,55 для 3 смуг руху;

Харківське шосе – вул. Тростянецька (креслення 7).

$T_ц$ = 120 сек

Вхід 1, вхід 3 (2 смуги руху)

$T_ц = t_з + t_ч + 2\ t_ж = 41 + 75 + 4 = 120$ сек

$$N = \frac{3600 \times (41-2)}{3 \times 120} \times 1,8 = 390 \times 1,8 = 702 од / год$$

Вхід 2 (3 смуги руху)

$T_ц = t_з + t_ч + 2\ t_ж = 38 + 78 + 4 = 120$ сек

$$N = \frac{3600 \times (38-2)}{3 \times 120} \times 2,55 = 360 \times 2,55 = 918 од / год$$

Вхід 4 (3 смуги руху)

$T_ц = t_з + t_ч + 2\ t_ж = 24 + 92 + 4 = 120$ сек

$$N = \frac{3600 \times (24-2)}{3 \times 120} \times 2,55 = 220 \times 2,55 = 561 од / год$$

Всього:

702*2 + 918 +561 = 2883 од/год.

При порівнянні інтенсивності та пропускної здатності отримуємо:

Харківське шосе, вхід 1

Інтенсивність в годину «пік» - 1120 авт/год

Пропускна здатність – 702 авт/год

Вул. Тростянецька, вхід 2

Інтенсивність в годину «пік» - 1917/год

Пропускна здатність – 918 авт/год

Харківське шосе, вхід 3

Інтенсивність в годину «пік» - 1261 авт/год

Пропускна здатність – 702 авт/год

Вул. Тростянецька, вхід 4

Інтенсивність в годину «пік» - 1408 авт/год

Пропускна здатність – 561 авт/год

Отже, пропускна здатність вичерпана.

Вузол: вул. Ахматової – вул. Драгоманова

$T_ц = 103$ сек

Вхід 1, 2 (3 смуги), вул. Ахматової

$T_ц = t_з + t_ч + 2\,t_ж = 27 + 70 + 6 = 103$ сек

$$N = \frac{3600 \times (27-2)}{3 \times 103} \times 2{,}55 = 743 од/год$$

Вхід 3, 4 (2 смуги), вул. Драгоманова

$T_ц = t_з + t_ч + 2\,t_ж = 27 + 70 + 6 = 103$ сек

$$N = \frac{3600 \times (27-2)}{3 \times 103} \times 1{,}8 = 524 од/год$$

Всього:

інтенсивність в годину «пік» - 4438 од/год,

пропускна здатність – 2534 од/год

Отже, пропускна спроможність вичерпана.

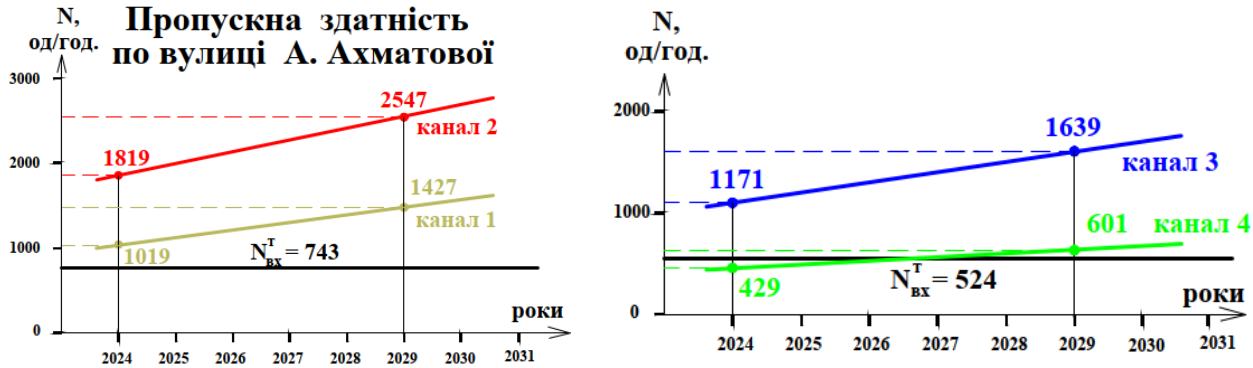


Рис.2.6 Графіки вичерпання пропускної здатності вул. Анни Ахматової – вул. Драгоманова

У таблиці 2.1, на рис.2.7 та на кресленні 6 наведено порівняння інтенсивності та пропускної здатності у основних вузлах району дослідження.

Таблиця 2.1

Порівняння інтенсивності та пропускної здатності у основних транспортних вузлах

№ п/п	Назва транспортного вузла	Інтенсивність, од/год	Пропускна здатність, од/год
1.	Проспект Бажана – вул. Ревуцького (метро «Харківська»)	11671	18400
2.	Вул. Анни Ахматової – вул. Драгоманова	4438	2534
3.	Пр. Петра Григоренка – вул. Драгоманова	5279	3520
4.	Пр. Петра Григоренка – вул. Ахматової	4865	4148
6.	Вул. Анни Ахматової – вул. Ревуцького	4715	4000
7.	Вул. Тростянецька – Харківське шосе	5308	2883
8.	Вул. Архітектора Вербицького – Харківське шосе	3284	2757
10.	Вул. Архітектора Вербицького – вул. Братства тарасівців	2319	1800

Розрахунки інтенсивності та пропускної здатності у основних транспортних вузлах демонструють, що їх пропускна здатність вичерпана, отже, магістральна ВДМ не спроможна працювати у нормальному режимі.

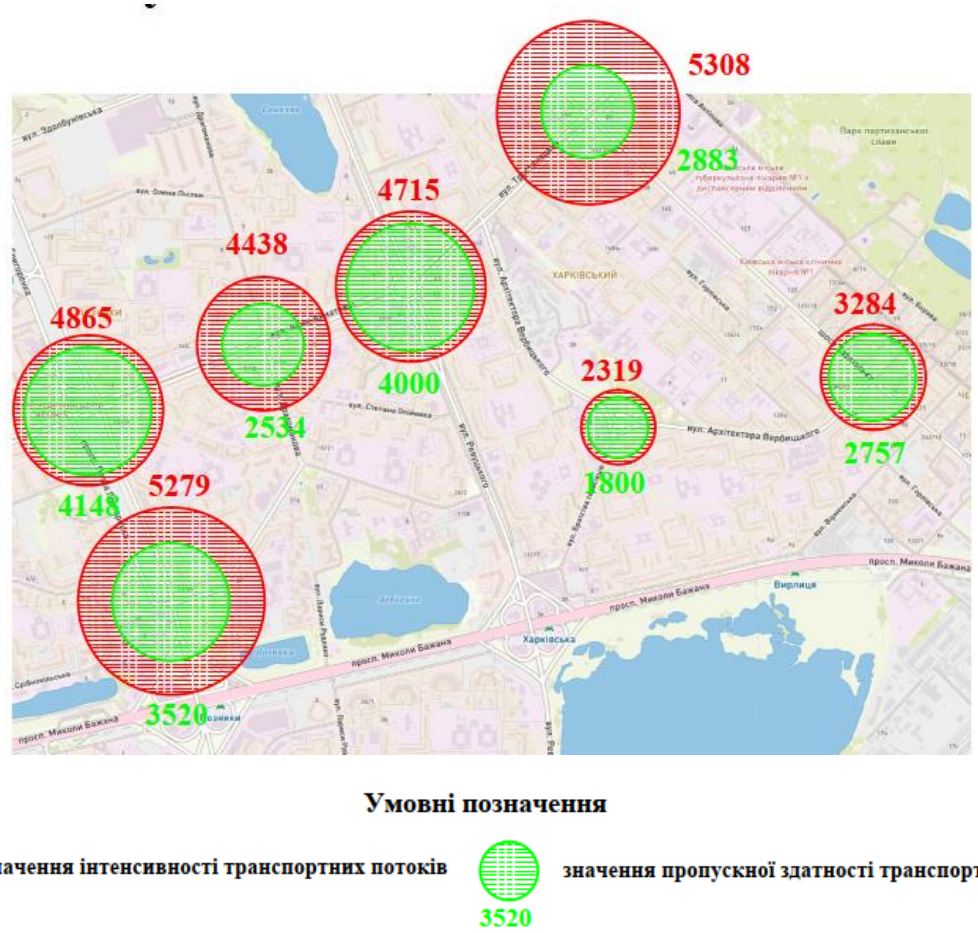


Рис.2.7 Порівняння інтенсивності та пропускної здатності транспортних вузлів

Розрахунково-планувальні рішення

3.1. Проєктні пропозиції з удосконалення транспортної інфраструктури в районі дослідження

Таблиця 3.1

Проєктні пропозиції з удосконалення транспортної інфраструктури в районі дослідження

№ пп	Найменування заходу	Місце впровадження
1.	Спорудження розв`язки у двох рівнях	Перехрестя вул. Анни Ахматової – пр. Петра Григоренка
2.	Введення спеціальних смуг для руху МПТ	Вул. Анни Ахматової, вул. Тростянецька, вул. Ревуцького
3.	Влаштування «кишень» в зоні зупинок МПТ	Вул. Братства тарасівців, вул. Драгоманова, вул. Вербицького, Харківське шосе
4.	Будівництво підземного пішохідного переходу	Перехрестя пр. Григоренка – вул. Драгоманова, Харківське шосе - вул. Тростянецька
5.	Реконструкція та розширення проїзної частини	Перехрестя Харківське шосе - вул. Вербицького, Харківське шосе - вул. Вірменська
6.	Облаштування зупинок трамваю	Вул. Тростянецька, вул. Анни Ахматової
7.	Облаштування майданчиків для паркування	Вул. Братства тарасівців
8.	Встановлення пішохідних огороджень	Вул. Тростянецька та вул. Анни Ахматової (вздовж лінії трамваю), вул. Вербицького в зоні зупинок та пішохідних переходів, вул. Декабристів в зоні пішохідних переходів

Рис.3.1 Фрагмент Генплану м. Києва (розв'язка в двох рівнях вул. Анни Ахматової – пр. Петра Григоренка)

Вул. Анни Ахматової – вул. Драгоманова (креслення 8)

У вузлі інтенсивність у годину «пік» становить 4438 од/год.

Проєктні пропозиції:

1. влаштування «кишень» для зупинок МПТ по вул. Драгоманова,

2. введення чотирьохфазної схеми світлофорного регулювання (див. креслення 8 та рис.3.2).

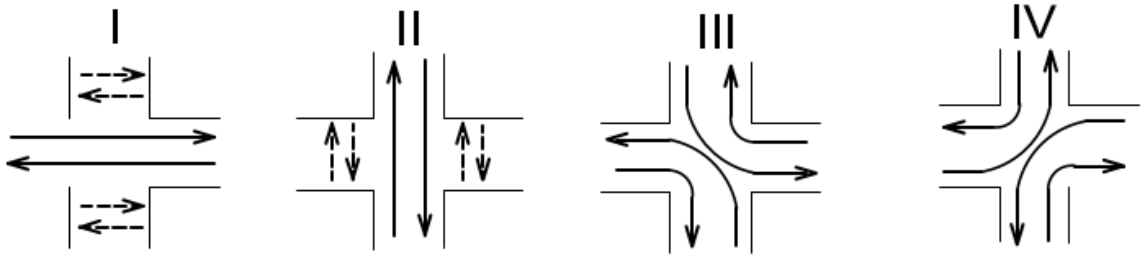


Рис.3.2 Чотирьохфазна схема світлофорного регулювання

Вул. Анни Ахматової – вул. Ревуцького (креслення 7)

У вузлі інтенсивність у годину «пік» становить 4710 од/год.

Проєктні пропозиції:

1. Влаштування по вул. Ахматової, Тростянецькій, Ревуцького смуги для МПТ.

2. Встановлення пішохідних огороджень відповідно ДСТУ 8751:2017 Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої.

3. Ремонт проїзної частини вулиць.

4. Встановлення дорожніх знаків 3.9 „Рух пішоходів заборонено”;.

5. Встановлення дорожніх знаків 5.36.1 та 5.36.2 „Підземний пішохідний перехід” з табличками 7.11 вказанням відстані до переходу – 50 м .

Харківське шосе – вул. Тростянецька (креслення 7)

Проведемо корегування циклу світлофору, збільшимо $T_ц$ зі 120сек до 164 сек.

Тоді

N_1=842 авт/год,

N_2=1102 авт/год,

N_3=842 авт/год,

N_4=918 авт/год

Висновок:

Пропускна здатність збільшилась, але недостатньо. Подальше збільшення циклу недоцільне, оскільки значно виростають затримки транспорту. Отже, пропонується будівництво підземного пішохідного переходу.

Час циклу залишається $T_ц$ = 164 сек (відкорегований), але тривалість горіння зеленого сигналу світлофору збільшується на 20 сек.

Вхід 1, вхід 3 (2 смуги руху)

$T_ц = t_з + t_ч + 2\ t_ж = 87 + 73 + 4 = 164$ сек

$$N = \frac{3600 \times (87-2)}{3 \times 164} \times 1,8 = 1120 од / год$$

Вхід 2 (3 смуги руху)

$T_ц = t_з + t_ч + 2\ t_ж = 80 + 80 + 4 = 164$ сек

$$N = \frac{3600 \times (80-2)}{3 \times 164} \times 2,55 = 1455 од / год$$

Вхід 4 (3 смуги руху)

$T_ц = t_з + t_ч + 2\ t_ж = 70 + 90 + 4 = 164$ сек

$$N = \frac{3600 \times (70-2)}{3 \times 164} \times 2,55 = 1268 од / год$$

N = [3600(70-2)/3*164]*2,55=220*2,55=1268 авт/год

Сумарна пропускна здатність вузла:

1120*2 + 1455 +1268 = 4963 авт/год.

Сумарна інтенсивність у вузлі: 5706 од/год

При порівнянні інтенсивності та пропускної здатності по входах отримуємо:

Вхід 1

Інтенсивність в годину «пік» - 1120 авт/год

Пропускна здатність – 1120 авт/год

Вхід 2

Інтенсивність в годину «пік» - 1917/год

Пропускна здатність – 1455 авт/год

Вхід 3

Інтенсивність в годину «пік» - 1261 авт/год

Пропускна здатність – 1120 авт/год

Вхід 4

Інтенсивність в годину «пік» - 1408 авт/год

Пропускна здатність – 1268 авт/год

Висновок:

Порівняння інтенсивності та пропускної здатності у вузлі при будівництві

підземного пішохідного переходу та одночасному коригуванні циклу світлофору показало, що жоден вхід не буде працювати в нормальному режимі, пропускна здатність вичерпана.

Техніко-економічні показники.

Річний економічний ефект від пропозицій по удосконаленню ТІ визначається за формулою: $E_{еф} = E - 0,535*10\ K$, де

- $E_{еф}$ – сумарна річна економія від заходів щодо ОДР;
- *0,535* – коефіцієнт, що враховує амортизацію та інші витрати при нормативному коефіцієнті 0,33 ;
- K - капітальні витрати, грн.

Сумарна річна економія - це зменшення числа ДТП, економії часу на перевезення пасажирів і вантажів, обчислювальної з економії машино-годин різних типів транспортних засобів, зменшення пробігу по ВДМ та розраховується за формулою:

$$E = S_1 + S_2 + S_3, \quad (3.1)$$

- S_1 - економія від зменшення затримок (покращення роботи СО, введення АСУДР), грн.;
- S_2 – економія від зменшення перепробігів транспорту, грн., яка розраховується за формулою:

$$S_2 = \frac{\Delta l \cdot C \cdot 365 \cdot U_{г.п}}{\beta}, \quad (3.2)$$

- Δl – скорочення перепробігу транспорту, км;
- C – середньозважена вартість 1 км перепробігу транспорту, грн.;
- $U_{г.п.}$ – інтенсивність руху у годину пік, од/год;
- β - питома вага часу пік у добі, %.
- S_3 – економія від скорочення кількості ДТП, грн., яка розраховується за формулою:

$$S_3 = d\sum_{i=1}^{j} n_i \cdot p_i \cdot \frac{N_2}{N_1}, \qquad (3.3)$$

- d – середня вартість одного ДТП, d = 5000 у.о.;
- n_i – кількість ДТП у середньому за 3 – 5 років ;
- p_i – вірогідність зниження кількості ДТП від різноманітних заходів, а саме:

✓ встановлення пішохідних огороджень – 75 %;
✓ нанесення розмітки на проїзну частину – 30%;
✓ влаштування “кишень” в зоні зупинок – 44%;
✓ будівництво підземного пішохідного переходу – 73%;
✓ каналізація нерегульованого перехрестя в одному рівні – 50%;
✓ покращення зовнішнього освітлення – 10%.

- j – кількість ДТП на ділянці ВДМ;
- N_1, N_2 - середньодобова інтенсивність руху до та після заходів з удосконалення ТІ.

Розрахуємо економію від заходів з удосконалення ТІ у вузлі вул. Анни Ахматової – вул. Драгоманова.

$$S_3 = 5000\sum_{i=1}^{j} 30 \cdot 0{,}75 \cdot \frac{62132}{44380} = 157500 y.o., \quad \text{де}$$

- d – середня вартість одного ДТП, d = 5000 у.о.;
- n_i – кількість ДТП по вузлу у середньому за 2 роки, n_i = 30;
- p_i – вірогідність зниження кількості ДТП від різноманітних заходів, p_i = 0,75
- j – кількість ДТП на дільниці ВДМ;
- N_1, N_2 - середньодобова інтенсивність руху до та після заходів з удосконалення ТІ.

U_1 = 44380 од/добу;

U_2 = 62132 од/добу.

Економічну ефективність від заходів щодо зниження кількості ДТП

можна оцінити у 157500 у.о. або 6615000 грн.

3.2 Проєкт реконструкції транспортної розвязки в двох рівнях пр. Петра Григоренка – пр. Миколи Бажана

Проспект Бажана навантажена магістраль безперервного руху, тоді як проспект Петра Григоренка є магістраллю районного значення, регульованого руху. Перетин виконано за типом листу конюшини. За основним (навантаженим) напрямом руху, виконано дублюючі односторонні смуги руху, що забезпечують більш безпечні право- та лівоповоротних маневри. Окрім того, дані «дублери» є безпечним рішенням та «влаштуванням» посадко-відправної платформи пасажирських перевезень, міського та приміського сполучення.

Перетин вулиці пр. Бажана та пр. Григоренка у м.Києві
Картограма добових інтенсивностей за напрямками:

Розподіл за напрямками руху інтенсивностей в годину-пік:

Напрямки руху		Вихід			
		1	2	3	4
Вхід	1	0	581	922	402
	2	645	0	436	3944
	3	1016	27	0	842
	4	923	4373	105	0

Рис.3.3 Схема вузла та розподіл інтенсивності руху транспорту

Таблиця 3.2

Розподіл інтенсивності руху транспорту за входами

Напрям магістралі		Вихід				Всього з входу
		1	**2**	**3**	**4**	
Вхід	**1**	*0*	*581*	*922*	*402*	***1905***
	2	*645*	*0*	*436*	*3944*	***5025***
	3	*1016*	*27*	*0*	*842*	***1885***
	4	*923*	*4373*	*105*	*0*	***5401***
Всього на вихід		***2584***	***4981***	***1463***	***5188***	

Поперечний профіль магістралей виконано на он-лайн платформі StreetMIX. Проспект Бажана від Північного мосту і до Бориспільського шосе переважно має 4 смуги безперервного руху в обох напрямках,

Рис.3.4 Поперечний профіль пр. Бажана (1)

та на перетині з проспектом Григоренка має додатково два «дублери» по дві смуги руху. На пішохідному тротуарі влаштовано підземні переходи, що також є входами на станцію метро Позняки.

Рис.3.5 Поперечний профіль пр. Бажана (2)

Проспект Григоренка (1-3) має 3 смуги руху в обох напрямках.

Рис.3.6 Поперечний профіль пр. Григоренка

Даний перетин - значний транспортно пересадковий вузол (ТПВ). Станція метро Позняки, значна кількість маршрутних автобусів міського та приміського значення, трамвайне сполучення та міські автобуси значної місткості.

З сайту https://www.eway.in.ua/ru/cities/kyiv/routes отримано дані щодо щодо маршрутів пасажирських перевезень, та їх види.

Таблиця 3.3

Маршрути МПТ у вузлі

Вид транспорту	Номер маршруту	Повна назва маршруту	Часи роботи	Інтервал в «пік»
Трамвай	8	СТ. М. ПОЗНЯКИ - СТ. М. ЛЕСНАЯ	6:10 – 23:40	12хв
Трамвай	28Д	УЛ. МИЛОСЛАВСКАЯ - СТ. М. ПОЗНЯКИ	5:33 – 23:30	11хв
Метро	М3	СТ. М **Красный Хутор – СТ.М. Сырец**	5:33 – 23:00	7хв
Автобус	17	**ст. м. Харьковская - ул. Михаила Драгоманова**	06:05 - 23:14	18хв
Автобус	18	**ст. м. Харьковская - ш. Харьковское**	06:15 - 22:59	18хв
Автобус	22	**ул. Тростянецкая - ул. Медовая**	06:15 - 23:08	13хв
Автобус	35	**ул. Подлипка - ул. Урловская**	06:00 - 22:57	31хв
Автобус	42	**ул. Митрополита Андрея Шептицкого - ул. Елизаветы Чавдар**	06:10 - 23:18	27хв
Автобус	45	**ст. м. Дарница - пр. Петра Григоренко**	05:52 - 23:25	18хв
Автобус	87	**ул. Митрополита Андрея Шептицкого - ст. м. Осокорки**	06:20 - 22:25	26хв
Автобус	91	**ст. м. Голосеевская - ул. Анны Ахматовой**	06:35 - 23:29	24хв

Автобус	108	ул. Митрополита Андрея Шептицкого - ст. м. Харьковская	06:07 - 23:22	20хв
Автобус	109	ст. м. Харьковская - ст. м. Театральная	06:00 - 22:23	25хв
Маршрутка	177	ул. Митрополита Андрея Шептицкого - ст. м. Бориспольская	06:00 - 21:00	30хв
Маршрутка	178	ст. м. Бориспольская - ул. Митрополита Андрея Шептицкого	06:00 - 21:00	25хв
Маршрутка	250	ст. м. Позняки - ул. Елены Пчилки	06:00 - 22:30	8хв
Маршрутка	407	ул. Привокзальная - ул. Елизаветы Чавдар	06:00 - 22:30	35хв
Маршрутка	415	пр. Лесной - ст. м. Харьковская	06:00 - 22:30	32хв
Маршрутка	474	пр. Лесной - ст. м. Харьковская	06:00 - 22:30	13хв
Маршрутка	475	Завод "Буревестник" - ст. м. Позняки	06:00 - 22:30	32хв
Маршрутка	511	ул. Милославская - ст. м. Позняки	06:00 - 22:30	17хв
Маршрутка	513	ул. Полесская - ст. м. Позняки	06:00 - 22:30	30хв
Маршрутка	526	ст. м. Лесная - ст. м. Позняки	06:00 - 22:30	30хв
Маршрутка	535	ул. Митрополита Андрея Шептицкого - ст. м. Бориспольская	06:00 - 22:30	22хв
Маршрутка	545	ст. м. Дарница - ул. Елизаветы Чавдар	06:00 - 22:30	30хв
Маршрутка	577	УЛ. УРЛОВСКАЯ - СТ. М. ПОЗНЯКИ	06:00 - 22:30	25хв
Пригородный	317	ст. м. Харьковская - г. Борисполь (Городской парк)	06:00 - 23:00	6хв
Пригородный	317А	ст. м. Харьковская - г. Борисполь (ул. Каховская)	06:20 - 22:56	7хв
Пригородный	324	ст. м. Харьковская - с. Процев (через с. Гора)	07:25 - 22:05	49хв
Пригородный	324П	ст. м. Харьковская - с. Процев (через с. Петровское)	06:50 - 20:04	56хв
Пригородный	753	ст. м. Харьковская - с. Вишенки	07:20 - 22:03	20хв
Пригородный	753	ст. м. Харьковская - с. Петровское	06:35 - 20:31	49хв
Пригородный	754	ст. м. Харьковская - с. Иванков	07:00 - 21:13	38хв
Пригородный	787	ст. м. Харьковская - с. Большая Александровка	07:00 - 22:31	34хв
Пригородный	807	ст. м. Харьковская - с. Счастливое	06:30 - 22:23	41хв
Пригородный	808	ст. м. Харьковская - с. Пролески	07:15 - 20:20	62хв
Пригородный	941	ст. м. Харьковская - с. Воронков	06:50 - 23:04	34хв
Пригородный	КИЕВ-СУМЫ	Киев - Сумы	18:00 - 22:50	-------

3.2.1 Вибір розрахункових швидкостей на перетині

Геометричні розміри елементів перетину визначаються величиною ро-

зрахункової швидкості руху і ступенем комфортності проїзду через ці елементи. Розрахункова швидкість повинна відповідати нормативним швидкостям в залежно від категорії магістралей, що пересікаються.

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

$$V_{\text{розр}} \leq V_{\text{н}}$$

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

Оптимальна швидкість руху – це така швидкість руху транспорту на перетині, за якої досягається теоретична максимальна пропускна здатність перетину – (Vопт).

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

$$V_{\text{з}} \leq V_{\text{розр}} \leq V_{\text{опт}}, \qquad (3.4)$$

Для проєктування основних геометричних елементів перетинів та забезпечення необхідного рівня комфортності проїзду через ці елементи слід встановити розрахункову швидкість руху транспорту, яка б задовільнила вимоги:

розрахункова швидкість руху транспорту може забезпечувати максимальну пропускну здатність перетину;

розрахункова швидкість руху транспорту не повинна перевищувати швидкість найбільш тихохідних транспортних засобів в потоці.

Оптимальна швидкість руху – це така швидкість руху транспорту на перетині, за якої досягається теоретична максимальна пропускна здатність перетину – Vопт.

Для виконання першої умови розрахункова швидкість руху транспорту

Vопт може бути визначена за формулою:

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(l_a + l_б)\cdot 2g(\varphi + f + i)}{k_e - k_1}} = 40 \text{ км/год} \quad (3.5)$$

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(5+4)\cdot 2\cdot 9.81\cdot (0.45+0.02+0.02)}{1.5-1.2}} = 31 \text{ км/год}$$

де la – довжина розрахункового автомобіля (приймається – 5 м);

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

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

k1 – коефіцієнт гальмування переднього автомобіля в екстремальних умовах (1,0 – 1,2);

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

φ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини (0,4 – 0,45);

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

i – поздовжній похил ділянки магістралі (приймаємо 0,02).

Максимальна пропускна здатність однієї смуги руху транспорту забезпечується при швидкості руху транспорту 40 – 50 км/год, а в межах діапазону 30 – 60 км/год вона змінюється несуттєво. Фактично, за діючими умовами дорожнього руху вона може бути прийнята » 60 км/год.

$$30 \text{ км/год} \le V_{\text{розр}} \le 31 \text{км/год},$$

Для попередніх розрахунків, приймаємо $V_{\text{розр}} = V_з = 30$ км/год

З економічних міркувань, без певних територіальних обмежень, розрахункові швидкості для ліво- і правоповоротних потоків на з'їздах можуть прийматись різними. Їх величини можна прийняти згідно п. 6.3.5 (табл. 6.3) ДБН [2].

Таблиця 3.4

Визначення розрахункових швидкостей для ліво- і правоповоротних потоків на з'їздах

Розрахункова швидкість руху в середній частині з'їздів, км/год	Найменші радіуси, м, за умови поперечного похилу віражу, ‰				
	20	30	40	50	60
15	12	12	12	-	-
20	15	15	15	15	15
30	35	35	35	35	30
40	65	65	60	55	55
50	110	105	100	95	90
60	160	150	140	135	130

В міських умовах за наявності територіальних обмежень використовують радіуси заокруглень з'їздів 15 – 35м і навіть 12 м, забезпечуючи таким чином швидкість руху транспорту на цих ділянках 15 – 30 км/год.

Після розміщення в плані елементів перетину та встановлення величин радіусів заокруглень необхідно встановити допустиму швидкість руху транспорту Vдоп на з'їздах за формулою:

$$V_{доп} = \sqrt[2]{gR \cdot (\varphi_п + i_п)} = 25 \text{ км/год} \quad (3.6)$$

$$V_{доп} = \sqrt[2]{9.81 \cdot 35 \cdot (0.45_п + 0.02_п)} = 23 \text{ км/год}$$

де φп – коефіцієнт поперечного зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини (приймають 0,4 – 0,45);

іп – поперечний похил покриття проїжджої частини (приймаємо 0,02).

Остаточні рішення при виборі величин радіусів заокруглень, а з цим і розрахункової швидкості на з'їзді, приймаються після відповідного техніко- економічного обґрунтування.

3.2.2 Проєктування поперечних профілів магістралей

Розрахунок ширини проїзної частини магістралі

Підхід до проєктування поперечних профілів магістралей аналогічний підходу до їх проєктування на перегонах магістралей [4].

Для визначення ширини проїжджої частини магістралі знаходимо необхідну кількість смуг руху транспорту за алгоритмом:

а) визначаємо пропускну здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні:

$$N_{см} = \frac{3600V_p}{l_а + l_б + V_p t_p + (k_е - k_1)V_p^2/[2g(\phi + f \pm i)]} = 1500 \text{ (прив.од./год)}$$

$$N_{см} = \frac{3600 \cdot 60}{5 + 4 + 60 \cdot 1{,}5 + (1{,}5 - 1{,}2) \cdot 60^2 /[2 \cdot 9{,}81 \cdot (0{,}45 + 0{,}02 \pm 0{,}02)]} = 1764 \text{(прив.од./год)}$$

де $V_р$ – розрахункова швидкість транспорту на магістралі, м/с;

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

Решта позначень така ж, як у формулі.

б) встановлюємо коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі:

$$\delta = \frac{L}{L + V_p^2/(2a) + V_p^2/(2b) + V_p(t_ч + 2t_ж)/2} = 0{,}5 \qquad (3.7)$$

$\delta_{2\text{-}4} = 1$ - відсутнє світлофорне регулювання

$$\delta_{1\text{-}3} = \frac{1130}{1130 + 60^2/(2 \cdot 1.2) + 60^2/(2 \cdot 1.5) + 60 \quad (30 + 2 \cdot 3)/2} = 0{,}38$$

де L – відстань між сусідніми перехрестями магістралі, що регулюються, м;

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

b – сповільнення автомобіля при гальмуванні (0,6-1,5 м/с^2)

$t_ч$, $t_ж$ – тривалість червоного та жовтого сигналів світлофора для даної магістралі (задається індивідуально керівником проєкту на відповідних етапах контролю ходу його виконання), в секундах.

в) визначаємо пропускну здатність смуги руху транспорту з врахуванням впливу світлофорного регулювання:

$$N'_{см} = N_{см} \cdot \delta, \qquad (3.8)$$

$$1)\ N'_{\text{см}2\text{-}4} = 1764 \cdot 1 = 1764 \text{ - од./год}$$

$$2)\ N'_{\text{см}1\text{-}3} = 1764 \cdot 0.38 = 670 \text{ - од./год}$$

г) визначаємо необхідну кількість смуг руху транспорту (в одному напрямку):

$$n = \frac{N_{\text{розр}}}{N'_{\text{см}}}, \qquad (3.9)$$

$$1)\ n_{2\text{-}4} = \frac{5401}{1764} = 3{,}06 = 4 \text{ – п-т Бажана}$$

$$2)\ n_{1\text{-}3} = \frac{1905}{670} = 2{,}84 = 3 \text{ – п-т Григоренка}$$

де n – необхідна кількість смуг руху транспорту (за наявності значущих цифр після коми округлення слід зробити в більший бік);

$N_{\text{розр}}$ – розрахункова інтенсивність руху транспорту на магістралі, авт./год.

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 безперервного і регульованого руху, та 3 смуг в одному напрямку для магістралей районного значення.

д) пропускну здатність магістралі (в одну сторону) визначаємо за формулою:

$$N_{\text{маг}} = N'_{\text{см}} \cdot k_n, \qquad (3.10)$$

$$1)\ N_{\text{маг}2\text{-}4} = 1764 \cdot 3{,}5 = 6174$$

$$2)\ N_{\text{маг}1\text{-}3} = 670 \cdot 2{,}7 = 1809$$

де kn - коефіцієнт ефективності використання смуг руху транспортом, величину якого приймають для однієї смуги руху за 1,0 (за відсутності на перегоні зупинок громадського транспорту або якщо їх влаштовано за межами проїжджої частини), для двох – 1,9, для трьох – 2,7, для чотирьох – 3,5.

За наявності зупинок громадського транспорту, величину коефіцієнта ефективності завантаження рухом транспорту крайньої смуги уточнюють із врахуванням маршрутних інтервалів всіх видів громадського транспорту на магістралі (тобто необхідну кількість зупинок екіпажів громадського транспорту протягом

«години-пік» перемножуємо на затрати часу одного екіпажу на гальмування, стоянку для обслуговування пасажирів, розгін і визначаємо частку цього часу в годині для пониження величини коефіцієнта використання крайньої смуги руху) [3].

е) перевіряємо виконання умови:

$$N_{маг} \geq N_{розр}\ , \tag{3.11}$$

$$N_{маг2\text{-}4} = 6174 \geq N_{розр2\text{-}4} = 5401$$

$$N_{маг1\text{-}3} = 1809 \leq N_{розр1\text{-}3} = 1905$$

Таблиця 3.5

Напрям магістралі		Вихід				Ітого з входу
		1	**2**	**3**	**4**	
Вхід	**1**	*0*	*581*	*922*	*402*	***1905***
	2	*645*	*0*	*436*	*3944*	***5025***
	3	*1016*	*27*	*0*	*842*	***1885***
	4	*923*	*4373*	*105*	*0*	***5401***
Всього на вихід		***2584***	***4981***	***1463***	***5188***	

Якщо умова виконується, то переходимо до пункту ж), а якщо ні, тоді збільшуємо кількість смуг руху транспорту на одну в один бік і повертаємося до пункту е).

У випадку, коли смуг руху в один бік стає більше чотирьох, для подальшого проєктування приймаємо чотири смуги руху і робимо рекомендації як організувати рух транспорту в години «пік» – чи за рахунок обмеження руху окремих видів транспорту (вантажного, легкового, але не громадського) та організації їх руху по дублюючих магістралях, чи влаштуванні зупинок громадського транспорту за межами проїжджої частини магістралі, чи за рахунок влаштування перетинів з іншими магістралями в різних рівнях та ін.

є) для визначення ширини проїжджої частини Вмаг використовуємо формулу:

$$B_{маг} = 2nb + r + 2\Delta\ , \tag{3.12}$$

$$B_{маг2\text{-}4} = 2 \cdot 4 \cdot 3{,}5 + 2.5 + 2 \cdot 0{,}75$$

$$B_{маг1\text{-}3} = 2 \cdot (2 \cdot 3 + 3{,}5) + 2 \cdot 0{,}7 + 2 \cdot 1.5 + 2 \cdot 0{,}3$$

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 – ширина розподільчої смуги між напрямками руху транспорту (прийм. відп. до п. 5.1.14 ДБН [2]), м;

Δ – ширина запобіжної смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем (прийм. відп. до п. 5.12 ДБН [2]), м.

Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів

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

$$n = N_{зад}/N_{п.см.}, \quad (3.13)$$

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

$N_{п.см.}$ – пропускна здатність однієї смуги руху (необхідну величину приймаємо згідно з табл. 4), піш./год.

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

Дані про пропускну здатність смуги руху пішохідної частини тротуарів (піш./год) наведено в таблиці 3.6

Таблиця 3.6

Пропускна здатність смуги руху пішохідної частини тротуарів

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

Пішохідні містки	2000(1500)
Сходи	1500(1250)

При наявності значущих цифр, після коми отримані величини округлюємо в більший бік.

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

$$B_{тр} = n \cdot 0{,}75\,, \tag{3.14}$$

$$B_{тр\ маг1\text{-}3} = 3 \cdot 0{,}75 = 2.25$$

$$B_{тр\ маг4\text{-}2} = 4 \cdot 0{,}75 = 3$$

Отриману величину порівнюємо з вимогами ДБН [1] і для подальшого проєктування приймаємо більшу величину.

Якщо не задано розміри інтенсивності пішохідного руху, то слід прийняти ширину пішохідної частини тротуарів згідно з ДБН [1] та встановити пропускну здатність. Величину пропускної здатності пішохідної частини тротуару Nтр встановлюємо за формулою:

$$N_{тр} = N_{п.см.} \cdot B_{тр}/0{,}75\,, \tag{3.15}$$

$$N_{тр\ маг1\text{-}3} = 800 \cdot \frac{2.25}{0{,}75} = 2400$$

$$N_{тр\ маг4\text{-}2} = 1000 \cdot \frac{3}{0{,}75} = 4000$$

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

Проєктування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину в різних рівнях

Для вулиць і доріг в цілому або для окремих їх ділянок розробляють типовий поперечний профіль, в межах червоних ліній яких набір окремих елементів, розміри та взаємне розташування не змінюється по довжині магістралі або окремої її ділянки у вказаних межах.

Обов'язковими елементами поперечного профілю є: проїжджа частина та пішохідна частина тротуарів. Бажаними: організація велосипедної мережі або її

ділянки, 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 зниження негативного впливу транспорту на навколишнє середовище магістралі.

Згідно з п. 5.1.13 ДБН [2] ширину розподільчих смуг між елементами поперечного профілю вулиць і доріг треба визначати, виходячи із умов розміщення підземних комунікацій, озеленення, необхідності зниження негативної дії транспорту на навколишнє середовище, але не менше розмірів наведених у табл. 5.5 ДБН [2].

На рис.3.7 показано приклад типового поперечного профілю для магістральної вулиці (в курсовому проєкті для кожної магістралі розробляється три можливі варіанти типових поперечних профілів) з прийнятим варіантом прокладання інженерних мереж на підході до перетину магістралей (в курсовому проєкті прокладання інженерних мереж показується тільки на прийнятому варіанті типового поперечного профілю для кожної магістралі). При викреслюванні типового профілю дотримуються тільки горизонтальних масштабів, як правило 1:100 або 1:200.

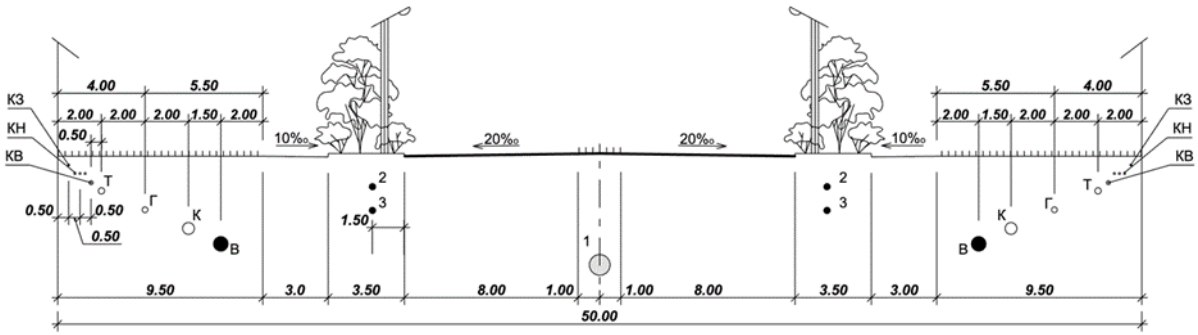
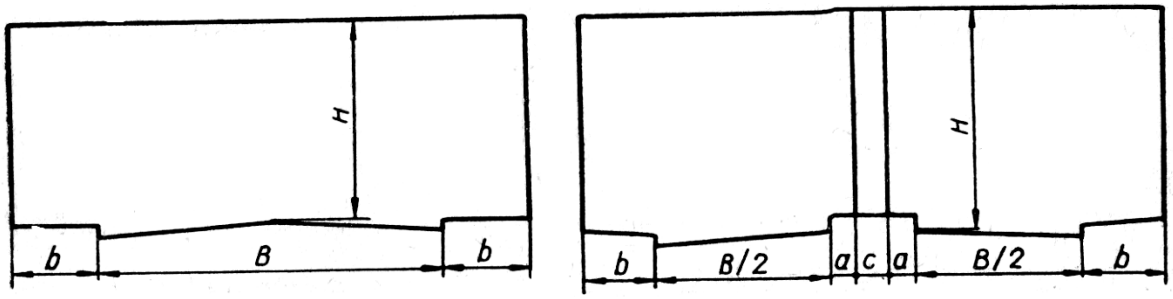


Рис.3.7 Приклад типового поперечного профілю

Як правило, перетини міських магістралей в різних рівнях проєктуються в обмежених умовах, коли немає можливості збільшити його територію. Тому в межах перетину у поперечному профілі магістралей, які перетинаються, слід передбачати тільки проїжджу частину магістралей з врахуванням вимог до

розподільчої смуги між зустрічними напрямками руху транспорту (ці смуги можуть бути використані для влаштування проміжних опор штучних споруд) та пішохідну частину тротуарів з розмірами прийнятими в типовому поперечному профілі магістралі. Як виняток, в обмежених умовах ширина пішохідної частини тротуарів в межах перетину може бути прийнята меншою у відповідності з нормативними вимогами до магістралі, у якої категорія менша на одну ступінь. Бажано, щоб ця величина була не меншою 2,25 м.

На рис.3.8 показані поперечні профілі магістралей в межах перетину для випадку влаштування однопрогоного шляхопроводу (див. рис.3.8 а) та двопрогонного (див. рис. 3.8 б).



а *б*

Рис. 3.8. Приклад поперечного профілю магістралей в межах перетину

Ширину отвору F однопрогонного шляхопроводу визначаємо за формулою 15, а двопрогонного – за формулою 16.

$$F = B_{маг} + 2b\,, \tag{3.16}$$

$$F = B_{маг} + 2b + c + 2a\,, \tag{3.17}$$

де $B_{маг}$ – ширина проїжджої частини магістралі, м;

b – прийнята величина ширини тротуару на магістралі, м;

c – ширина опори, м;

a – ширина захисної смуги біля опор (не менше 0,25 м), м.

У випадку, коли пішохідний рух в межах перетину не допускається або не

передбачається, проєктують тільки службовий тротуар шириною 1,0 м (0,75 м – смуга руху пішоходів і 0,25 м – захисна смуга).

За формулами 3.16 та 3.17 будуть отримані найменші допустимі величини отворів шляхопроводів. Необхідно проаналізувати і прийняти рішення про доцільну ширину отвору штучної споруди перетину магістралей з врахуванням можливих перспектив розширення проїжджої частини та пішохідної частин тротуарів, а також з врахуванням можливості підприємств будівельної індустрії міста виготовити відповідні конструкції прогонів цієї штучної споруди.

Рис.3.9 Проєктний поперечний профіль пр. Григоренка

Рис.3.10 Проєктний поперечний профіль пр. Бажана

3.2.3 Проєктування поздовжніх профілів магістралей

Проєктування поздовжніх профілів міських магістралей в межах їх перетину в різних рівнях здійснюють за тими ж нормативними вимогами, які необхідно дотримуватись залежно від їх категорій. Але в межах перетину в обмежених умовах ДБН [2] допускають найменші величини радіусів вертикальних кривих:

випуклих – 2000 м, а увігнутих – 500 м. Поздовжні профілі магістралей оформляють у вигляді креслень (рис.3.9).

Особливістю проєктування поздовжніх профілів магістралей є необхідність ув'язки цих профілів в точці перетину їх осей в плані таким чином, щоб була забезпечена безпека та безперебійність руху транспорту через отвір штучної споруди. Тому спочатку проєктують поздовжній профіль осі магістралі, яка буде проходити в рівні поверхні землі і отримують величину відмітки Н1 цієї магістралі в точці перетину осей магістралей в плані $X^{\text{п}}_{\text{м}}$. Потім переходять до проєктування поздовжнього профілю магістралі, що проходитиме за рівнем поверхні землі [4, 6].

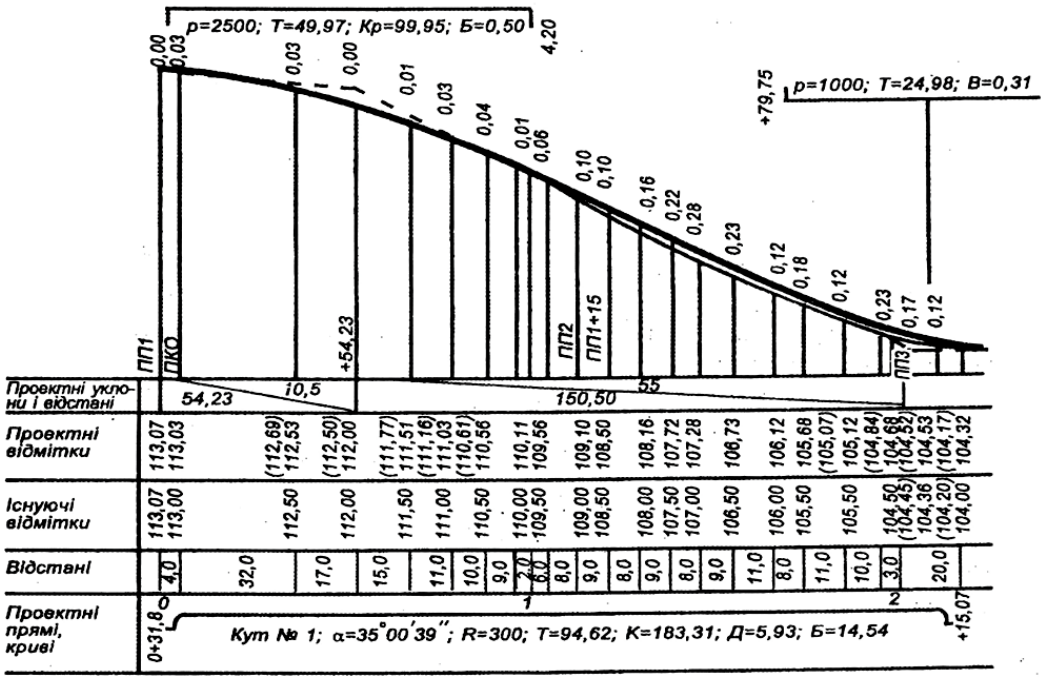


Рис. 3.11. Приклад оформлення поздовжнього профілю магістралі

При вирішенні задачі необхідно, щоб проєктна лінія поздовжнього профілю осі магістралі, яка проєктується над (під) поверхнею землі (розрахункова схема її проєктного профілю показана на рис.3.12), пройшла через точку з відміткою H_2.

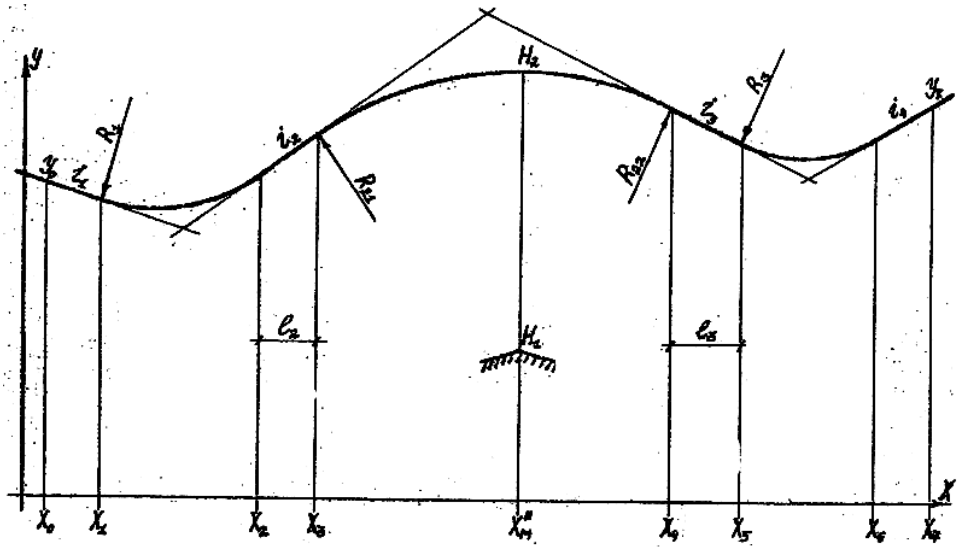


Рис. 3.12. Розрахункова схема проєктного поздовжнього профілю

Величину відмітки H_2 визначають за виразом

$$H_2 = H_1 + h_{\text{габ}} + h_{\text{буд}} + d + B_{\text{маг}} \cdot i_{\text{п}}/2, \quad (3.18)$$

$$H_2 = 99.8 + 5.5 + 1.8 + 0.5 + 29.5 \cdot 0.02/2 = 107.90$$

де hгаб – габаритна висота отвору штучної споруди (шляхопроводу, естакади або тунелю), м;

$h_{буд}$ – будівельна висота конструкцій прогонів штучної споруди (приймається за аналогом або укрупненими розрахунками), м;

d – товщина шару дорожнього одягу на штучній споруді (фактично шарів асфальтобетону), м;

$B_{маг}$ – ширина проїжджої частини магістралі, яка проходитиме по штучній споруді, м;

$i_п$ – величина поперечного похилу проїжджої частини цієї магістралі.

Як видно з формули такий підхід дозволить забезпечити безперебійний та безпечний проїзд транспорту через отвір штучної споруди та влаштувати її конструкції. Цю задачу можна вважати вирішеною, якщо будуть отримані необхідні величини прямих вставок (не менше 10 – 20 м) між протилежними кривими (l_2) та (l_3) залежно від величини їх повздовжніх похилів (i2) та (i3), які не повинні перевищувати допустимих граничних величин. Розрахункові формули мають вигляд:

$$l_2 = \frac{2[H_2 - i_1(X_м^п - X_0) - Y_0] + (i_2^2 - 2i_1 i_2)R_{21} - R_1(i_2 - i_1)^2}{2(i_2 - i_1)}, \quad (3.19)$$

$$l_3 = \frac{2[H_2 - i_4(X_м^п - X_7) - Y_7] + (i_3^2 - 2i_3 i_4)R_{22} - R_3(i_4 - i_3)^2}{2(i_4 - i_3)}. \quad (3.20)$$

де X0, Y0 та X7, Y7 – координати окремих точок прямих ділянок поздовжнього профілю на підходах до перетину магістралей, які доцільно приймати як обмеження ділянки проєктування, м;

i_1, i_4 – поздовжні похили цих прямих ділянок;

R_1, R_3 – радіуси вертикальних спряжених кривих на підходах до перетину магістралей, м;

R_{21}, R_{22} – радіуси вертикальної спряженої кривої на штучній споруді, м.

Якщо ділянка проєктування цієї магістралі має вказані обмеження по довжині, зафіксовані абсцисами X_0 та X_7, то необхідно зробити перевірку виконання наведених умов:

$$X_м^п - X_0 \geq R_1(i_2 - i_1) + l_2 - i_2 R_{21}, \quad (3.21)$$

$$X_7 - X_м^п \geq R_{22} i_3 + l_3 + R_3(i_4 - i_3). \quad (3.22)$$

У разі невиконання зазначених умов, далі підрахунки можна виконувати за рахунок зменшення радіусів вертикальних кривих до найменших можливих величин або збільшення граничних меж поздовжніх похилів прямих вставок до винятково величин при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні.

Схеми алгоритмів, програми підрахунків з допомогою програмованих мікрокалькуляторів та контрольні приклади до них наведені в роботі.

При проєктуванні штучних споруд над ділянкою увігнутої кривої слід перевірити, чи забезпечить його габаритна висота видимість руху на необхідній відстані. Якщо умова не виконується, то визначають необхідну для цього відмітку низу конструкцій штучних споруд як викладено в [5] для випадку, коли штучна

споруда розміщена над найнижчою частиною увігнутої кривої і необхідно забезпечити достатню видимість до предмета з заданими розмірами, що знаходиться на проїжджій частині.

Ці задачі, крім вказаних підходів [5], можна розв'язати методом геометричного моделювання ситуації забезпечення видимості і для випадків, коли магістраль, що проходить по штучній споруді, протрасована на схилі, а ділянка вертикальної увігнутої кривої нижньої магістралі розташована з боку штучної споруди (характерно для міських умов). Вирішення такої задачі розглянуто в роботі [6]. В цій роботі розглядається забезпечення видимості поверхні проїжджої частини через отвори штучних споруд на необхідній відстані при високій посадці водія в транспортних засобах.

Коли на ділянці увігнутої кривої необхідно влаштувати тунель, то потрібно сформувати його стелю таким чином, щоб теж забезпечити необхідну видимість руху, якщо це не буде досягнуто при дотриманні габаритної висоти. Для цього теж можна використати рекомендації з роботи [6].

3.2.4 Вертикальне планування території магістралей

В межах перетину магістралей сполучення проєктної поверхні територій магістралей з існуючою поверхнею здійснюють з влаштуванням укосів виїмок чи насипу ґрунту або підпірних стінок. Похили укріплених укосів насипу ґрунту приймають: 1:1,0; для злежалих ґрунтів – 1:1,5; для порушених і ущільнених свіжонасипаних 1:1,75. В місцях сполучення укосів насипів з стоянами шляхопроводів влаштовують конусоподібні укріплені поверхні для переходу від похилу поверхонь ущільнених свіжонасипаних ґрунтів 1:1,75 до похилу укріплених насипів ґрунту.

Необхідно дотримуватись:

вимог безпеки і зручності руху транспорту і пішоходів,

вимог організації поверхневого стоку

забезпечення естетики навколишнього середовища.

Вертикальне планування з'їздів

Важливою особливістю вертикального планування міських магістралей, що

перетинаються в різних рівнях є планово-висотна прив’язка з’їздів для організації руху транспорту з одного рівня на інший з врахуванням доцільної їх довжини за дорожніми та транспортно-експлуатаційними показниками (фактично за оцінкою пробігів транспорту та обсягів будівельних робіт) з врахуванням обмежених умов міської території.

Враховуючи, що нормативні документи допускають найменші величини радіусів заокруглень з’їздів, які набагато менші ніж для магістралей (наприклад для лівоповоротних з’їздів 30 м), то і до прийняття величин найбільших поздовжніх похилів для цих ділянок є відповідні рекомендації. Так найбільша величина повздовжнього похилу на заїздах повинна бути не більшою ніж допускається для даних магістралей, а на криволінійних ділянках при радіусі 50 м ця величина повинна бути зменшена на 10‰. При менших величинах цих радіусів на кожні 5 м зменшення їх величини повинно бути додатково зменшено величину найбільшого можливого повздовжнього похилу на 5‰ цієї ділянки. Крім того, нормативними документами заборонено попадання вертикальних випуклих кривих на ділянки горизонтальних кривих при проєктуванні поздовжніх профілів вулиць, доріг та їх окремих елементів.

Проблема вертикального планування з’їздів вирішується після того, як уже виконано проєктування вертикального планування проїжджої частини магістралей перетину, що проєктується, проєктними горизонталями. Висотне вирішення з’їзду, залежно від його планового положення, доцільно вирішувати методом повздовжніх профілів, а прийнятий варіант з’їзду слід показати на плані вертикального планування проєктними горизонталями. На рис.3.13 показано варіант планового положення лівоповоротного з’їзду для магістралей, що перетинаються подібно «листу конюшини», як найбільш складного для проєктування в обмежених умовах його влаштування. За довільних умов доцільніше проєктувати з’їзд однієї кривини.

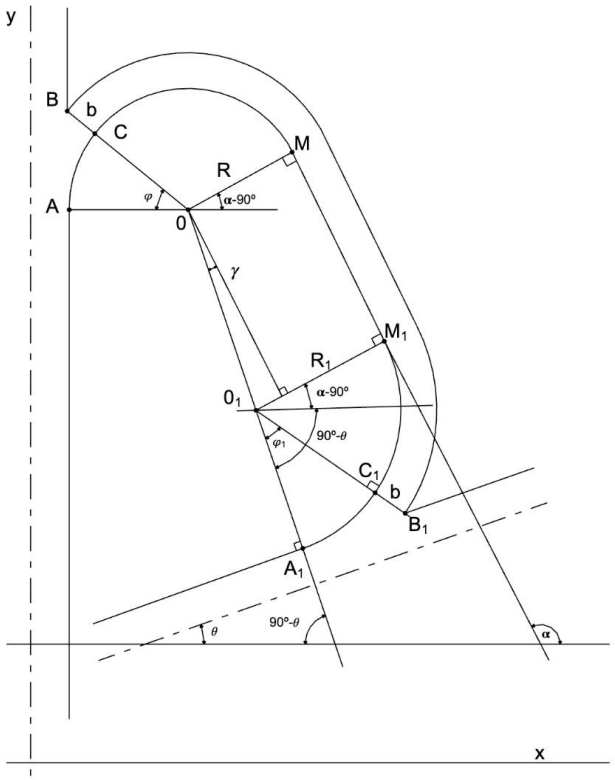
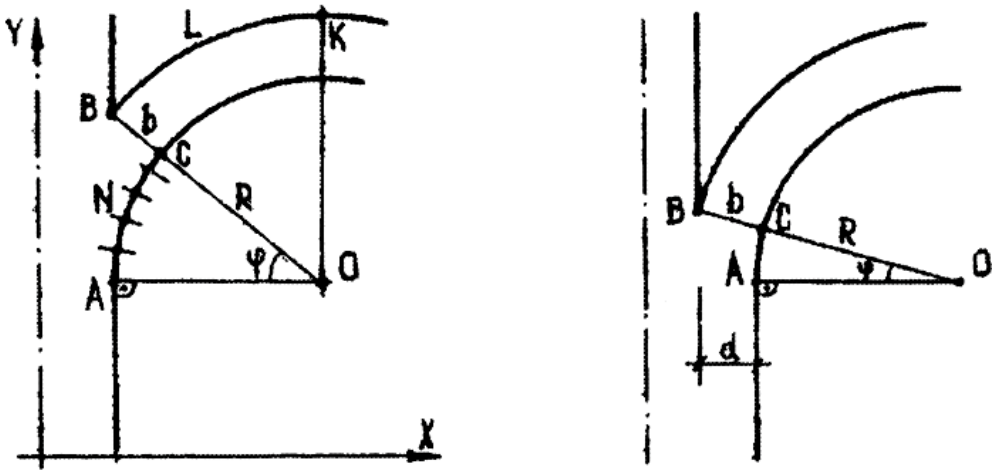


Рис. 3.13. Приклад планового положення лівоповоротного з'їзду

Для проєктування вертикального планування з'їзду попередньо намічають його планове положення так, щоб задовольнити як ці, так і інші вимоги нормативних документів. Потім розглядають місця доцільного примикання з'їздів і проєктують поверхню їх проїжджої частини в межах трикутників ΔABC та $\Delta A_1B_1C_1$ залежно від поверхні проїжджої частини магістралі до якої вони приєднуються, як її логічне продовження. Ця поверхня повинна забезпечити ефективне стікання води до лотків, щоб в холодний період не утворювалась льодяна поверхня за рахунок повільного стікання води, що значно погіршує умови руху транспорту і пішоходів (саме в цих місцях передбачають переходи через проїжджу частину з'їздів для пішоходів) і призводить до виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Принцип можливого примикання з'їздів на прикладі примикань лівоповоротних з'їздів на перетині типу «лист конюшини», як найбільш складних при проєктуванні, показаний на рис.3.14



а б

Рис.3.14 Приклад примикань лівоповоротних з'їздів на перетині типу «лист конюшини»

На рис.3.14 а показано примикання заокруглення з'їзду безпосередньо до основної проїжджої частини магістралі, а на рис.3.14 б до додаткової смуги для лівоповоротних потоків на перетинах типу «лист конюшини», яка влаштовується у випадку, коли інтенсивність цих потоків перевищує 500 одиниць на годину.

Останній випадок вирішення примикань з'їздів більш доцільний, так як дозволяє в межах трикутника ΔABC забезпечити більший поперечний похил, ніж у першому випадку, за можливості влаштування більшого поперечного похилу на цій смузі ніж на основній проїжджій частині. Розглянувши вказані трикутники, знаходять координати точок С і С1 в декартовій системі координат, їх відмітки і кути φ та $\varphi 1$ (див. рис.3.14) за формулою3.23 для випадку показаному на рис.3.14 а та за формулою 3.24 для випадку, показаному на рис.3.14 б.

$$\varphi = \arccos\left[\frac{R}{R+b}\right] , \qquad (3.23)$$

де R – радіус заокруглення з'їзду, м;
b – ширина проїжджої частини з'їзду, м,

$$\varphi = \arccos\left[\frac{R+d}{R+b}\right] , \qquad (3.24)$$

де d – ширина додаткової смуги для лівоповоротних потоків, м.

Коли ж поздовжній похил лотка проїжджої частини верхньої магістралі більший ніж допустимий поздовжній похил лотка з'їзду на заокругленні, слід примкнути з'їзд до магістралі горизонтальною кривою, радіус якої повинен бути більшим 50 м (або підібрати його необхідну величину залежно від поздовжнього похилу магістралі в точці А), довжиною, яка б дозволила вписати вертикальну увігнуту криву, починаючи з точки С, для переходу від поздовжнього похилу магістралі до необхідного поздовжнього похилу заокруглення з'їзду, а вже далі починаючи з точки С' заокруглення запроєктувати з необхідним поздовжнім похилом (рис.3.15) відповідно до прийнятої величини його радіуса.

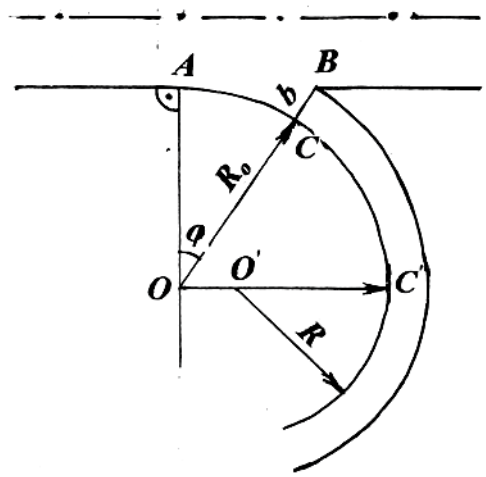


Рис. 3.15 Розрахункова схема вписування поздовжнього похилу на з'їзді

На цій розрахунковій схемі (див. рис.3.15) показано початок заокруглення з'їзду, яке в межах дуги АС' запроєктоване радіусом Ro більшим 50 м, що дозволяє проєктувати цю ділянку заокруглення з найбільшими поздовжніми похилами для прямолінійних ділянок, а починаючи з точки С' – з радіусом R меншим 50 м, який відповідає необхідній величині поздовжнього похилу наступної ділянки заокруглення. Дуга СС' відповідає довжині вертикальної увігнутої кривої, яка сполучає поздовжній похил в точці С з поздовжнім похилом заокруглення з'їзду в точці С'. Для даного випадку кут φ знаходиться за формулою.

Величини відміток точок А, В, С, окремих точок дуги і ΔАВС знаходимо з рівнянь ліній поздовжнього профілю і відповідних ліній поперечного окреслен-

ня проїжджої частини магістралей, задаючись величинами абсцис в локальній системі координат поздовжніх профілів осі магістралей, до яких приєднується з'їзд [6].

Координати окремих точок дуги АС, для визначення їх відміток, знаходимо з параметричних рівнянь кола в системі координат показаній на рис. 8, які мають такий вигляд:

$$X = X_0 + R \cdot Cos\, t\,, \tag{3.25}$$

$$Y = Y_o + R \cdot Sin\, t\,, \tag{3.26}$$

де Хо та Yo – координати центра кривої в указаній локальній системі координат, м;

t – кутовий параметр, величину якого слід змінювати від 180о – φ до 180о, з кроком 2-3о (початок відліку цього параметра співпадає з позитивним напрямком осі абсцис), в градусах.

Для підрахунків відміток цих точок слід зробити перехід від цієї локальної системи координат до локальної системи координат поздовжнього профілю магістралі, до якої приєднується з'їзд (фактично знайти відстані Z від осі проїжджої частини магістралі до знайдених точок). Підрахунок величини відміток цих точок розглянуто в [4, 6].

Продовжуючи проєктування поздовжніх профілів з'їздів (доцільно це роботи по лінії їх лотків), знаходять величину поздовжнього похилу в точці С, щоб виконати плавне сполучення суміжних ділянок. Його величину знаходимо за формулою:

$$i_c = (H_п - H_c)/S\,, \tag{3.27}$$

де Hn і Hc – відмітки точок N і C (для більшої точності визначення величини цього похилу точку N слід брати найближчу до точки С), м;

S – довжина дуги NC, м.

Порівнюючи величину цього похилу з величиною похилу, який передбачається на заокругленні з'їзду, вибирають схему його приєднання до проїжджої частини магістралі. Розв'язавши зазначені задачі приєднання з'їздів до магістралей, у всіх наведених випадках (рис. 7, 8), на кінцях заокруглень з'їзду в точках М і M_1 визначають відмітки та уточнюють похили.

У всіх випадках, при проєктуванні повздовжнього профілю з'їздів, потрібно буде вписувати вертикальні криві. Тому необхідно визначити їх характеристики: тангенс Т, довжину кривої К і бісектрису Б залежно від величини їх радіуса R та похилів, що сполучаються, скласти її рівняння для визначення відміток окремих точок, в тому числі і їх кінців.

Координати кінця вертикальної кривої можна знаходити з відповідних рівнянь, підставивши замість виразу (X – X2n-1) довжину кривої К. Для визначення координат точок М і M_1, як і їх відміток, знаходимо рішення можливого сполучення ділянок цих двох кіл прямим дотичним відрізком ММ1. Задачу можна вважати розв'язаною, якщо будуть знайдені координати точок дотику цього відрізка М і M_1, а у вертикальному положенні з'їзду знайдено доцільне сполучення цих точок відповідними лініями його поздовжнього профілю.

Розглянемо планове положення з'їзду і прямокутну трапецію ОММ1О1, яку створено центрами колових кривих і точками дотику їх спільного відрізка ММ1. В цій трапеції паралельні сторони ОМ і О1М1 мають довжину, рівну величинам відповідних радіусів цих колових кривих. Довжину бічної сторони ОО1 знаходимо через координати їх центрів

$$OO_1 = \sqrt[2]{(X_0 - X_{01})^2 - (Y_0 - Y_{01})^2}\,, \qquad (3.28)$$

де Хо, Yo та Хо1, Yo1 – відповідно координати центрів заокруглень з'їзду, м.

Відстань між точками М і М1 за формулою:

$$MM_1 = OK = \sqrt[2]{OO_1^2 - (R - R_1)^2}\,, \tag{3.29}$$

де R і R1 – радіуси заокруглень з'їздів, м.

Формула визначення кута нахилу бічної ОО1 до відрізка ММ1 має вигляд:

$$y = arcocos(\frac{MM_1}{OO_1})\,. \tag{3.30}$$

Склавши рівняння лінії відрізка ОО1, як такого, що проходить через точки з заданими координатами, можемо через кутовий коефіцієнт знайти її кут нахилу до осі абсцис, а з врахуванням величини кута γ можемо визначити величину кута нахилу лінії відрізка ОК до осі абсцис α, який паралельний відрізку ММ1.

Оскільки відрізки ОМ і О1М1 перпендикулярні до ММ1, то можемо знайти кут їх нахилу до осі абсцис і відповідний кутовий коефіцієнт їх ліній.

Потім визначимо величину кутів ∟СОМ і ∟С1О1М1 для наступного визначення довжини відповідних дуг СМ і С1М1 (див. рис. 6).

$$\angle COM = 270° - a - \varphi; \tag{3.31}$$

$$\angle C_1O_1M_1 = a - \theta - \varphi_1\,. \tag{3.32}$$

На рис. 6 показано, що кут θ відповідає величині кута нахилу другої магістралі до осі абсцис (передбачається, що вісь першої магістралі, яка проходить вище цієї магістралі, співпадає з напрямком осі ординат).

Після цього маємо можливість в межах лінії СС1 отримати величини окремих ділянок СМ, ММ1 і М1С1, і маючи відмітки точок С і С1, розробити модель поздовжнього профілю з'їзду по його лотку та виконати його вертикальне планування проєктними горизонталями.

Положення лівоповоротних з'їздів на перетинах типу "лист конюшини"

суттєво вплине на підхід до проєктування планового положення їх правоповоротних з'їздів. Але підхід до проєктування поздовжніх профілів правоповоротних з'їздів на перетині типу "лист конюшини" та з'їздів на решті типів перетинів магістралей в різних рівнях та на ділянці ММ1 наведеного виду з'їзду може бути загальним.

На рис.3.16 показано випадок, коли рельєф території перетину підказує рішення проєктування на ділянці ММ1 (з'їзд знаходиться на схилі) вертикальної увігнутої кривої, яка б сполучила прямі лінії з похилами i_1 та i_2, що продовжують поздовжній профіль ділянок заокруглень. У даному випадку похили в місцях примикання з'їзду до магістралей та на заокругленнях не перевищують допустимі. Тому для вписування цієї вертикальної кривої необхідно, щоб її кінці не виходили за межі відрізка ММ1, або в дуже скрутних умовах не накладались на сусідні вертикальні криві.

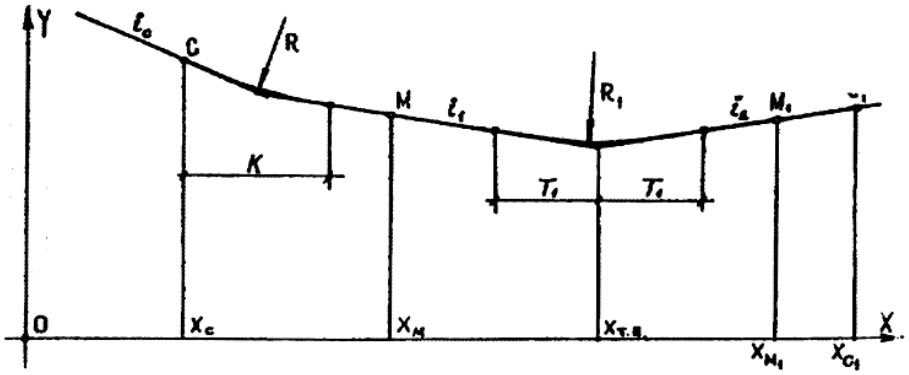


Рис. 3.16. Схема проєктного поздовжнього профілю (рельєф території перетину підказує рішення проєктування)

Коли ж при проєктуванні поздовжнього профілю з'їзду умови рельєфу території магістралей, що перетинаються в різних рівнях (перетин знаходиться на рівнинній території) змушують знайти рішення з мінімізацією земляних робіт при його влаштуванні, знаходять величину прямої вставки між вертикальними кривими L залежно від її поздовжнього похилу іх.

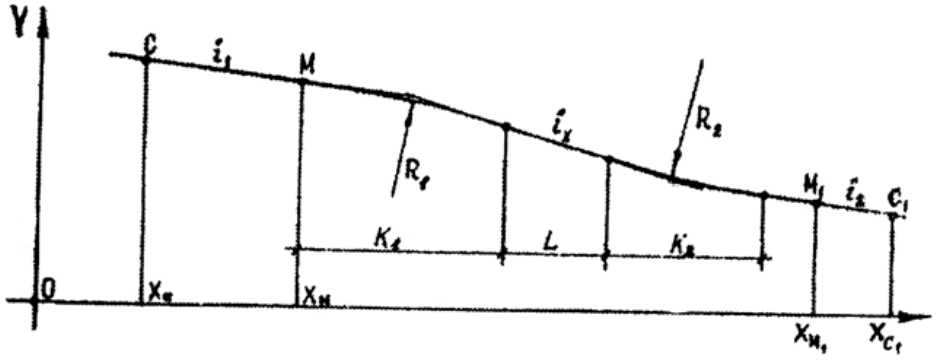


Рис.3.17 Схема проєктного поздовжнього профілю (перетин знаходиться на рівнинній території)

У даному випадку, заокруглення запроєктовані з найбільшими допустимими повздовжніми похилами i_1 та i_2. Для розв'язання цієї задачі слід досягти, щоб сума довжин вертикальних кривих і отриманої величини прямої вставки не перевищувала довжину відрізка ММ1. Ця умова може бути записана як:

$$R_1(i_x - i_1) + L + R_2(i_2 - i_x) \leq X_{M1} - X_M \,. \qquad (3.33)$$

Для розв'язання цієї задачі може бути використаний такий підхід.

Спочатку задаємо початкову величину поздовжнього похилу іх, який можемо встановити графічно, зафіксувавши положення верхньої вертикальної опуклої кривої, помітивши положення нижньої вертикальної кривої, кінець якої співпадає з точкою М1, та положення прямої, що повинна їх сполучити. Потім, з умови знаходимо величину прямої вставки L (бажано, щоб вона була в межах 10-20 м), а похил іх не перевищував допустимий або винятковий для обмежених умов. Якщо пряма вставка більша бажаних меж, то величину поздовжнього похилу прямої вставки слід поступово збільшувати, поки він не прийме граничних меж або не буде отримана бажана величина прямої вставки. Якщо умова не виконується вже на початковому етапі, то слід змінити планове положення з'їзду.

Може трапитись випадок, коли вертикальні криві, що проходять через точки М і М1 зафіксованого положення (тобто їх положення зафіксоване: відомі координати цих точок, радіуси цих кривих та величини поздовжніх похилів в цих точках) і їх слід сполучити прямою лінією. Тоді необхідно знайти величину поз-

довжнього похилу цієї лінії.

Основна умова – щоб отримана величина повздовжнього похилу не перевищувала нормативні або винятково допустимі величини для проєктування з'їздів на перетинах магістралей різних рівнів. В усіх наведених випадках проєктування поздовжніх профілів з'їздів, коли не виконуються нормативні та наведені умови, необхідно змінити планове положення з'їзду так, щоб зменшилась різниця відміток в точках примикань до магістралей, або збільшити радіуси заокруглень, що дасть можливість запроєктувати їх з більшими поздовжніми похилами.

Слід звернути увагу, що при проєктуванні вертикального планування тротуарів з'їздів їх поверхневий стік слід направляти у бік ліній лотків з'їздів.

3.2.5 Проєктування поверхневого стоку

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

Басейни збору поверхневого стоку в межах перетину магістралей визначати не доцільно (на примагістральній території можливе незалежне вирішення організації поверхневого стоку), тому гідрологічні та гідравлічні розрахунки гілок і колекторів (діаметри труб гілок і колекторів приймають як правило мінімальні) в межах перетину не проводять як недоцільні, а для вирішення проблеми водовідведення з поверхні території магістралі передбачають конструктивне розміщення зливоприймальних споруд, які розміщують в лотках проїжджої частини, за такими принципами:

необхідно забезпечити перехват поверхневого стоку, який буде надходити з проїжджої частини та тротуарів перетинаючої магістралі на з'їзди даного перетину та в'їзди (виїзди) на примагістральну територію;

поверхневий стік, який буде надходити з проїжджої частини та тротуарів з'їздів не повинен потрапляти на проїжджу частину магістралі, що перетинається (бажано в місцях перед наземними пішохідними переходами);

необхідно забезпечити відведення стоку з локальних понижених точок

(в цьому випадку колодязь в пониженій точці магістралі, що перетинається з'єднується спеціальним відвод-колектором з найближчим магістральним зливоприймальними колектором).

Решту зливоприймальних споруд при відсутності притоку дощової води з примагістральної території розміщують конструктивно на відстанях, залежно від поздовжнього похилу ділянки магістралі (слід виключити з цього ряду ділянки локальних найвищих точок) згідно п. 9.3 ДБН [2]:

при похилі ділянки магістралі до 4‰ прийняти відстань 50 м;

при похилі в межах 4-6‰ – 60 м;

при 6-10‰ – 70 м;

при 10-30‰ – 80 м.

При поздовжньому похилі більше 30‰ відстань між зливоприймальними колодязями повинна бути не більше 90.0 м.

Як правило, в практиці проєктування перетинів міських магістралей в різних рівнях після розміщення обов'язкових зливоприймальних колодязів, якщо між ними на магістралях понад 50 – 70 м, а на з'їздах понад 100 м – проєктують проміжні колодязі.

Якщо за умовами рельєфу неможливо здійснити самостічне відведення поверхневого стоку з пониженої точки тунелю, то передбачається автоматична насосна станція перекачування поверхневого стоку до найближчих приймальних споруд.

Відведення поверхневого стоку з проїжджої частини шляхопроводів і естакад здійснюється з допомогою металевих трубок вмонтованих в прогонні конструкції споруди, які повинні бути закриті решітками в рівні проїжджої частини.

3.2.6 Проєктування штучної споруди перетину

Конструкцію штучної споруди розробляють відповідно до прийнятого типу перетину магістралей, як правило з використанням типових рішень.

Залежно від прийнятої величини прогону і прийнятого типу і перерізу балок визначається їх потрібна висота (в долях від величини прогону – це вже ви-

конувалося при підрахунках за формулою 17). Ширина балок при збірних елементах приймається (в допустимих межах) залежно від підсумкової ширини проїжджої частини і тротуарів (по ширині штучної споруди повинна вкладатися ціла кількість балок).

Розміри елементів стоянів і проміжних опор та їх тип (збірні, монолітні) приймаються за типовими проєктами. Конструкція тротуарної частини приймається відповідно до прийнятого способу виконання робіт (монолітні тротуари чи збірні блоки). При проєктуванні штучної споруди проводиться також розміщення освітлювальних опор та опор контактної електричної мережі.

У проєкті слід передбачити спряження підходів магістралей і з'їздів до штучної споруди перетину. Якщо спряження передбачається з влаштуванням насипу ґрунту, то необхідно дотриматись похилу скосу не менше 1:1,75, що забезпечить стійкість порушеного ґрунту. При проведенні скріплювальних робіт величина похилу скосу може бути прийнята 1:1,0. Як правило, біля стояка шляхопроводу може бути утворена конічна поверхня з перехідним похилом скосу від величини, яку приймають для проведення скріплювальних робіт до прийнятої величини похилу скосу насипного ґрунту.

У випадку влаштування виїмки ґрунту такі скоси слід передбачити з похилом не менше 1:1,5, як для злежалого ґрунту.

Розроблену конструкцію штучної споруди подають в трьох проекціях з показом її спряження з поверхнею землі.

Для прикладу на рис. 3.18 показано два фрагменти проекцій штучної споруди (поперечний розріз та поздовжній вигляд з частковим розрізом шляхопроводу, на якому показано тільки ті елементи, які потрапляють в площину перерізу).

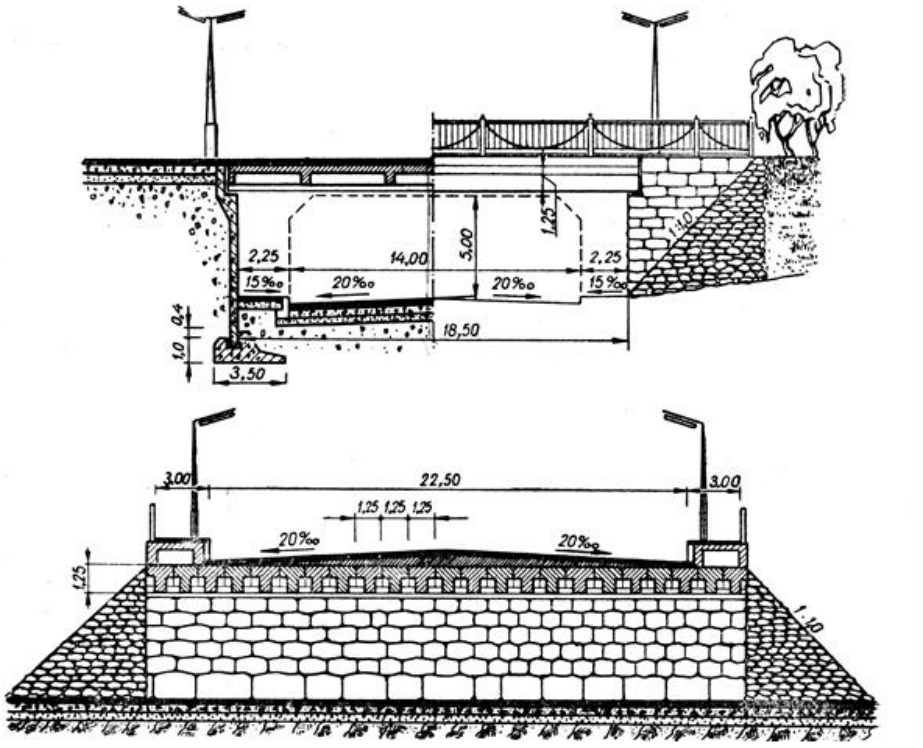


Рис. 3.18. Фрагменти проекцій штучної споруди

При прокладанні інженерних мереж в конструкціях прогонів штучної споруди слід показати на кресленнях способи їх підвіски.

Магістральні підземні інженерні мережі треба розміщувати переважно у межах поперечних профілів вулиць і доріг: під тротуарами і розділювальними смугами – інженерні мережі в колекторах, каналах або тунелях; у межах розділювальних смуг – теплові мережі, водопровід, газопровід, господарсько-побутову й дощову каналізацію [1, 2, 7].

При ширині проїжджої частини більше 22 м треба передбачати розміщення мереж водопроводу з обох боків вулиць. В межах перетину міських магістралей в різних рівнях способи прокладання підземних інженерних мереж будуть визначатись як характером рельєфу місцевості, так і його типом. При влаштуванні шляхопроводів чи естакад прокладання підземних інженерних комунікацій по магістралі, що буде проходити через їх отвір, як правило, здійснюється так само, як і на підходах до перетину (роздільне прокладання чи прокладання у колекторі). Залежно від місцевих умов підземні мережі магістралі, що проходить по верху, можуть прокладатись по магістралі або в обхід перетину з іншими магістралями.

Прокладання мереж по естакаді не допускається, а при прокладанні по шляхопроводу їх вкладають в канали під тротуарами або підвішують до конструкцій споруди, як показано на рис.3.19. На схемі показано розміщення по шляхопроводу (а): 1 – трубопровід; 2 – кабелі; підвіска мереж до діафрагм (б); влаштування мереж на безроскісних поперечних балках (в).

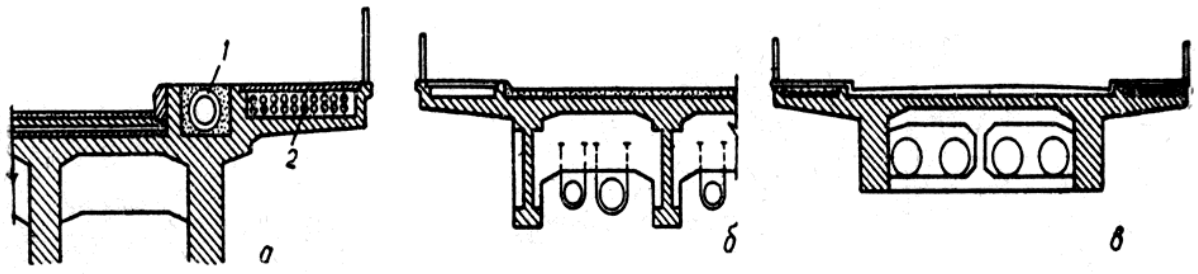


Рис.3.19 Приклад прокладання інженерних мереж в межах перетину

Прокладання трубопроводів каналізації по мостах і шляхопроводах не допускається. Не бажане прокладання по шляхопроводах і напірних мережах вели-

кого діаметра (понад 400 мм).

При тунельному варіанті перетину магістралей прокладання підземних інженерних мереж магістралі, що проходить зверху (над тунелем) здійснюється, в основному, таким же чином, як і при варіанті шляхопроводу. При недостатній висоті земляної товщі над тунелем (як правило менше 0,5 м) прокладання напірних трубопроводів здійснюють під тунелем за допомогою дюкерів. При висоті засипки більше 1 м, підземні інженерні мережі прокладаються в спеціальних кланах, блоках або в спеціальних футлярах.

Газопроводи під тунелями допускається розміщувати тільки у виключних випадках, за неможливості інших рішень.

Підземні інженерні мережі магістралі, що проходить у тунелі, за винятком зливоприймальних колекторів та деяких категорій кабелів, прокладають в обхід тунелю по пандусах або поза перетином.

Відстані по горизонталі (у світлі) від найближчих підземних інженерних мереж до будинків і споруд та між сусідніми інженерними мережами при їх паралельному розміщенні слід приймати з врахуванням вимог Додатку И.1 ДБН [1].

Необхідно відмітити, що при розташуванні інженерних мереж (напр. водогони, теплотраси, всі види каналізаційних мереж) слід враховувати вимоги відносно розрахункового рівня промерзання ґрунту для відповідного кліматичного району.

Розміщення підземних інженерних комунікацій слід показати на типовому поперечному профілі магістралей, а на плані їх перетину слід показати місце прокладання.

Освітлювальні опори (їх слід нанести на проєктний план магістралі) розміщуємо конструктивно з обох боків проїжджої частини з кроком 20, 40 або 50 м залежно від прийнятого типу світильників. У першу чергу слід приділити увагу освітленню перехресть магістралей, наземних пішохідних переходів та примикань з'їздів і проїздів.

Забороняється встановлювати освітлювальні опори (щогли) та опори для контактних мереж в прогоні споруд. Освітлювальні прилади в тунелях вмонтову-

ють в опори або опорядження, оскільки підвісні світильники потребують збільшення висоти тунелю.

При будівництві перетинів магістралей в різних рівнях почергово прокладання та перекладання інженерних підземних мереж повинно здійснюватись у суворій відповідності з проєктом перетину на перспективу, щоб уникнути необхідності їх чергового перекладання.

3.2.7 Організація пішохідного руху

Повна транспортна ефективність перетинів міських магістралей в різних рівнях досягається тільки при одночасній розв'язці на різних рінях транспортного та пішохідного руху [7, 8].

Розв'язка транспортного і пішохідного руху на різних рівнях може бути здійснена за допомогою обладнання пішохідних містків підземних переходів (тунелів).

Пішохідні тунелі, як правило, розташовуються безпосередньо під проїжджою частиною вулиці чи дороги, покриття якої в такому випадку влаштовується безпосередньо по верхніх конструкціях тунелю.

Заглиблення пішохідної частини тунелю на 2,5 – 3,0 м здійснюється тільки у випадках, коли над тунелем необхідно розмістити підземні інженерні комунікації. Входи в пішохідні тунелі найчастіше влаштовують зі сходами (пандуси використовують тільки з врахуванням планувальних мотивів, умов рельєфу та кліматичних умов). Влаштування закритих входів у пішохідний тунель обов'язково при встановленні ескалаторів або саморухомих тротуарів.

Ширину сходів та самого пішохідного тунелю визначають потрібною кількістю смуг руху для пропускання пішоходів в «години-пік» з врахуванням рекомендацій ДБН [2] (див. п. 6.4.9). При цьому найменша ширина тунелів може бути 3.0 м, а містків – 2.25 м.

Для пішохідних тунелів, містків, сходів і пандусів ширина однієї смуги руху приймається 1 м.

З умов будівельної індустрії при влаштуванні тунелів зі збірних елементів найчастіше використовують однопрогонові тунелі завширшки 4,0 м або двопро-

гонові – завширшки 8,0 м з встановленням посередині колон з відстанню між ними 3,0 м. Габаритна висота тунелю для пішохідного руху приймається 2,3 м.

Окремі пішохідні містки в межах перетину магістралей влаштовують тільки у випадках недоцільності суміщення з конструкціями основної штучної споруди. Найменша ширина пішохідної частини приймається 2,25 м, а габаритну висоту для руху транспорту через отвір містка слід брати таку ж, як у найближчих штучних спорудах, залежно від категорії магістралі.

Враховуючи значну висоту підйому пішоходів (5,5 – 6,0 м), на сходах слід передбачати проміжні площадки шириною 1,2 м через кожні 14 сходинок.

Рух пішоходів в межах перетину слід передбачати по боках магістралей та зовнішніх боках з'їздів.

У межах перетину магістралей в різних рівнях ширину пішохідної частини тротуарів на магістралях і з'їздах слід приймати за розрахунками, за відсутності даних про інтенсивність руху пішоходів за нормативами, але не менше ніж 2,25 м. На внутрішніх боках з'їздів ширину тротуарів слід брати 1,0 м для проходу службових осіб. Для руху пішоходів вздовж магістралей через з'їзди передбачають наземні пішохідні переходи.

Необхідно показати на схемі організації руху транспорту на перетині магістралей і схему організації пішохідного руху (показують напрямки руху, місця розташування наземних та позавуличних пішохідних переходів). На цих схемах слід показати розрахункові обсяги руху і транспорту, і пішоходів. Якщо розрахункові обсяги пішохідного руху не були задані, то слід визначити ці обсяги відповідно до прийнятої ширини пішохідної частини тротуарів.

3.2.8 Визначення обсягів будівельних робіт

Значну частину робіт з влаштування перетину магістралей в різних рівнях будуть складати земляні роботи, до яких слід віднести роботи з влаштування виїмок та насипів ґрунту для будівництва проїжджої частини та пішохідної частини тротуарів магістралей і з'їздів, а також проведення опоряджувальних планувальних робіт всієї території перетину магістралей.

Для лінійних об'єктів, таких як автомобільні та залізничні дороги, а в окре-

мих випадках, для міських вулиць і доріг, особливо на їх перетинах в різних рівнях, підрахунок обсягів земляних робіт доцільно здійснювати з допомогою робочих поперечних профілів (рис. 13), які будують на пікетах, в "нульових точках" повздовжнього профілю та в місцях поздовжнього профілю магістралі зі значними робочими відмітками та інших характерних точках, які визначають при вертикальному зніманні, плануванні або на топографічній карті.

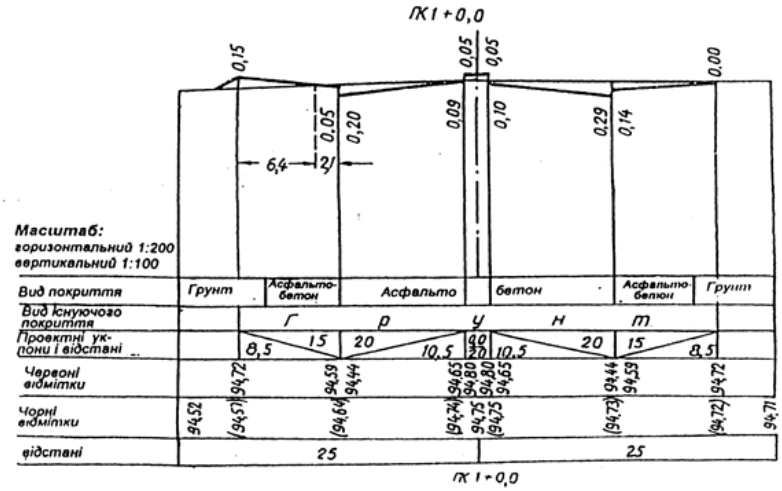


Рис.3.20 Приклад оформлення робочого поперечного профілю

Для цього на поперечному профілі відповідного пікету (точки) у відповідних масштабах (як правило, горизонтальному 1:100 або 1:200 та вертикальному 1:100) викреслюють лінію поверхні землі (див. рис.3.20), наносять відповідну точку з проєктною відміткою осі магістралі (береться з проєктного поздовжнього профілю) і до неї прив’язують типовий поперечний профіль. При цьому, як правило, поперечний похил проїжджої частини магістралі приймають 20‰, похил поверхні ґрунту на її тротуарній частині – 15‰, а найменший поперечний похил окремих ділянок тротуарної частини з твердим покриттям при незначній їх ширині – 5‰, за умови забезпечення водостоку у бік лотків магістралі.

Потім визначають «чорні» (існуючі відмітки поверхні землі) та проєктні відмітки в місцях лінії осі та лотка проїжджої частини, на лініях меж пішохідної частини тротуару в кожному робочому поперечному профілі. За межами магістралі (з’їзду) поверхню території сполучають з примагістральною тери-

торією таким чином, щоб був забезпечений поверхневий стік до зливоприймальних споруд. При цьому влаштовують укоси виїмки (1:1,5) або насипу ґрунту (1:1,75). Величини «чорних» і проєктних відміток робочих поперечних профілів визначають як викладено в роботах [4, 6].

За межами території перетину магістралей необхідно визначитись, як буде сполучатись її проєктна поверхня з поверхнею примагістральної території. Якщо з влаштуванням укосів насипу чи виїмки, то необхідно знайти точку нульових робіт з врахуванням прийнятої величини їх укосів. А якщо передбачається сполучити поверхню примагістральної території з проєктною поверхнею перетину таким чином щоб забезпечувався поверхневий стік на проїжджу частину, то точку нульових робіт достатньо знайти графічним способом, що суттєво не вплине на точність підрахунків обсягів земляних робіт. В цьому випадку бажано прийняти найменшу величину поперечного похилу 15‰.

В кожному робочому поперечному профілі підраховують окремо площі зрізка та насипу ґрунту. Площу окремих фігур (трикутників та трапецій) знаходимо з допомогою відповідних геометричних формул. З креслень робочих поперечних профілів визначають по горизонталі висоти цих фігур, а їх основами будуть величини робочих відміток, значення яких визначають як різницю між величинами проєктних та чорних відміток у відповідній точці цього профілю.

Потім розглядають два сусідні робочі поперечні профілі і визначають середні площі зрізків і насипів ґрунту, після чого перемножують отримані величини на відстань між цими перерізами. Таким чином отримують відповідні обсяги земляних робіт на даній ділянці. Для зручності підрахунків отримані результати заносять у відповідну табл. 5, а розглянувши всі подібні ділянки магістралі отримують підсумковий обсяг земляних робіт.

Відомість обсягів земляних робіт

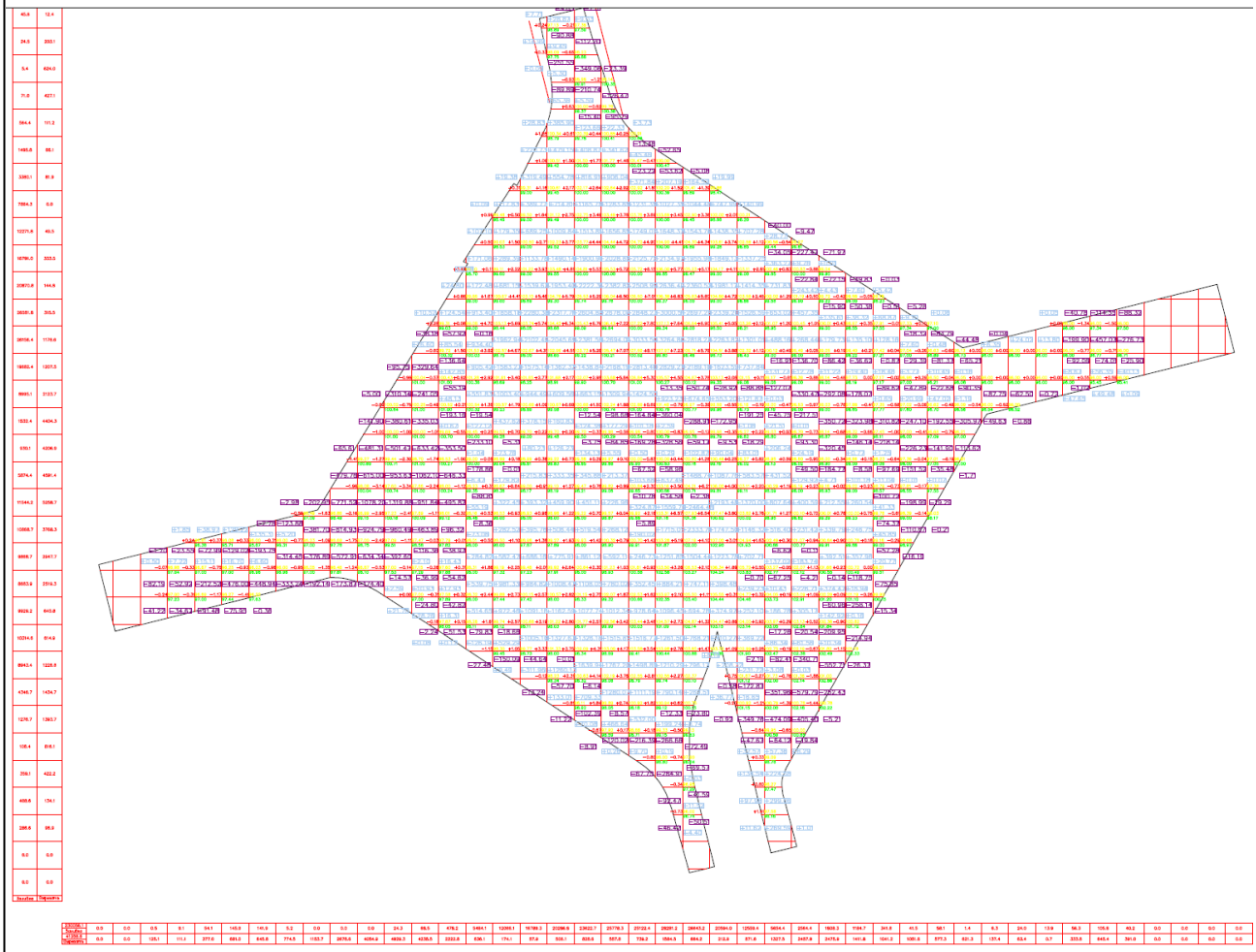


Рис.3.21

Обсяги земляних робіт з вилучення ґрунту для влаштування дорожніх одягів, рекомендують підраховувати з врахуванням його розпушування за формулою:

$$V_{д.о} = \left(\frac{(1+p)}{100}\right) \cdot h_{д.о} B_{маг} L_{маг}, \qquad (3.34)$$

де p – процент залишкового розпушування грунту (табл.3.5);

Вмаг – ширина проїжджої частини, м;

hд.о – товщина дорожнього одягу, м;

Lмаг – довжина ділянки проєктування магістралі, м.

Таблиця 3.7

Ступінь розпушування ґрунту

Грунт	Приріст об'єму при розпушуванні ґрунту, %	
	початкове	залишкове
Піщаний	8 ... 17	1 ... 2.5
Торф	20 ... 30	3 ... 4
Суглинки	14 ... 28	1.5 ... 5
Глина	24 ... 30	4 ... 7
Тяжкі глини	26 ... 32	6 ... 9
Мергелі, опоки	33 ... 37	11 ... 15
Кам'янистий	30 ... 45	10 ... 20
Скельний	45 ... 50	20 ... 30

Врахування розпушування ґрунту при його вилученні під час влаштування корита для дорожнього одягу необхідне для організації транспортування надлишків ґрунту за межі майданчика будівництва магістралі.

За матеріалами проєкту будівництва чи реконструкції перетину вулиць (доріг) визначають обсяги таких робіт: попередніх – розбирання існуючого покриття проїжджої частини і тротуарів, знесення будівель і споруд; проєктних – земляних, влаштування дорожнього одягу проїжджої частини, влаштування покриття тротуарів, влаштування водостічних споруд, озеленення та освітлення вулиці (дороги).

Обсяги з влаштування дорожніх одягів, покрить тротуарів, водостічних споруд, встановлення бортового каменю, озеленення та освітлення вулиці встановлюються відповідно до прийнятих проєктних вирішень або шляхом відповідних вимірів на плані розміщення елементів вулиці (дороги).

3.2.9 Кошторисно-фінансовий розрахунок

Кошторисно-фінансовий розрахунок будівництва запроєктованого перетину складають за табл. 6. Вихідними даними для цього є встановлені обсяги основних будівельних робіт. При його складанні традиційно використовують каталоги Єди-

них районних одиничних розцінок, в яких наведені вартості одиниці кожного виду будівельних робіт із врахуванням їх складності та особливостей району будівництва (в проєкті це необхідно зробити з використанням вказаних розцінок).

Загальна вартість виконаного виду будівельної роботи визначається так, як добуток її обсягу на вартість одиниці.

Після підрахунку вартості будівництва запроєктованого перетину вулиць (доріг) слід навести або встановити транспортно-економічні показники проєкту:

- обсяги земляних робіт (виїмки та насипу ґрунту);
- найбільшу величину повздовжнього похилу;
- кількість будівель та споруд, що підлягають зносу;
- кількість перетинів потоків в одному рівні;
- вартість будівництва всього об’єкта;
- вартість будівництва 1 м2 проїзної частини;
- вартість 1 м2 проїзної частини;
- вартість 1 м2 дорожнього одягу.

Вартість будівництва всього об’єкта і 1 км вулиці (дороги) встановлюється безпосередньо за підсумковими даними кошторисно-фінансового розрахунку.

Таблиця 3.8

Кошторисно-фінансовий розрахунок

№ з/п	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт	Загальна вартість, грн.
1.	Земляні роботи	$м^3$	300	188 698	56 609 400
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей	$м^2$	3000	73330	219 990 000
3.	Влаштування дорожнього одягу тротуарів	$м^2$	1500	15 620	23 430 000
4.	Влаштування водовідведення				
4.1	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.	10 000	1449	14 490 000
4.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	15 000	67	1 005 000
5.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	10 243	5 121 500
6.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	15 000	126	1 890 000
7.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	$м^2$	10 000	998	9 980 000
8.	Вартість штучної споруди	$м^2$	17 000	13 146	223 482 000
Проміжна сума					555 997 900
9.	Перекладка підземних інженерних комунікацій	%	15%	$\Sigma_{(1-7)} * 0,15$	83 399 685
Остаточна сума					639 397 585

При визначенні вартості будівництва 1 $м^2$ вулиці враховуються всі витрати на будівництво об’єкта, які відносяться до 1 м2 запроєктованої вулиці.

Вартість будівництва проїзної частини визначається за величиною витрат на будівництво дорожнього одягу, водовідвідних споруд та установлення бортового каменю.

При визначенні вартості 1 м2 дорожнього одягу враховуються тільки витрати на влаштування корита, основи, підстилаючого шару та покриття.

3.2.10 Річні дорожні витрати

Річні дорожні витрати до реконструкції $Д$ визначають як витрати, які складаються з щорічних витрат на реконструкцію, капітальний та поточний ремонти дорожнього одягу, а також утримання дорожнього покриття перетину і розраховуються за формулою:

$$Д = 0{,}01 \cdot С_{од} \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a, \quad (3.35)$$

$$Д = 0{,}01 \cdot 136\,458\,000 \cdot (5\% + 1\%) + 45\,486 \cdot 80 =$$

81 874,8 + 3 638 880 = 3 720 754,8 грн

де Сод – вартість будівництва дорожнього одягу;

р1 – щорічний процент відрахувань на реконструкцію та капітальний ремонт дорожнього одягу (у курсовому проєкті рекомендується приймати 5%);

р2 – щорічний процент відрахувань на поточний ремонт дорожнього одягу (у курсовому проєкті рекомендується приймати 1%);

F – площа дорожнього покриття;

а – вартість утримання м2 дорожнього покриття перетину, 80 грн.

Річні дорожні витрати після реконструкції $Д'$ розраховуються за тією ж формулою з підставлянням відповідних значень.

Оскільки площа дорожнього покриття перетину в різних рівнях як правило є більшою за площу регульованого чи нерегульованого перетину до реконструкції, то річні дорожні витрати після реконструкції $Д'$ скоріше за все будуть більшими за річні дорожні витрати до реконструкції $Д$:

$$Д' = 0{,}01 \cdot 219\,990\,000 \cdot (5\% + 1\%) + 73\,330 \cdot 80 =$$

131 994 + 5 866 400 = 5 998 394 грн

$$Д'шт.сп. = 0{,}01 \cdot 223\,482\,000 \cdot (5\% + 1\%) =$$

134 089,2 грн

$$Д' > Д \quad (3.36)$$

5 998 394 + 134 089,2 = 6 132 483,2 > 3 720 754,8

Для оцінки ефективності влаштування перетину в різних рівнях у порівнянні з іншою схемою організації дорожнього руху, доцільно розрахувати величину $\Delta Д$, на яку буде збільшено річні дорожні витрати після реконструкції, у порівнянні з ситуацією до неї:

$$\Delta Д = Д' - Д, \quad (3.37)$$

$\Delta Д = 6\ 132\ 483,2 - 3\ 720\ 754,8$ = 2 411 728,4 грн

де $\Delta Д$ - різниця дорожніх витрат до і після реконструкції, грн.

12.3 Річні транспортні втрати

До реконструкції:

Витрати на проходження регульованого перехрестя будуть складатись з втрат на його проходження у вільному режимі і втрат від простоїв транспорту у світлофора. Для кожної магістралі вони визначаються за даною формулою до реконструкції (ΣК) і після (ΣК'):

$$\sum K = (\sum T_{год} + \sum T_{дод}) \times S, \quad (3.38)$$

$\sum K = (178\ 709,3 + 781\ 329,52) \times 133,52$ = 128 184 383

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 після реконструкції до стоп-лінії на перетині до реконструкції;

Н – прийнята вартість 1 години часу, грн. = 133,52 грн

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

$$T_{год} = N \cdot \frac{t_К + 2t_Ж}{2 \cdot 3600 \cdot T_Ц}((t_к + t_Ж) + 0{,}56V) \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (3.39)$$

$$T1_{год} = \mathbf{1905} \cdot \frac{50 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 86}\big((50 + 3) + 0{,}56 \cdot 8{,}33\big) \cdot \frac{365}{0{,}087} = 41\,680{,}84$$

$$T2_{год} = \mathbf{5025} \cdot \frac{30+2\cdot 3}{2\cdot 3600\cdot 86}\big((30 + 3) + 0{,}56 \cdot 8{,}33\big) \cdot \frac{365}{0{,}087} = 46\,165{,}43$$

$$T3_{год} = \mathbf{1885} \cdot \frac{50 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 86}\big((50 + 3) + 0{,}56 \cdot 8{,}33\big) \cdot \frac{365}{0{,}087} = 41\,243{,}24$$

$$T4_{год} = \mathbf{5401} \cdot \frac{30 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 86}\big((30 + 3) + 0{,}56 \cdot 8{,}33\big) \cdot \frac{365}{0{,}087} = 49\,619{,}79$$

де Тгод – витрати через простій транспорту біля світлофорів при русі у відповідному напрямку, машино-год;

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

tК – тривалість червоного сигналу, с;

tЖ – тривалість жовтого сигналу, с;

ТЦ – тривалість світлофорного циклу, с;

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

□ – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

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

$$\sum T_{год} = T_1 + T_2 + \ldots + T_n, \quad (3.40)$$

$$\sum T_{год} = 41\,680{,}84 + 46\,165{,}43 + 41\,243{,}24 + 49\,619{,}79 = 178\,709{,}3$$

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

$$T_{доб} = N_i * \frac{S}{V} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{\beta}, \quad (3.41)$$

$$T1_{доб} = \mathbf{1905} * \frac{320}{16{,}67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0{,}085} = 43\,619{,}51$$

$$T2_{доб} = \mathbf{1905} * \frac{321}{16{,}67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0{,}085} = 43\,755{,}82$$

$$T3_{доб} = \mathbf{1885} * \frac{284}{16{,}67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0{,}085} = 38\,305{,}88$$

$$T4_{доб} = \mathbf{1885} * \frac{320}{16{,}67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0{,}085} = 43\,161{,}56$$

$$T5_{доб} = \mathbf{5025} * \frac{407}{16{,}67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0{,}085} = 146\,341{,}09$$

$$T6_{доб} = \mathbf{5025} * \frac{414}{16{,}67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0{,}085} = 148\,858{,}02$$

$$T7_{доб} = \mathbf{5401} * \frac{414}{16{,}67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0{,}085} = 159\,996{,}45$$

$$T8_{доб} = \mathbf{5401} * \frac{407}{16{,}67} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0{,}085} = 157\,291{,}19$$

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

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

□ – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

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

$$\sum T_{доб} = T_1 + T_2 + \ldots + T_n \quad (3.42)$$

$$\sum T_{доб} = 43\,619{,}51 + 43\,755{,}82 + 38\,305{,}88 + 43\,161{,}56 + 146\,341{,}09 + 148\,858{,}02 + 159\,996{,}45 + 157\,291{,}19 = 781\,329{,}52$$

Після реконструкції:

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

Таблиця 3.9

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

Напрям магістралі		Вихід				Ітого з входу
		1	**2**	**3**	**4**	
Вхід	**1**	*0*	*581*	*922*	*402*	***1905***
	2	*645*	*0*	*436*	*3944*	***5025***
	3	*1016*	*27*	*0*	*842*	***1885***
	4	*923*	*4373*	*105*	*0*	***5401***
Всього на вихід		***2584***	***4981***	***1463***	***5188***	

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

Таблиця 3.10

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

Напрям в'їзду до перетину (*i*)	Напрям виїзду з перетину магістралей (*j*)			
	1	2	3	4
1	109	84	37	43
2	44	132	84	50
3	34	42	104	76
4	80	50	40	123

Таблиця 3.11

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

Напрям в'їзду до перетину (*i*)	Напрям виїзду з перетину магістралей (*j*)			
	1	2	3	4
1	0	107	44	60
2	70	0	110	64
3	45	48	0	169
4	109	63	51	0

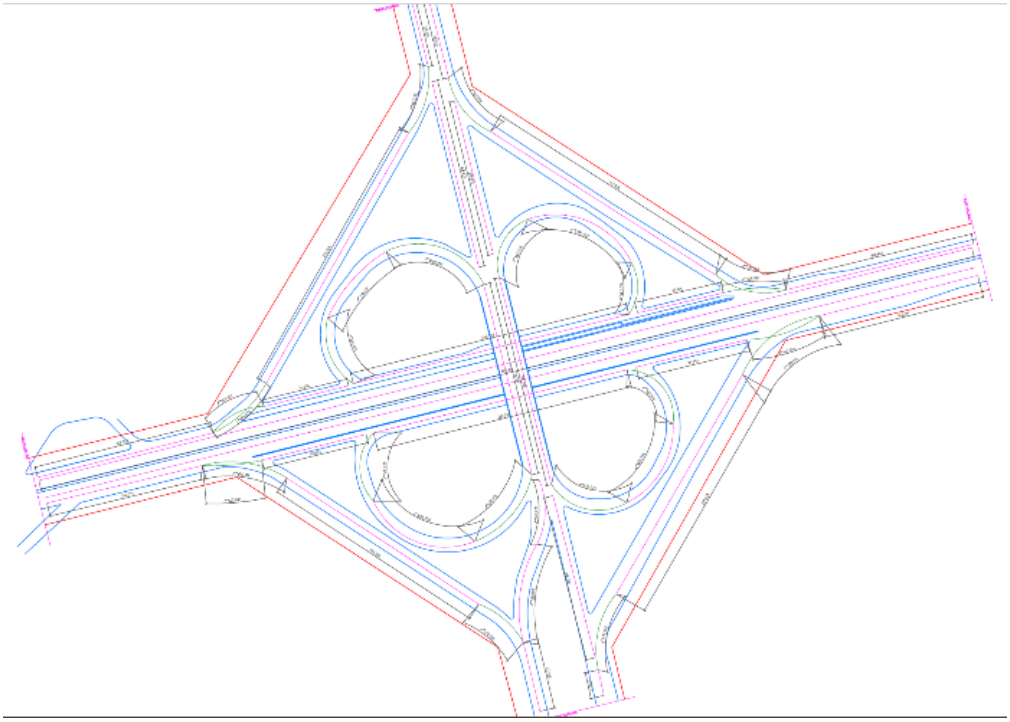


Рис.3.22

Результаты времени в пути ТС

Число: 12	ЦиклИ...	ИнтВр	ИзмВрПутиТС	ТС(Все)	ВрПути(Все)	ПреодолОтрПути(В...
1	6	0-600	1: 1-2	77	107,14	1213,79
2	6	0-600	2: 1-3	137	43,67	633,58
3	6	0-600	3: 1-4	16	60,54	587,17
4	6	0-600	4: 2-1	76	69,69	593,89
5	6	0-600	5: 2-3	59	109,95	1183,01
6	6	0-600	6: 2-4	581	63,97	841,97
7	6	0-600	7: 3-1	164	45,17	629,97
8	6	0-600	8: 3-2	6	48,08	550,15
9	6	0-600	9: 3-4	90	168,80	1136,95
10	6	0-600	10: 4-1	96	109,45	1180,37
11	6	0-600	11: 4-2	625	62,56	838,22
12	6	0-600	12: 4-3	20	51,35	526,48

Таблиця 3.12

Напрям в'їзду до перетину (*i*)	Напрям виїзду з перетину магістралей (*довжина ділянок за швидкістю*)							
	1		2		3		4	
	16,67 м/с	8,33 м/с	16,67 м/с	8,33 м/с	16,67 м/с	8,33 м/с	16,67 м/с	8,33 м/с
1	*1212*	*300*	*977*	*214*	*611*	*0*	*470*	*127*
2	472	128	1322	435	955	221	841	0
3	567	0	389	159	1174	277	946	162
4	941	198	841	0	403	128	1324	360

Таблиця 3.13

Напрям в'їзду до перетину (*i*)	Напрям виїзду з перетину магістралей (час проходж ділянки)							
	1		2		3		4	
	16,67	8,33	16,67	8,33	16,67	8,33	16,67	8,33
1	*72.7*	*36*	*58.6*	*25.7*	*36.6*	*0*	*28.2*	*15.2*
2	28.3	15.3	79.3	52.2	57.3	26.5	50.4	0
3	34	0	23.3	19	70.4	33.2	56.7	19.4
4	56.4	23.7	50.4	0	24.2	15.4	79.4	43.2

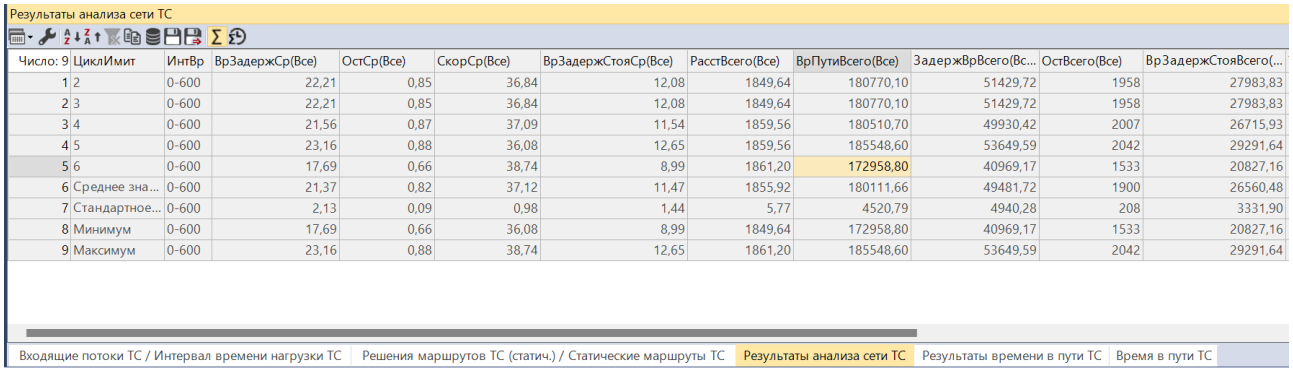
де T_{ij} – час, який витрачає автомобіль для проходження перетину в його межах *ij*–напрямку, с.

Таблиця 3.14

Таблиця підрахунку витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години «пік», с

Напрям в'їзду до перетину (*i*)	Напрям виїзду з перетину магістралей (*j*)				Всього за напрямами в'їзду
	1	2	3	4	
1	0	48 804	34 114	17 286	
2	28 380	*0*	36 624	197 200	
3	34 544	1134	0	63 992	
4	73 840	218 650	4 200	0	
Всього за напрямами виїзду	136 764	268 588	74 938	278 478	758 768

Таблиця 3.15


Результаты анализа сети ТС

Число: 9	ЦиклИмит	ИнтВр	ВрЗадержСр(Все)	ОстСр(Все)	СкорСр(Все)	ВрЗадержСтояСр(Все)	РасстВсего(Все)	ВрПутиВсего(Все)	ЗадержВрВсего(Вс...	ОстВсего(Все)	ВрЗадержСтояВсего(...
1	2	0-600	22,21	0,85	36,84	12,08	1849,64	180770,10	51429,72	1958	27983,83
2	3	0-600	22,21	0,85	36,84	12,08	1849,64	180770,10	51429,72	1958	27983,83
3	4	0-600	21,56	0,87	37,09	11,54	1859,56	180510,70	49930,42	2007	26715,93
4	5	0-600	23,16	0,88	36,08	12,65	1859,56	185548,60	53649,59	2042	29291,64
5	6	0-600	17,69	0,66	38,74	8,99	1861,20	172958,80	40969,17	1533	20827,16
6	Среднее зна...	0-600	21,37	0,82	37,12	11,47	1855,92	180111,66	49481,72	1900	26560,48
7	Стандартное...	0-600	2,13	0,09	0,98	1,44	5,77	4520,79	4940,28	208	3331,90
8	Минимум	0-600	17,69	0,66	36,08	8,99	1849,64	172958,80	40969,17	1533	20827,16
9	Максимум	0-600	23,16	0,88	38,74	12,65	1861,20	185548,60	53649,59	2042	29291,64

Входящие потоки ТС / Интервал времени нагрузки ТС | Решения маршрутов ТС (статич.) / Статические маршруты ТС | Результаты анализа сети ТС | Результаты времени в пути ТС | Время в пути ТС

Для отримання показників клітинок табл. 3.14 необхідно перемножити показники відповідних клітинок табл. 3.9 і 3.10. Підбивши суму клітинок останнього рядка отримаємо в правій нижній клітинці табл. 9 величину підсумкових річних витрат часу на рух транспорту в межах перетину, а зробивши суму клітинок останнього правого стовпчика, отримаємо можливість зробити контроль цих обчислень.

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

$$\Sigma K' = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} /3600 * \frac{365}{\beta} * H, \qquad (3.43)$$

$$\Sigma K' = 758\,768 * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0{,}085} * 133.52 = 120\,844\,466$$

$$120\,844\,466 < 128\,184\,383$$

Vissim - $\Sigma K' = 172\,959 * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0{,}085} * 133.52 = 27\,546\,151$

27 546 151 < 128 184 383

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

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

H – прийнята вартість 1 години часу, грн.;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

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

$$\Delta K = K \quad - K' \tag{3.44}$$

$$\Delta K = 128\,184\,383 - 120\,844\,466 \;=\; 7\,339\,917$$

Vissim - $\Delta K = 128\,184\,383 - 27\,546\,151 \;=\; 100\,638\,232$

Термін окупності капіталовкладень

При реконструкції перетину магістралей в різних рівнях термін окупності

$$T_0 = \frac{C}{(К+Д)-(К'+Д')}, \tag{3.45}$$

$$T_0 = \frac{639\,397\,585}{(128\,184\,383+3\,720\,754{,}8)-(120\,844\,466+6\,132\,483{,}2\ )} = 130$$

Vissim - $T_0 = \frac{639\,397\,585}{(128\,184\,383+3\,720\,754{,}8)-(27\,546\,151+6\,132\,483{,}2\ )} = 6{,}5$

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

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

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

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень можна встановити за наступною формулою:

$$E = \frac{1}{T_0} \tag{3.46}$$

$$E = \frac{1}{130} = 0.008$$

Vissim - $E = \frac{1}{6{,}5} = 0.15$

Показники	**Од.виміру**	**Показник**
Вартість буд-ва	млн.грн.	639
Різниця дорожніх витрат	млн.грн.	2,4
Різниця трансп. витрат	млн.грн	100.6

Висновки

.

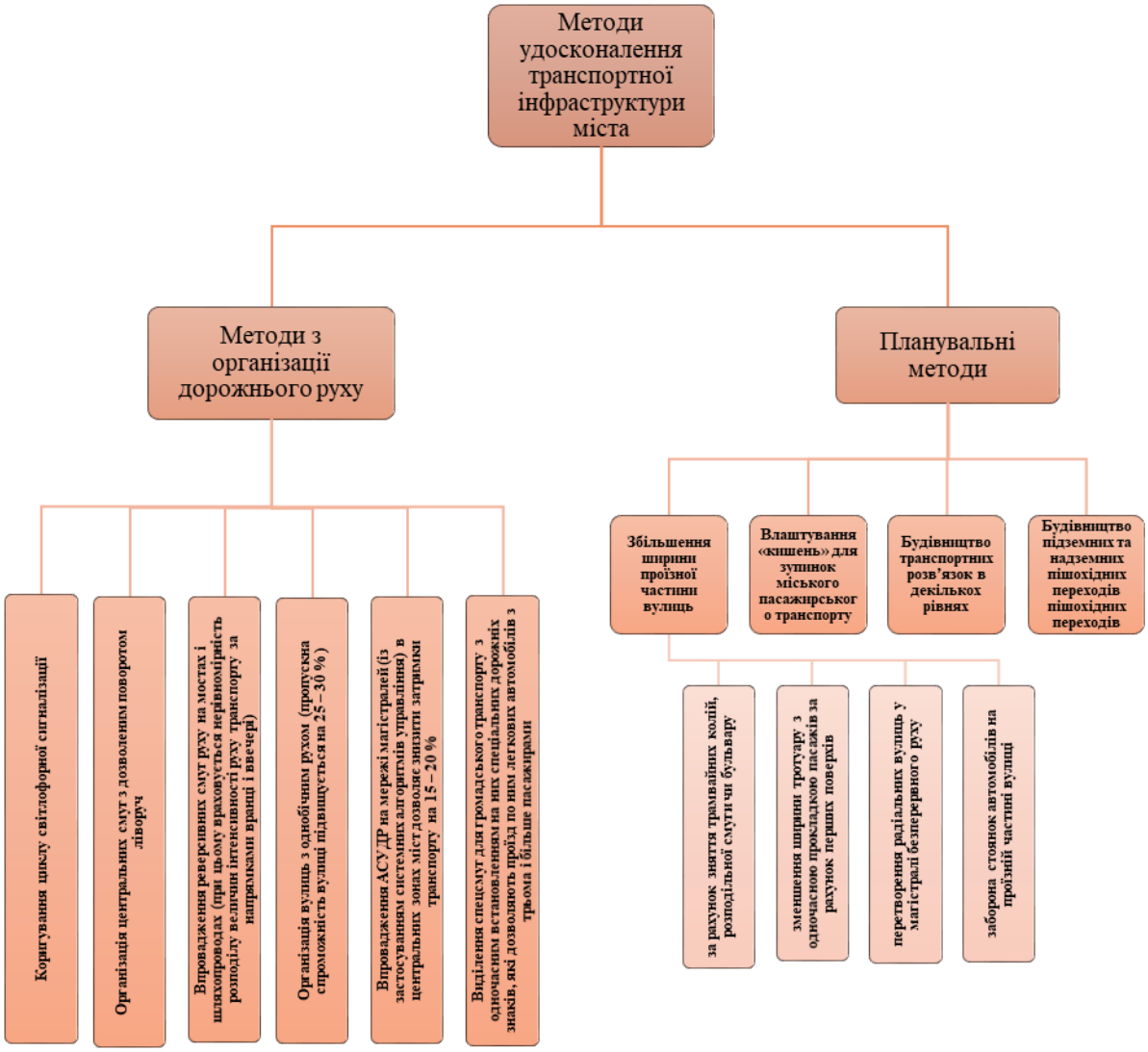


Рис. 4.1 Методи удосконалення транспортної інфраструктури міста

Список літератури

1. ДБН Б.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. – К.: Мінрегіон України, 2018.
2. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 55 с.
3. ДБН В.2.3-15:2007 Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – К.: Держбуд України, 2007. – 50 с.
4. Міські вулиці і дороги: Методичні вказівки до виконання практичних занять і курсового проєкту для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" спеціалізації 192102 "Міське будівництво та господарство" /Уклад.: Осєтрін М.М., Ботвіновська С.І., Плотнікова Д.І, Чередніченко П.П. - Київ, КНУБА, 2017. – 44 с.
5. Митин Н.А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах. – М.: Недра, 1978. – 469 с.
6. Чередніченко П.П. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст: навчальний посібник для студентів ВНЗ. – К.: КНУБА, 2002. – 180 с.; 2-е вид. стереотипне – К., КНУБА(ІПО), 2008. – 180 с.
7. Осєтрін М.М. Міські дорожньо-транспортні споруди: Навчальний посібник для студентів ВНЗ.- К.: ІЗМН, 1997. – 196 с.
8. Рейцен Є.О. Організація і безпека міського руху: навчальний посібник Є.О. Рейцен. – К.: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2014. – 454 с.
9. Містобудування. Довідник проєктувальника / За ред. Т.Ф. Панченко. – Укрархбудінформ, 2001. – 192 с.; 2-е вид. доп. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 190 с.
10. Транспортне імітаційне моделювання: методичні вказівки до виконання практичних занять і курсового проєкту для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації 192.102 «Міське будівництво і господарство» / Уклад.: М.М. Осетрін, В.П. Тарасюк, М.І. Дорош, Д.О. Беспалов, П.П. Чередніченко. – К.: КНУБА,2021 – 100 с.
11. ДСТУ Б А.2.4-2:2009 СПДБ. Умовні графічні позначення і зображення еле-

ментів генеральних планів та споруд транспорту. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 31 с.

12. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 70 с.
13. ДСТУ 8751:2017 Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 44 с.
14. Про регулювання містобудівної діяльності. Закон України від 17 лютого 2011 р. N 3038-VI.
15. Про основи містобудування. Закон України від 16 листопада 1992 р. № 2780-XII.
16. Про дорожній рух. Закон України від 30 червня 1993 р. N 3353-XII.
17. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету міністрів України від №430-р. травня 2018 року.
18. Шилова Т.О., Омельяненко М.В. Планування міст і транспорт: Навчальний посібник. - К.: КНУБА, 2013. – 192 с.
19. Методичні рекомендації по визначенню місць концентрації дорожньо-транспортних пригод на вулично-шляховій мережі міст та призначення заходів для усунення недоліків в організації дорожнього руху, що привели до їх виникнення. К.,1992.
20. Васильєва Г.Ю. Міський транспорт. Методичні вказівки до виконання практичних робіт та курсового проєкту для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», які навчаються за освітньою програмою «Міське будівництво та господарство» К.: КНУБА, 2022. - 28 с.
21. Васильєва Г.Ю. Організація та безпека міського руху. Методичні вказівки до виконання практичних робіт та розрахунково-графічної роботи для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», які навчаються за освітньою програмою «Міське будівництво та господарство» К.: КНУБА, 2022. - 29 с.

22. Васильєва Г.Ю. Методи мінімізації затримок транспорту на магістральній вулично-дорожній мережі міст України. Дис. канд. техн. наук, Київ, 2007. – 201 с.
23. Правила дорожнього руху 2019. Офіційне видання. – К.: Видавництво Моноліт 2018. – 80 с.
24. Планувальні та організаційні заходи по збільшенню пропускної спроможності магістралей В зб."Містобудуван-ня та територіальне планування". – К.: КНУБА. – 2008. – Вип. 29. – С.27-31