

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та
транспортної інфраструктури

Кафедра транспортних систем і логістики

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему **Проектування параметрів перевезень
155 пасажирів на приміському маршруті**

Виконала: студентка 4 курсу, групи ТТ 2022-1
спеціальності 275 – «Транспортні технології
(за видами)»

Котенко К.С.

Керівник Давідіч Ю.О.

Рецензент Копитков Д.М.

Харків - 2026 року

**Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова**

Факультет Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та
транспортної інфраструктури

Кафедра Транспортних систем і логістики

Освітньо-кваліфікаційний рівень Бакалавр

Спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»

Освітньо-професійна програма Транспортні технології (міський транспорт)
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

_____ проф. Куш Є.І.

“ _____ ” _____ 20 _____ року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Котенко Каріна Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту роботи Проектування параметрів перевезень
155 пасажирів на приміському маршруті

керівник роботи Давідіч Ю.О., д.т.н. професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “22” 05 2026 р. № 440-03

2. Строк подання студентом роботи 13.06.26

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) Вступ. Методи організації приміських перевезень. Проектування
параметрів перевезень 155 пасажирів на приміському маршруті. Проектування
параметрів руху для перехрестя маршруту. Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень) графічний матеріал надано в електронному
вигляді.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Перевірка роботи на наявність ознак академічного плагіату	Інженер каф. ТСЛ Толмачов І.О.		

7. Дата видачі завдання 11.05.26

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	11.05.26 -13.05.26	
2	Методи організації приміських перевезень	14.05.26-15.05.26	
3	Проектування параметрів перевезень 155 пасажирів на приміському маршруті	15.05.26-16.05.26	
4	Проектування параметрів руху для перехрестя маршруту	17.05.26-24.05.26	
5	Висновки	25.05.26-27.05.26	
6	Оформлення пояснювальної записки	28.05.26-29.05.26	
7	Оформлення матеріалів презентації	30.05.26-13.06.26	

Студент

(підпис)

Котенко К.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Давідич Ю.О.

(прізвище та ініціали)

Додаток

до завдання на кваліфікаційну роботу на тему:

"Проектування параметрів перевезень 155 пасажирів на приміському маршруті"

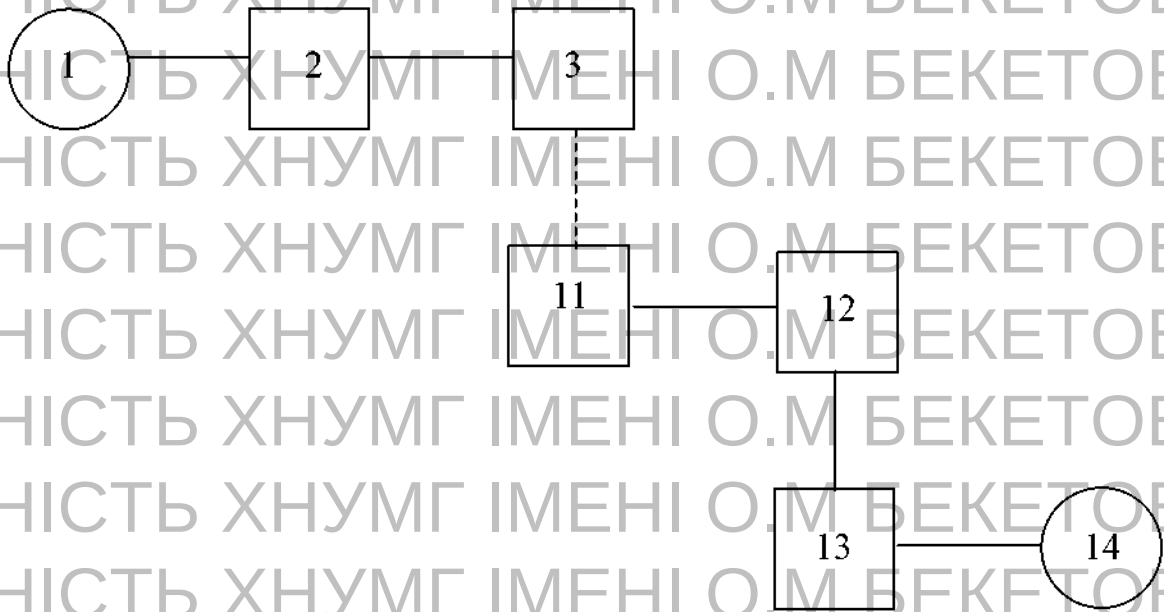


Рисунок 1 – Схема маршруту

Таблиця 1 – Параметри довжини маршруту

Номер зупинки	Напрямок прямий		Напрямок зворотний	
	Значення відстані, км		Значення відстані, км	
	Від початкової зупинки	Між зупинками	Від початкової зупинки	Між зупинками
1	2	3	4	5
1	-	-	21,0	0,8
2	0,8	0,8	20,2	0,6
3	1,4	0,6	19,6	0,8
4	2,3	0,7	18,8	0,6
5	2,8	0,5	18,2	0,9
6	3,4	0,6	17,3	0,8
7	4,4	0,8	16,5	4,4
8	8,6	4,2	12,1	0,8
9	9,4	0,8	11,3	3,5

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5
10	13,0	3,6	7,8	1,1
11	14,5	1,5	6,9	2,1
12	16,6	2,1	4,8	1,3
13	17,7	1,1	3,5	3,5
14	21,0	3,3	-	-

Таблиця 2 – Параметри маршруту

Показник	Значення	
	Прямий напрямок для руху	Зворотній напрямок для руху
Довжина маршруту (км)	21,0	21,0
Тривалість рейсу (хв)	48	48
Експлуатаційна швидкість (км/год)	26,7	26,7
Технічна швидкість (км/год)	41,2	41,2
Пункти зупинки (од)	14	14
Кількість перехресть (од)	11	11
Кількість залізничних переїздів (од)	2	2
Кількість пішохідних переходів (од)	2	2

Таблиця 3 – Значення пасажиропотоку за годинами доби

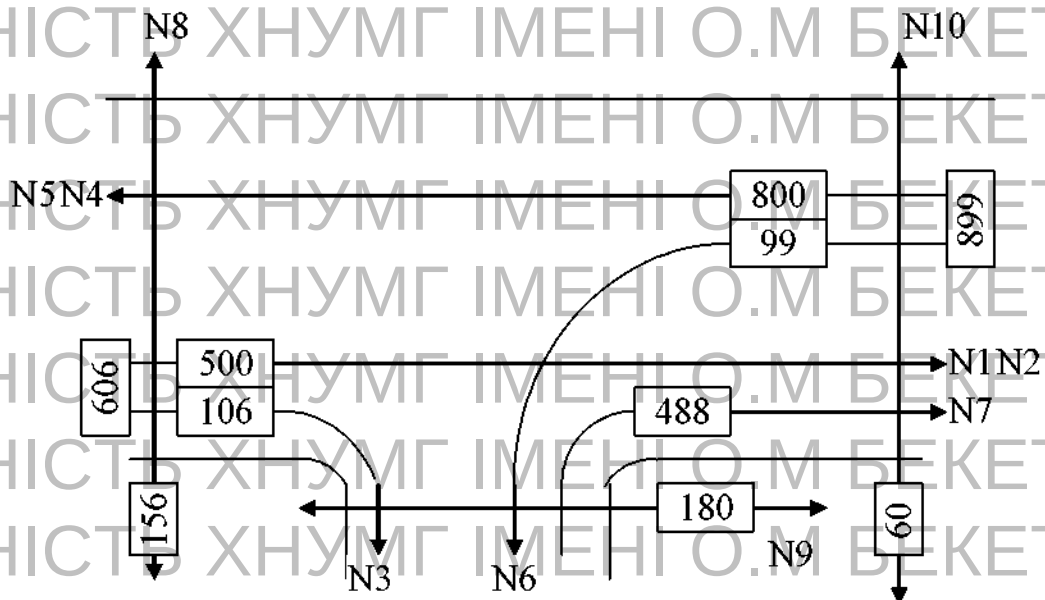
Напрямок прямий		Напрямок зворотний	
Години	Пасажиропотік	Години	Пасажиропотік
7-8	31	7-8	33
8-9	45	8-9	46
9-10	41	9-10	47
10-11	33	10-11	45
11-12	25	11-12	41
12-13	25	12-13	29
13-14	27	13-14	22
14-15	35	14-15	24
15-16	35	15-16	35
16-17	31	16-17	43
17-18	46	17-18	44
18-19	36	18-19	35
19-20	33	19-20	31

Таблиця 4 – Зміна кількості пасажирів протягом років

Місяць	Роки		
	2023	2024	2025
Січень	3988	4209	4407
Лютий	3684	4023	4181
Березень	3877	4283	4482
Квітень	3541	3901	4287
Травень	3778	4041	4085
Червень	3654	3901	4066
Липень	3913	3991	4232
Серпень	3832	3949	4088
Вересень	3659	3905	4052
Жовтень	3968	4155	4243
Листопад	3459	3901	3992
Грудень	3695	3797	4173

Таблиця 5 – Характеристики автобусів

Показник	Значення	
	Атаман А092Н6	Богдан 222121
1	2	3
Габаритні розміри (мм):		
довжина,	8166	7206
ширина,	2510	2380
висота,	2970	2750
Маса (кг)	9486	7852
Кількість місць (для сидіння, од)	31	28
Кількість місць (загальна, од)	50	46
Марка двигуна	Isuzu 4HK1E5NC	Ashok Leyland
Тип двигуна	Дизель	Дизель
Максимальна швидкість (км/год)	95	105
Витрата палива (л/100 км)	18	17
Кількість коліс (од)	6	



← 500 — інтенсивність руху транспортних потоків, авт/год
 ← 180 — інтенсивність пішохідних потоків, люд/год

Рисунок 1 – Схема перехрестя

Студент _____

(підпис)

Керівник проекту _____

(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 58 аркушів, 9 рисунків, 14 таблиць, 3 джерела.

Об'єкт дослідження: перевезення 155 пасажирів на приміському маршруті.

Мета роботи: вдосконалення перевезення 155 пасажирів на приміському маршруті.

Метод дослідження: аналітичний і розрахунковий

Отримані результати: вдосконалено перевезення 155 пасажирів на приміському маршруті.

Ступінь застосування: прийнято для застосування.

Рекомендації з впровадження: рекомендовано до впровадження.

МАРШРУТ, ПАСАЖИР, ЗУПИННИЙ ПУНКТ, АВТОБУС, ПАСАЖИРИ,
ВОДІЇ, ВИТРАТИ, СОБІВАРТІСТЬ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
Розділ 1 МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРИМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	11
1.1 Особливості організації приміських перевезень.....	11
1.2 Логістика приміських пасажирських перевезень.....	13
1.3 Характеристика об'єкту дослідження.....	16
1.4 Техніко – експлуатаційні показники.....	18
1.5 Висновки по розділу.....	22
Розділ 2 ПРОЄКТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ НА ПРИМІСЬКОМУ МАРШРУТІ.....	155
2.1 Існуючий пасажиропотік.....	23
2.2 Прогнозований пасажиропотік.....	23
2.3 Вибір автобусу.....	28
2.4 Формування параметрів руху для автобусів.....	34
2.5 Формування параметрів роботи для водіїв.....	42
2.6 Висновки по розділу.....	45
Розділ 3 ПРОЄКТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ДЛЯ ПЕРЕХРЕСТЯ МАРШРУТУ.....	46
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	58

					ННІІІІ ТСЛ ТТ 2022-1 ТТ ХХХ... Х ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Котенко К.С.								
Перевір.	Давідіч Ю.О.								
Н. контр.	Бурко Д.Л.								
Затв.	Куш Є.І.								
					Пояснювальна записка				
					Літера			Аркуш	Аркушіє
					д п у			9	58
					ХНУМГ				

ВСТУП

Сучасний рівень приміських автобусних перевезень говорить про те, що з технологічної точки зору ці перевезення являють собою унікальну, маловивчену та методологічно недостатньо обслуговану галузь прикладних досліджень і розробок. Практичні методи організації приміських перевезень спираються на розробки, проведені для внутрішньоміського та міжміського автобусного сполучення, і не в повній мірі враховують конкретні умови експлуатації на приміських маршрутах. Це перешкоджає досягненню високих економічних результатів автотранспортними підприємствами та забезпечує належне обслуговування пасажирів.

РОЗДІЛ 1

МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРИМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Особливості організації приміських перевезень

Фундаментальні відмінності між приміськими автобусними перевезеннями та іншими видами автобусного сполучення включають закономірності формування пасажиропотоку, специфічні поєднання техніко-експлуатаційних показників маршрутів, а також експлуатаційні вимоги автобусів та їх водіїв. Перевізникам життєво важливо використовувати технологічні методи організації приміських автобусних перевезень, які забезпечують досягнення економічних цілей транспортних підприємств як послуг незалежних постачальників, одночасно виконуючи соціальну функцію перевезення пасажирів у приміських зонах.

Чинні правила визначають приміські автобусні маршрути як ті, що простягаються на 50 кілометрів за межі міста. Однак, прогрес у транспортній інженерії та будівництві доріг, розвиток кластерних житлових структур у цих районах та підвищена економічна автономія підприємств штучно перешкоджають розвитку приміських автобусних мереж. Цей висновок підтверджується тим фактом, що, хоча вид транспорту не є основним фактором з точки зору пасажирів, визначення меж приміських зон відрізняється для різних видів транспорту.

Насправді, приміські автобусні маршрути вже простягаються далеко за 50-кілометрові межі міста. Необгрунтоване звуження меж приміських зон може призвести до значних економічних втрат для транспортних компаній, оскільки класифікація певних маршрутів як приміських або міжміських вимагає відповідного коригування тарифів та коефіцієнтів пасажирського навантаження.

Дослідження з використанням евклідової відстані для аналізу репрезентативної випадкової вибірки з 200 різних типів автобусних маршрутів показало, що більшість маршрутів довжиною менше 80 кілометрів (офіційно класифікованих як міжміські маршрути) згруповані разом як переважно приміські маршрути. Найбільш чутливим показником для класифікації маршрутів за типом обслуговування був час виконання робіт. Приміські маршрути були додатково поділені на дві категорії довжини: «понад 25 кілометрів» та «менше 25 кілометрів». Однак дослідження показали, що маршрути коротких відстаней мали відносно короткі інтервали, переважно обслуговуючи поїздки пасажирів. З іншого боку, маршрути далеких відстаней мали меншу частку поїздок пасажирів та довші інтервали. Це дослідження підтверджує необхідність розширення приміських автобусних маршрутів за існуючі межі 50-кілометрової зони, встановлювати розміри приміської зони.

Методи організації та управління приміськими автобусними перевезеннями походять від аналогічних технологій, розроблених для міських та міжміських перевезень. Однак приміські автобусні перевезення мають деякі важливі експлуатаційні та економічні характеристики, які вимагають розробки та використання спеціалізованих технологій для врахування цих характеристик, враховуючи сучасний рівень розвитку транспортної системи. Дійсно, однією з характеристик приміських автобусних перевезень є те, що час у дорозі пасажирів приблизно вдвічі перевищує час у міських перевезеннях; тривалі інтервали руху автобусів призводять до концентрації пасажирів на зупинках до прибуття автобуса; ніковий пасажиропотік припадає на свята; попит на транспортні потоки значно варіюється протягом місяців, днів, тижнів та різного часу доби; пасажиропотік високий у ранкові та вечірні години пік; а швидкість руху автобуса становить приблизно 30 км/год, серед інших факторів. Аналіз даних та інших характеристик дозволяє зробити висновок, що приміські автобусні перевезення є унікальним предметом дослідження, і прикладна наука була недостатньою у його вивченні.

1.2 Логістика приміських пасажирських перевезень

Пасажирська логістика охоплює комплексне планування, управління та контроль усіх пасажирських перевезень, логістичних об'єктів, а також транспортних процесів (включаючи пов'язану з ними інформацію та потоки капіталу). Логістика повинна складати основу системи управління пасажирськими перевезеннями в мегаполісі, яка має дві ключові характеристики. Ці характеристики такі: кожен компонент системи (різні види транспорту) має характеристики, які були б втрачені без системи; тобто кожен вид транспорту та його переваги повинні бути повною мірою використані для досягнення загальної мети надання високоякісних транспортних послуг у мегаполісі. Сама система має характеристики, яких бракує її компонентам – здатність надавати комплексні транспортні послуги «від дверей до дверей». Під час створення та організації мереж мегаполісу об'єктом дослідження є інтегрована транспортна система, в якій різні види транспорту займають відповідні позиції. Ключовим фактором забезпечення ефективності системи є інтеграція, яка визначає взаємодію між різними транспортними компаніями (компонентами системи) в рамках єдиної системи пасажирських транспортних послуг. Потенційні варіації в кожному компоненті системи (мережа маршрутів, розклади руху, типи транспортних засобів) необхідно враховувати разом з іншими компонентами (видами транспорту). Роль кожного виду транспорту в системах приміської та міської пасажирської логістики залежить від експлуатаційних параметрів та характеристик транспортних засобів, розташування інфраструктури та визначається прогнозними даними про параметри пасажиропотоку, що обслуговується. Наразі пасажирів виступають у ролі логістичних постачальників під час своїх подорожей, не маючи вичерпної інформації про пропускну здатність та пропускну здатність транспортної

мережі, надійність та безпеку, транспортні засоби, розклади руху та маршрути, а також конкретні послуги, що пропонуються.

З розвитком приміських та міжміських пасажирських перевезень у міських транспортних системах пасажирів зможуть вибирати вид транспорту та маршрут на основі найважливіших факторів під час подорожі, а також змінювати маршрути та види транспорту в будь-який час. Пасажирські перевезення також означають можливість вибору доступних, зручних та необхідних допоміжних послуг. Стандартний приміський пасажирський маршрут від пункту відправлення до пункту призначення та різні види транспорту, що складають цей маршрут - міський наземний транспорт, метрополітен, приміські залізниці (електрички) та приміський автомобільний транспорт - вбудовані в різні ланки логістичного ланцюга (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Ланки логістичних ланцюгів переміщення пасажирів на приміському та приміському-міському маршруті «від дверей до дверей»

Ланцюг пасажирської логістики — це пасажирський маршрут «від дверей до дверей», який використовує кілька видів транспорту для забезпечення розумного часу подорожі та зменшення витрат на проїзд. Залізничний транспорт має бути інтегрований у систему приміського громадського транспорту та стати основою міських пасажирських перевезень. Понад 70%

пасажирів приміських поїздів переважно використовують автомобільний транспорт для подорожі від кінцевої станції до кінцевого пункту призначення.

Протягом багатьох років розклади руху автомобільного транспорту та приміських поїздів були непостійними: автобуси часто відправлялися на кілька хвилин раніше за приміські поїзди, і навпаки. Пасажири були змушені чекати на наступний автобус або приміський поїзд, і, згідно з численними опитуваннями, загальний час у дорозі та час пересадки є найважливішими показниками якості транспортних послуг. Зараз багато транспортних компаній скоригували свої розклади, щоб вони відповідали розкладам руху приміських поїздів, причому більшість маршрутів автомобільного транспорту завершуються на залізничних станціях або вокзальних площах і відправляються, коли вони заповнені. Однак автобусні компанії не мають доступу до фактичних даних про пасажиропотік приміських поїздів, які прибувають на станції в різний час і в різні дати, тому вони можуть керувати пасажиропотоком лише на основі кількості та місткості свого існуючого автопарку.

Залізничний транспорт (електропоїзди) та автомобільний транспорт (автобуси, мікроавтобуси, маршрутні таксі) використовують узгоджені розклади руху, щоб забезпечити збалансованість кількості місць у всіх транспортних засобах-учасниках на визначених маршрутах відповідно до логістичних принципів та прогнозованого пасажиропотоку, раціонально використовуючи пропускну здатність електропоїздів та автомобільного транспорту, а також скорочуючи час очікування пасажирів для продовження подорожі на 30% (для поїздок, що не перевищують 50 км) та 50 км.

Основною метою управління приміською інфраструктурою є систематичне обслуговування приміських пасажирських транспортних засобів.

Після отримання інформації від пасажирів та транспортного персоналу щодо об'єктів, що відхиляються від стандартних умов експлуатації, відповідні дані записуються в електронному вигляді, що дозволяє генерувати робочі наряди.

Записана інформація архівується в базі даних для подальшого використання при перегляді стандартів технічного обслуговування та обслуговування інфраструктури. Моніторинг роботи систем регулярного профілактичного обслуговування та технічного обслуговування транспортних засобів забезпечує виконання необхідних робіт з технічного обслуговування.

Розвиток центрів логістики сервісного транспорту та їх функціонування на основі логістичних принципів дозволить приміським подорожам поступово переходити від одного виду транспорту до мультимодальних перевезень, а потім і до мультимодальних (з використанням єдиного проїзного документа) пасажирських перевезень.

1.3 Характеристика об'єкту дослідження

Це дослідження зосереджено на процесі пасажирських перевезень приміським маршрутом. Оскільки об'єктом дослідження має бути сам об'єкт або його внутрішні закономірності, як об'єкт дослідження ми використовуватимемо вплив параметрів роботи транспортних засобів маршруту на дохід транспортного підприємства.

Параметри довжини маршруту наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Параметри довжини маршруту

Номер зупинки	Напрямок - прямий		Напрямок - зворотний	
	Значення відстані, км		Значення відстані, км	
	Від початкової зупинки	Між зупинками	Від початкової зупинки	Між зупинками
1	2	3	4	5
1	-	-	21,0	0,8

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5
2	0,8	0,8	20,2	0,6
3	1,4	0,6	19,6	0,8
4	2,3	0,7	18,8	0,6
5	2,8	0,5	18,2	0,9
6	3,4	0,6	17,3	0,8
7	4,4	0,8	16,5	4,4
8	8,6	4,2	12,1	0,8
9	9,4	0,8	11,3	3,5
10	13,0	3,6	7,8	1,1
11	14,5	1,5	6,9	2,1
12	16,6	2,1	4,8	1,3
13	17,7	1,1	3,5	3,5
14	21,0	3,3	-	-

Приміський автобусний маршрут працює цілий рік, тобто забезпечує пасажирські перевезення як у години пік, так і поза ними, а також у будь-який сезон. Залежно від кількості пасажирів та їх розподілу, автобус працює в режимі таксі. Цей режим покращує транспортні послуги для мешканців, скорочує час у дорозі, збільшує використання транспортних засобів та забезпечує безпеку руху.

Одним із ключових показників вимірювання рівня розвитку, ефективності та результативності певного виду пасажирських перевезень є швидкість руху транспортних засобів, при забезпеченні необхідного рівня безпеки.

Параметри маршруту наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Параметри маршруту

Показник	Значення	
	Прямий напрямок для руху	Зворотній напрямок для руху
Довжина маршруту (км)	21,0	21,0
Тривалість рейсу (хв)	48	48
Експлуатаційна швидкість (км/год)	26,7	26,7
Технічна швидкість (км/год)	34,3	34,3
Пункти зупинки (од)	14	14
Кількість перехресть (од)	11	11
Кількість залізничних переїздів (од)	2	2
Кількість пішохідних переходів (од)	2	2

Слід також зазначити, що цей маршрут може працювати як у звичайному режимі, так і в режимі маршрутного таксі. Виходячи з аналізу загального плану маршруту, проводимо аналіз роботи цього маршруту, при використанні звичайного режиму.

1.4 Техніко – експлуатаційні показники

З метою раціональної організації приміських перевезень необхідно вивчати зміни різних характеристик маршрутів (середня дальність поїздки пасажирів, тривалість роботи маршруту, інтенсивність пасажиропотоку), технічних показників роботи автобусів, обсягу перевезень і пасажирообігу залежно від довжини маршруту і всіх інших факторів.

Причиною цього дослідження є те, що воно визначає вартість та прибутковість приміських перевезень. Якісний економічний аналіз вимагає

комплексного підходу, заснованого на наукових та математичних методах, що відкриває нові можливості.

Обсяг перевезення:

$$Q_{\text{пас}} = \frac{T_n \cdot V_T \cdot \beta \cdot q_a \cdot \gamma_c \cdot A_c \cdot D_k \cdot \alpha_B}{l_{\text{ср.п}}}, \quad (1.1)$$

де T_n – тривалість роботи (год);

V_T – технічна швидкість (км/год);

β – значення коефіцієнту оцінки використання пробігу;

γ – значення коефіцієнту оцінки використання місткості;

α_B – значення коефіцієнту використання для парку;

A_o – кількість автобусів (од);

D_k – кількість днів протягом року (од);

q_a – місткість автобусу (пас);

$l_{\text{ср.п}}$ – значення середньої відстані їздки.

Пасажирооборот:

$$P = \sum Q_{\text{пас}} \cdot l_{\text{пер}}, \quad (1.2)$$

де $Q_{\text{пас}}$ – значення кількості пасажирів на перегоні (пас);

$l_{\text{пер}}$ – значення довжини перегону для прямого та зворотного напрямків (км).

Середня дальність їздки для пасажирів:

$$l_n = \frac{\sum Q_{\text{пас}}}{\sum P}, \quad (1.3)$$

де P – значення пасажирообороту (пас км);

$Q_{пас}$ – значення обсягу перевезень (пас).

Час на маршруті:

$$T_M = t_{пyx} + t_n + t_z + t_k, \quad (1.4)$$

де $t_{пyx}$ – тривалість руху (год);

t_n – тривалість простоїв на проміжних зупинних пунктах (год);

t_z – тривалість затримок внаслідок умов руху (год);

t_k – тривалість простою для кінцевої зупинки (год).

Час на лінії:

$$T_H = T_M + T_O, \quad (1.5)$$

де T_M – час на маршруті (год);

T_O – тривалість нульових пробігів (год).

Швидкість сполучення:

$$V_C = \frac{l_M \cdot V_m}{l_M + t_{n,z} \cdot n_{n,z} \cdot V_m}, \quad (1.6)$$

де $t_{n,z}$ – тривалість простою для проміжних зупинок (год);

$n_{n,z}$ – значення кількості проміжних зупинок для одного боку (од).

V_m – значення технічної швидкості (км/год).

Коефіцієнтом використання пробігу:

$$\beta = \frac{L_{exp}}{L_{zag}}, \quad (1.7)$$

де $L_{\text{вир}}$ – продуктивний пробіг (км);

$L_{\text{заг}}$ – загальний пробіг (км).

Коефіцієнт статичного використання місткості:

$$\gamma_c = \frac{\sum q_i}{q_n \cdot n}, \quad (1.8)$$

де q_i – навантаження на перегоні (пас);

q_n – пасажиромісткість (пас).

Коефіцієнт динамічного використання місткості:

$$\gamma_d = \frac{\sum q_i \cdot l_i}{q_n \cdot \sum l_i}, \quad (1.9)$$

де l_i – відстань перевезення для пасажирів (км).

$$Q_{\text{пас}} = \frac{15,85 \cdot 26,7 \cdot 0,9 \cdot 0,79 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,9}{12,2} = 2337 \text{ пас},$$

$$P^{\text{прям}} = 42 \cdot 0,8 + 41 \cdot 0,6 + 54 \cdot 0,7 + 58 \cdot 0,5 + 41 \cdot 0,6 + 48 \cdot 0,8 + 50 \cdot 4,2 + 51 \cdot 0,8 + \\ + 46 \cdot 3,6 + 42 \cdot 1,5 + 41 \cdot 2,1 + 42 \cdot 1,1 + 49 \cdot 3,3 = 951 \text{ паскм}$$

$$l_n = \frac{2337}{951} = 2,46 \text{ км},$$

$$T_M = 15,0 + 14 \cdot 0,015 + 2 \cdot 0,06 + 0,16 = 15,44 \text{ год},$$

$$T_H = 15,44 + 0,21 = 15,65 \text{ год},$$

$$\beta = \frac{42,0}{48,0} = 0,9,$$

$$\gamma_c = \frac{41+42+58+54+48+41+51+50+42+46+42+41+49}{13 \cdot 603} = 0,79,$$

$$\gamma_d = \frac{42 \cdot 0,9 + 41 \cdot 0,6 + 54 \cdot 0,7 + 58 \cdot 0,5 + 41 \cdot 0,6 + 48 \cdot 0,8 + 50 \cdot 4,2 + 51 \cdot 0,8 + 46 \cdot 3,6 + 42 \cdot 1,5 + 41 \cdot 2,1 + 42 \cdot 1,1 + 49 \cdot 3,3}{60 \cdot 21,0} = 0,78$$

$$V_c = \frac{21 \cdot 34,3}{21 + 0,06 \cdot 14 \cdot 34,3} = 23,97 \text{ км/год.}$$

1.5 Висновки для розділу

У першій частині аналізується поточна ситуація з пасажирськими перевезеннями. Чітко визначено об'єкт та зміст дослідження, а також проаналізовано існуючі методи організації перевезень. Крім того, описано параметри маршруту, та розраховано техніко-експлуатаційні показники маршруту.

РОЗДІЛ 2

ПРОЄКТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ 155 ПАСАЖИРІВ НА ПРИМІСЬКОМУ МАРШРУТІ

2.1 Існуючий пасажиропотік

Під час виконання роботи було отримано дані для приміського маршруту: пасажиропотік; коефіцієнт місячного дисбалансу пасажиропотоку; коефіцієнт погодинного дисбалансу пасажиропотоку; коефіцієнт дисбалансу за напрямками; коефіцієнт випуску; коефіцієнт зменшення пасажиропотоку у вихідні та святкові дні; вартість квитків на існуючі маршрути; ставка заробітної плати водіїв та витрати на організацію та реєстрацію підприємства.

На підставі отриманих даних будуються епюри зміни пасажиропотоку за перегонами маршруту в прямому та зворотному напрямках (епюри представлено на рис. 2.1, 2.2).

Було виявлено, що найбільш завантаженими зупинками дуже великим пасажирообміном є зупинка 7 – для прямого напрямку, та 10 – для зворотного напрямку.

На основі отриманих даних про пасажиропотік ми склали таблицю, що показує двонаправлений пасажиропотік у різний час доби. (табл. 2.1)

На основі отриманої таблиці ми побудували графік, що відображає зміни пасажиропотоку в двосторонньому русі (рис. 2.3, 2.4).

2.2 Прогнозований пасажиропотік

Головним завданням для маркетингових досліджень є оцінка майбутнього стану ринку.

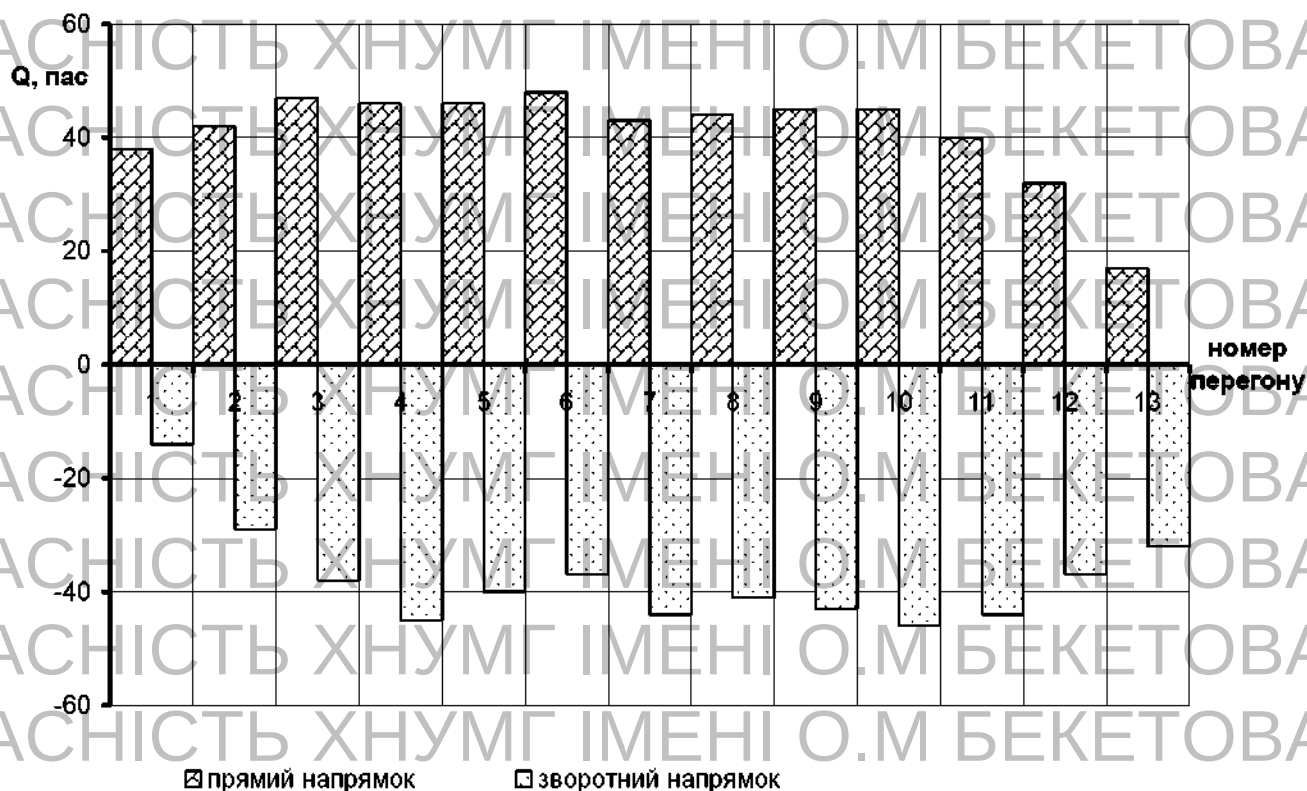


Рисунок 2.1 – Пасажиропотік протягом першого рейсу

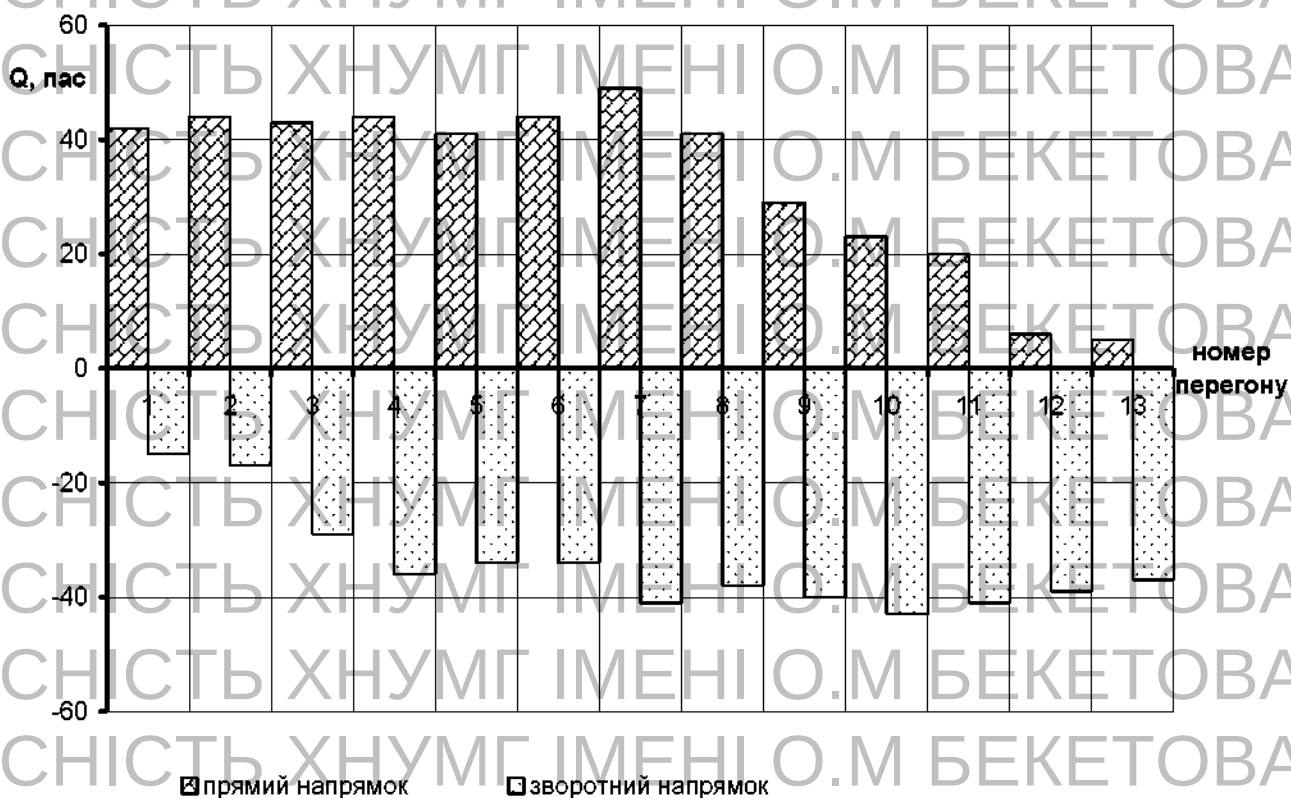


Рисунок 2.2 – Пасажиропотік протягом другого рейсу

Таблиця 2.1 – Значення пасажиропотоку за годинами доби

Напрямок прямий		Напрямок зворотний	
Години	Пасажиропотік	Години	Пасажиропотік
7-8	31	7-8	33
8-9	45	8-9	46
9-10	41	9-10	47
10-11	33	10-11	45
11-12	25	11-12	41
12-13	25	12-13	29
13-14	27	13-14	22
14-15	35	14-15	24
15-16	35	15-16	35
16-17	31	16-17	43
17-18	46	17-18	44
18-19	36	18-19	35
19-20	33	19-20	31

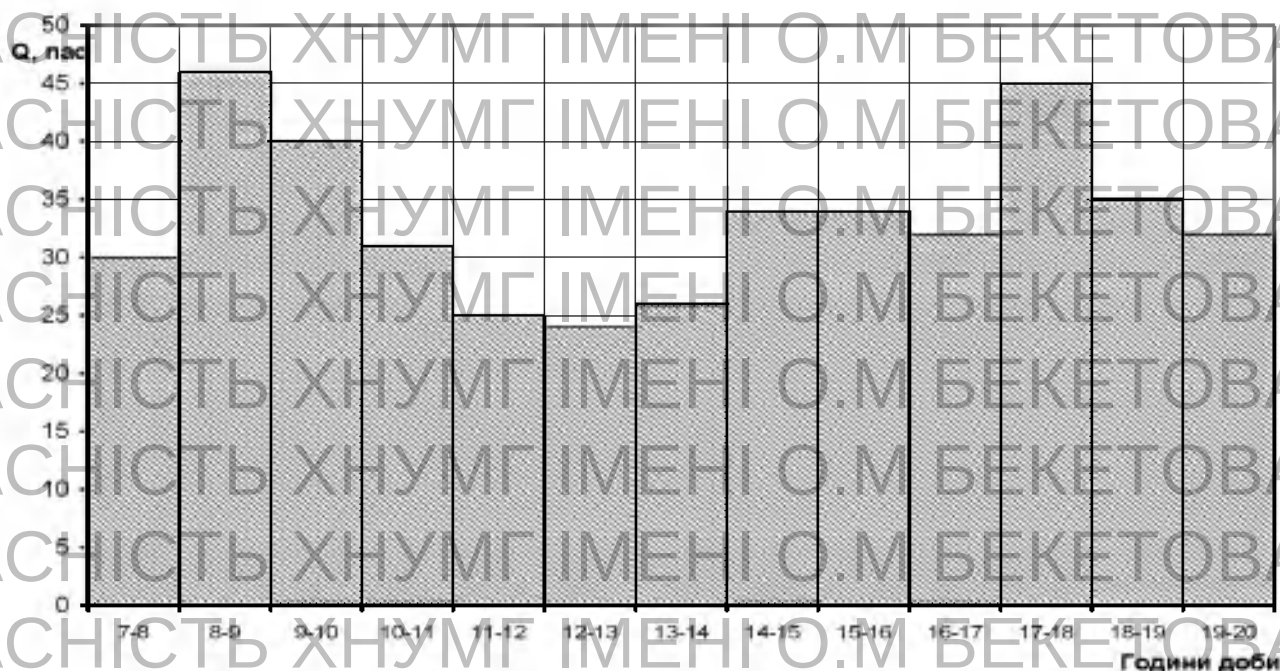


Рисунок 2.3 – Зміна пасажиропотоку для прямого напрямку

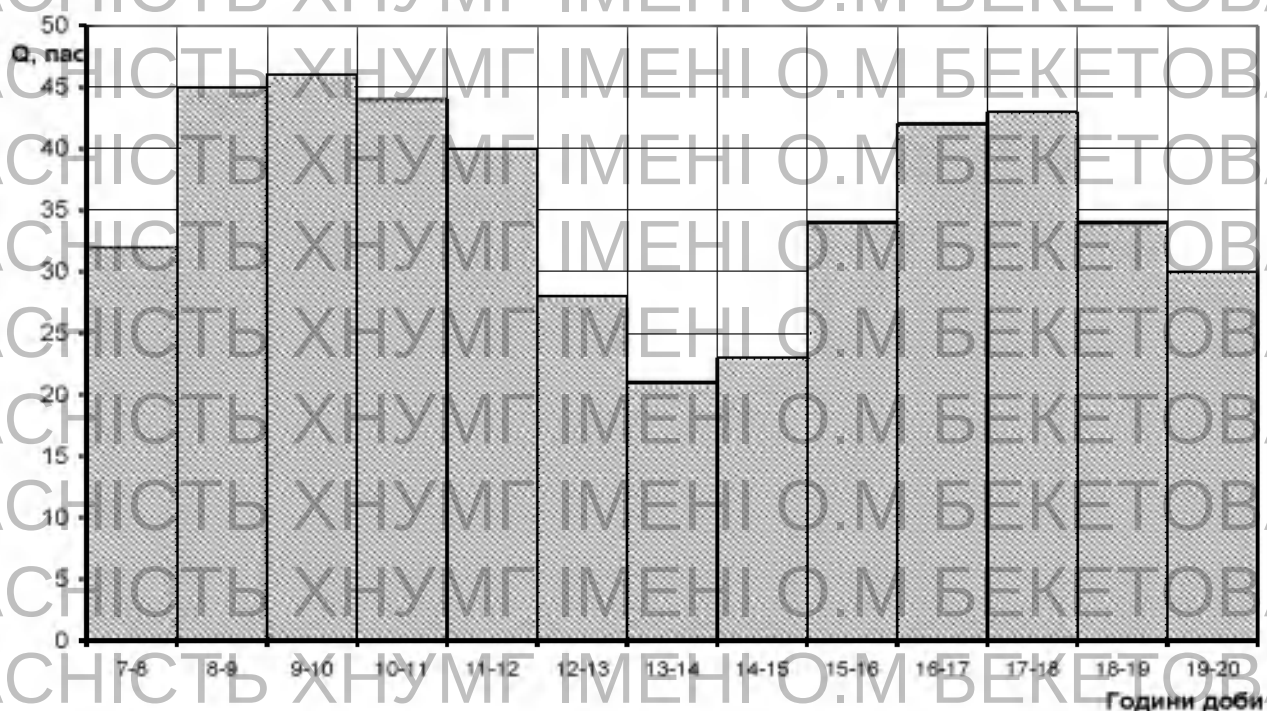


Рисунок 2.4 – Зміна пасажиропотоку для зворотного напрямку

Транспортні послуги (за деякими винятками) належать до категорії невідкладних. Тому розуміння розвитку ринку допомагає нам прогнозувати параметри перевезень. Прогнозування – це мистецтво передбачення певного явища за допомогою моделювання, а моделювання використовує такі методи, як аналогія, симуляція, статистичні моделі та експертна оцінка.

Ми можемо визначити попит на цей маршрут, проаналізувавши обсяг пасажиропотоку за останні три роки.

На основі вихідних даних нижче наводимо дані про щомісячний обсяг пасажирських перевезень за останні три роки (табл. 2.2).

На основі отриманих нами даних ми виявили, що обсяг перевезень зростає рік за роком протягом розглянутого періоду. Для прогнозування обсягу перевезень на 2026 рік ми скористаємося комп'ютерною програмою FORECAST.EXE. Результати розрахунку наведено у табл. 2.3

Таблиця 2.2 – Зміна кількості пасажирів протягом років, пас.

Місяць	Роки		
	2023	2024	2025
1	2	3	4
Січень	3988	4209	4407
Лютий	3684	4023	4181
Березень	3877	4283	4482
Квітень	3541	3901	4287
Травень	3778	4041	4085
Червень	3654	3901	4066
Липень	3913	3991	4232
Серпень	3832	3949	4088
Вересень	3659	3905	4052
Жовтень	3968	4155	4243
Листопад	3459	3901	3992
Грудень	3695	3797	4173

Таблиця 2.3 – Результати прогнозування кількості пасажирів для 2026 року

Місяць	Кількість пасажирів, пас.
1	2
Січень	4617
Лютий	4883
Березень	4931
Квітень	4532
Травень	4253

Продовження табл. 2.3

1	2
Червень	4235
Липень	4345
Серпень	4137
Вересень	4179
Жовтень	4347
Листопад	4056
Грудень	4238

2.3 Вибір автобусу

Система приміських автобусних перевезень використовує автобуси, спеціально розроблені для приміських районів, з більшою місткістю місць.

Для поїздок менше 15 кілометрів кількість пасажирів, що їдуть стоячи, обмежена.

Для поїздок понад 15 кілометрів рекомендується, щоб усі пасажирів приміських маршрутів мали місце для сидіння.

Широке використання приміських автобусів може не лише покращити якість транспортних послуг для мешканців, але й частково компенсувати втрати у перевезеннях, зменшити потребу у водіях та зменшити поїздки приватними автомобілями.

Для приміського маршруту з урахуванням значення пасажиропотоку пропонуємо використовувати дві альтернативні марки транспортних засобів з пасажиромісткістю порядку 50 пас.: Атаман А092Н6 та Богдан 222121.

У табл. 2.4 наведено детальні технічні характеристики цих транспортних засобів.

Таблиця 2.4 – Характеристики автобусів

Показник	Значення	
	Атаман А092Н6	Богдан 222121
1	2	3
Габаритні розміри (мм):		
довжина,	8166	7206
ширина,	2510	2380
висота,	2970	2750
Маса (кг)	9486	7852
Кількість місць (для сидіння, од)	31	28
Кількість місць (загальна, од)	50	46
Марка двигуна	Isuzu 4HK1E5NC	Ashok Leyland
Тип двигуна	Дизель	Дизель
Максимальна швидкість (км/год)	95	105
Витрата палива (л/100 км)	18	17
Кількість коліс (од)	6	

Було порівняно дані різних марок автобусів на основі загальних експлуатаційних витрат за годину:

$$B_{\text{год.}} = B_{\text{пв}} + B_{\text{п}} + B_{\text{м}} + B_{\text{ТОіР}} + B_{\text{ш}} + B_{\text{а}} + B_{\text{уп}} + B_{\text{н}} \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

де $B_{\text{пв}}$ – на заробітну плату (грн./год);

$B_{\text{п}}$ – на паливо (грн./год);

$B_{\text{м}}$ – на мастильні матеріали (грн./год);

$B_{\text{ТОіР}}$ – на ТО і Р (грн./год);

$B_{\text{ш}}$ – на шини, (грн./год);

$B_{\text{уп}}$ – на заробітну плату ІТР (грн./год);

B_a – на амортизаційні відрахування (грн./год);

B_n – на накладні витрати (грн./год).

Витрати на зарплату для водіїв:

$$B_{пз} = \Gamma_{тс} \cdot (1 + C_{стр.}), \quad (2.2)$$

де $\Gamma_{тс}$ – тарифна годинна ставка;

$C_{стр.}$ – норма для відрахувань на страхування.

Витрати для палива:

$$B_n = \frac{H_{100} \cdot V_e \cdot 3_{л.}}{100}, \quad (2.3)$$

де H_{100} – норма витрата для палива (л/100 км);

V_e – швидкість експлуатаційна (км/год);

$3_{л.}$ – вартість палива (грн/л)

Витрати для мастильних матеріалів:

$$B_m = \frac{B_n \cdot C_m}{100}, \quad (2.4)$$

де C_m – норма відрахувань для мастильних матеріалів.

Витрати для ТО і Р:

$$B_{ТОР} = \frac{H_{ТОР} \cdot V_e}{1000}, \quad (2.5)$$

де $H_{ТОР}$ – норма відрахувань для ТО і Р.

Витрати на шини:

$$B_{ш} = \frac{n_{ш} \cdot B_{1ш} \cdot H_{ш} \cdot L_e}{100 \cdot 1000 \cdot D_p \cdot T_n}, \quad (2.6)$$

де $n_{ш}$ – кількість коліс (од);

$B_{1ш}$ – вартість для комплекту шин (грн);

$H_{ш}$ – норма для відрахувань;

L_e – пробіг шин (км);

D_p – дні роботи для маршруту (365 дн);

T_n – час наряду, (год).

Амортизація автобусів:

$$B_a = \frac{H_a \cdot C_6}{D_p \cdot T_n \cdot 100}, \quad (2.7)$$

де H_a – норма для відрахувань (%);

C_6 – вартість автобусу (грн).

Витрати для зарплати ІТР

$$B_{yn} = \Gamma_{mc} \cdot (1 + C_{стр.}), \quad (2.8)$$

де Γ_{mc} – тарифна ставка за годину ІТР.

Витрати накладні:

$$B_n = \frac{(B_{пв} + B_n + B_m + B_{ТОіР} + B_{ш} + B_{yn}) \cdot C_n}{100}, \quad (2.9)$$

де C_n – норма для відрахувань (%).

Для прикладу, розрахуємо погодинну вартість експлуатації автобуса Атаман А092Н6.

Зарплата для водія:

$$B_{не} = 55,00 \cdot (1 + 0,3864) = 60,93 \text{ грн./год.}$$

Витрати для палива:

$$B_n = \frac{16 \cdot 41,2 \cdot 50,8}{100} = 400,86 \text{ грн./год.}$$

Витрати для мастильних матеріалів:

$$B_m = \frac{400,86 \cdot 14}{100} = 50,72 \text{ грн./год.}$$

Витрати для ТО і Р:

$$B_{ТО\text{ і }Р} = \frac{1200 \cdot 41,2}{1000} = 40,94 \text{ грн./год.}$$

Витрати на шини:

$$B_{ш} = \frac{6 \cdot 5000 \cdot 3 \cdot 90000}{100 \cdot 1000 \cdot 12 \cdot 365} = 10,85 \text{ грн./год.}$$

Амортизація автобусів:

$$B_a = \frac{25 \cdot 1100000}{365 \cdot 12 \cdot 100} = 60,28 \text{ грн./год.}$$

Витрати для зарплати ГТР:

$$B_{yn} = 40,00 \cdot (1 + 0,3864) = 50,55 \text{ грн./год.}$$

Витрати накладні:

$$B_n = \frac{(400,86 + 50,72 + 40,94 + 10,85 + 60,28 + 50,55) \cdot 20}{100} = 130,04 \text{ грн./год.}$$

Загальна вартість годинної експлуатації автобуса Атаман А092Н6:

$$B_{\text{зод.}} = 60,93 + 400,86 + 50,72 + 40,94 + 10,85 + 60,28 + 50,55 + 130,04 = 850,17 \text{ грн./год.}$$

Для автобусу марки Богдан 222121 показники розраховуємо аналогічним чином. Всі результати зводимо до табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Погодинна вартість експлуатації автобусів

Стаття	Марка	
	Атаман А092Н6	Богдан 222121
1	2	3
Зарплата водія (грн/год)	60,93	60,93
Паливо (грн/год)	400,86	380,23

Продовження табл. 2.5

1	2	3
Масильні матеріали (грн/год)	50,72	50,35
ТО і Р (грн/год)	40,94	40,94
Реновація шин (грн/год)	10,85	20,03
Амортизація (грн/год)	60,28	50,48
Зарплата ІТР (грн./год)	50,55	5,055
Витрати накладні (грн/год)	130,04	120,32
Сумарні витрати (грн/год)	850,17	800,84

За даними табл. 2.5 можна зробити висновок щодо доцільності використання автобусу Богдан 222121.

2.4 Формування параметрів руху для автобусів

Для забезпечення регулярності руху автобусів, гарантування безпеки пасажирів та підвищення експлуатаційної ефективності, рух автобусів здійснюється суворо відповідно до розкладу руху. Розклад руху є основним документом для роботи автобусів, що визначає методи роботи, режим водіння водія, кількість транспортних засобів на маршруті та інтервали відправлення.

Ключова інформація для створення розкладу включає час у дорозі, періоди відпочинку на проміжних та кінцевих зупинках, а також затверджений режим водіння водія.

Щоб визначити кількість транспортних засобів, необхідних для маршруту, необхідно використовувати дані про пасажиропотік як орієнтир.

Визначення раціонального графіку руху транспорту базується на графоаналітичному аналізі.

Кількість автобусів:

$$A_{i-(i+1)} = \frac{F_{i-(i+1)} \cdot t_{об}}{q_n \cdot \gamma}, \quad (2.10)$$

де q_n – пасажиромісткість (пас);

$t_{об}$ – час оборту (год);

γ – коефіцієнт для оцінки використання місткості.

Час оборту:

$$t_{об} = \frac{l_{об}}{V_m} + \sum_{i=1}^m t_{np.z} + \sum_{i=1}^m t_{к.зі}, \quad (2.11)$$

де $l_{об}$ – довжина у оборту;

$\sum_{i=1}^m t_{np.z}$ – час простою для проміжних зупинок (год);

$\sum_{i=1}^m t_{к.зі}$ – час простою для кінцевих зупинок (год).

$$t_{об} = \frac{42}{34,3} + 0,42 + 0,53 = 2,16 \text{ год.}$$

На основі даних про пасажиропотік, поділений за часовими періодами, було побудовано гістограми розподілу пасажиропотоку в прямому та зворотному напрямках руху (рис. 2.3-2.4). На рис. 2.3-2.4 показано два періоди «пік»: з 8:00 до 9:00 та з 17:00 до 19:00.

На основі даних обстеження пасажиропотоку по годинам доби була побудована гістограма розподілу пасажиропотоку (рис. 2.3 – 2.4) у прямому та зворотному напрямку. З рис. 2.3- 2.4 видно, що існує два «пікові» періоди: з 8:00 – 9:00 та з 17:00 – 19:00 годин.

Для періоду «пік»:

$$A_{5-6} = \frac{45 \cdot 2,16}{46 \cdot 0,99} = 2 \text{ од.}$$

Для інших годин доби результати зводимо до в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Пасажиропотік та кількість автобусів залежно від часу доби.

Година доби	Показник	
	Кількість автобусів, од.	Пасажиропотік, пас.
1	2	3
7 – 8	1	32
8 – 9	2	46
9 – 10	2	45
10 – 11	1	38
11 – 12	1	38
12 – 13	1	35
13 – 14	1	36
14 – 15	1	38
15 – 16	1	41
16 – 17	1	45
17 – 18	2	46

Продовження табл. 2.6

1	2	3
18 – 19	2	46
19 – 20	1	40

Отримані результати представлені як гістограма на рис. 2.5.

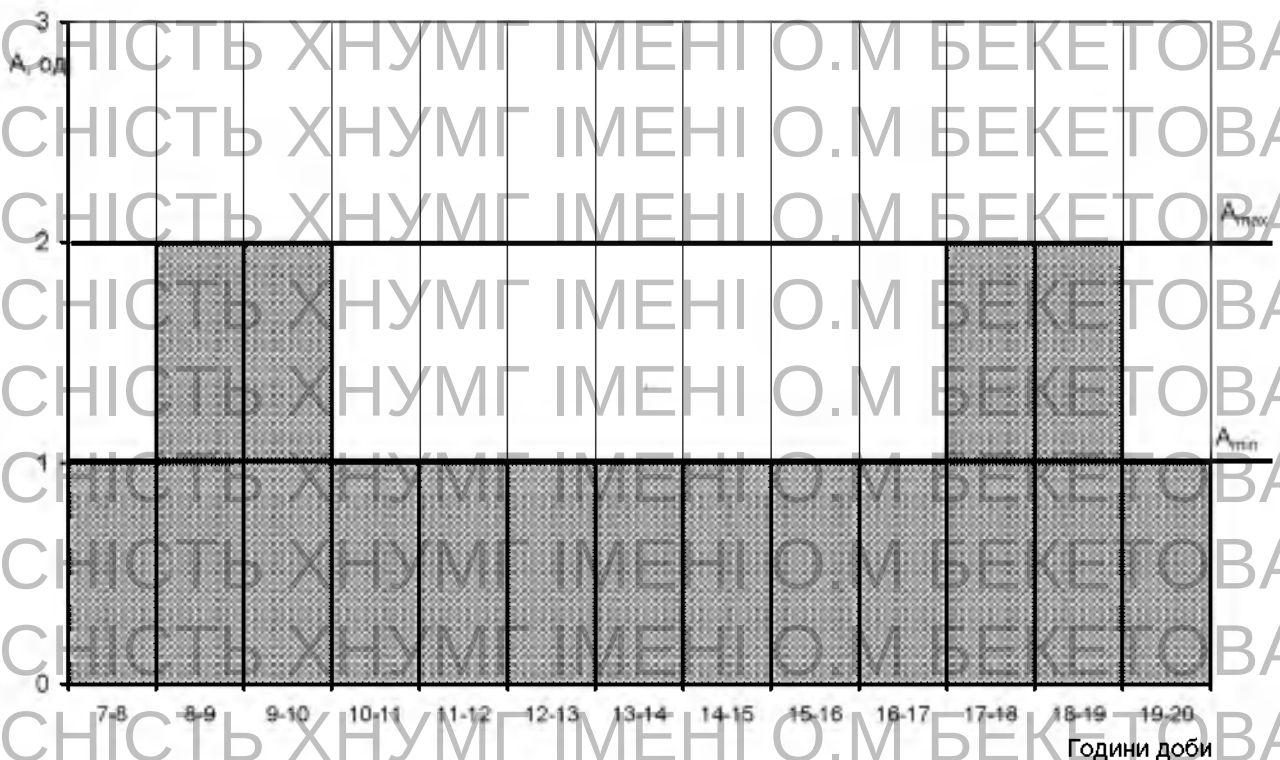


Рисунок 2.5 - Кількість автобусів за годинами доби

Проведемо визначення кількості автобусів, що будуть працювати за перерваним та двозмінним режимами:

$$A_{2з} = A_{\max}, \quad (2.12)$$

$$A_{пер.} = A_{\max} - A_{\min}, \quad (2.13)$$

$$A_{\text{max}} = \max(\nabla A_i), \quad (2.14)$$

$$A_{\text{max}} = 2 \text{ од.}$$

Один автобус працює у дві зміни. Один автобус також працює за перерваним графіком.

Результати графоаналітичного розрахунку представлено на рис. 2.6.



Рисунок 2.6 – Результати графоаналітичного розрахунку:

X – години роботи; П – перерва; В – відстій; || – Перезміна.

Далі визначаємо коефіцієнт ефективності для графоаналітичного розрахунку:

$$K_{\text{еф}} = \frac{AЧ_{\text{пот}}}{AЧ_{\text{пост}}} > 0,9, \quad (2.15)$$

де $AЧ_{\text{потр}}$ – потрібні авто-години (год);

$AЧ_{\text{пост}}$ – розраховані авто-години (год).

$$K_{\text{еф}} = \frac{17}{19} = 0,9.$$

Розраховуємо графіки руху, щоб визначити відповідний режим роботи автобусів для маршруту (табл. 2.7, 2.8).

Таблиця 2.7 - Графік руху 1 випуску

Прибутт я	Відправленн я	Стоянка	Номер зупинк и	Прибутт я	Відправленн я	Стоянк а
1	2	3	4	5	6	7
	7:05	Вийзд		19:44		Заїзд
7:10	7:23	13	1	9:50	10:03	13
7:25	7:27	2	2	9:46	9:48	2
7:28	7:31	3	3	9:42	9:45	3
7:32	7:34	2	4	9:38	9:41	3
7:35	7:36	2	5	9:34	9:37	3
7:37	7:40	3	6	9:30	9:33	3
7:42	7:45	3	7	9:26	9:28	2
7:53	7:55	2	8	9:15	9:18	3
7:57	8:00	3	9	9:10	9:13	3
8:06	8:09	3	10	9:01	9:04	3
8:11	8:13	2	11	8:57	8:59	2
8:16	8:18	2	12	8:51	8:54	3
8:20	8:22	2	13	8:46	8:49	3
8:28	8:40	12	14	8:28	8:40	12
Перерва 9:50 - 10:40				зміна		

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7
10:40	10:53	13	1	13:22	13:35	13
10:55	10:57	2	2	13:18	13:20	2
10:58	11:02	3	3	13:14	13:17	3
11:03	11:05	2	4	13:10	13:13	3
11:06	11:08	2	5	13:06	13:09	3
11:09	11:12	3	6	13:02	13:05	3
11:14	11:17	3	7	12:58	13:00	2
11:25	11:27	2	8	12:47	12:50	3
11:29	11:32	3	9	12:42	12:45	3
11:38	11:41	3	10	12:33	12:36	3
11:43	11:45	2	11	12:29	12:31	2
11:48	11:50	2	12	12:23	12:26	3
11:52	11:54	2	13	12:18	12:21	3
12:00	12:12	12	14	12:00	12:12	12
13:22	13:35	13	1	16:06	16:21	13
13:37	13:29	2	2	16:02	16:04	2
13:40	13:43	3	3	15:58	16:01	3
13:44	13:46	2	4	15:54	15:57	3
13:47	13:49	2	5	15:50	15:53	3
13:50	13:53	3	6	15:46	15:49	3
13:55	13:58	3	7	15:42	15:44	2
14:06	14:08	2	8	15:31	15:34	3
14:10	14:13	3	9	15:26	15:29	3
14:21	14:24	3	10	15:17	15:20	3
14:26	14:28	2	11	15:13	15:15	2
14:31	14:34	2	12	15:07	15:10	3
14:36	14:38	2	13	15:02	15:05	3
14:44	10:53	12	14	14:44	14:56	12

Перерва 16:06 - 16:56

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7
16:56	17:09	13	1	19:39	АТП	13
17:11	17:13	2	2	19:35	19:37	2
17:14	17:17	3	3	19:31	19:34	3
17:18	17:20	2	4	19:25	19:28	3
17:21	17:23	2	5	19:21	19:24	3
17:24	17:27	3	6	19:17	19:20	3
17:29	17:32	3	7	19:13	19:15	2
17:40	17:42	2	8	19:02	19:05	3
17:44	17:47	3	9	18:57	19:00	3
17:53	17:56	3	10	18:48	18:51	3
17:58	18:00	2	11	18:44	18:46	2
18:03	18:05	2	12	18:38	18:41	3
18:07	18:09	2	13	18:33	18:36	3
18:15	18:27	12	14	18:15	18:27	12

Таблиця 2.8 - Графік руху 2 випуску

Прибуття	Відправлення	Стоянка	Номер зупинка	Прибуття	Відправлення	Стоянка
1	3	2	4	5	7	6
	8:00	Виїзд		18:43		Заїзд
8:05	8:18	13	1	10:57		13
8:20	8:22	2	2	10:53	10:55	2
8:23	8:26	3	3	10:49	10:52	3
8:27	8:29	2	4	10:45	10:48	3
8:30	8:32	2	5	10:40	10:43	3
8:33	8:36	3	6	10:36	10:39	3
8:38	8:41	3	7	10:32	10:34	2
8:49	8:51	2	8	10:21	10:24	3
8:53	8:56	3	9	10:16	10:19	3
9:02	9:05	3	10	9:57	10:00	3
9:07	9:09	2	11	9:53	9:55	2

Апр.

41

9:12	9:14	2	12	9:47	9:50	3
9:16	9:18	2	13	9:42	9:45	3
9:24	9:36	12	14	9:24	9:36	12

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
Відстій 10:57 - 15:57						
15:57	16:10	13	1	18:38	АТП	13
16:12	16:14	2	2	18:34	18:36	2
16:15	16:18	3	3	18:30	18:33	3
16:19	16:21	2	4	18:26	18:29	3
16:22	16:24	2	5	18:22	18:25	3
16:25	16:28	3	6	18:18	18:21	3
16:30	16:33	3	7	18:14	18:16	2
16:41	16:43	2	8	18:03	18:06	3
16:45	16:48	3	9	17:58	18:01	3
16:54	16:57	3	10	17:49	17:52	3
16:59	17:01	2	11	17:45	17:47	2
17:04	17:06	2	12	17:39	17:42	3
17:08	17:10	2	13	17:34	17:37	3
17:16	17:28	12	14	17:16	17:28	12

2.5 Формування параметрів роботи для водіїв

Приступаючи до розробки плану роботи водія, необхідно визначити час перебування в наряді, час прибуття (виходу) до АТП, а також врахувати 5-хвилинний час нульовий пробіг.

Час роботи на лінії:

$$T_{\text{л}} = T_{\text{заїзду}} - T_{\text{виїзду}} \quad (2.16)$$

де $T_{\text{виїзду}}$ - час виїзду (год);

$T_{\text{заїзду}}$ - час заїзду (год).

$$T_{\text{л}}^{\text{вип.1}} = 19^{43} - 7^{04} = 12^{39} \text{ год.}$$

$$T_{\text{л}}^{\text{вип.2}} = 18^{42} - 8^{00} = 10^{42} \text{ год.}$$

Час у наряді:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{л}} - T_{\text{від}}, \quad (2.17)$$

де $T_{\text{від}}$ - час відстою (год).

$$T_{\text{н}}^{\text{вип.1}} = 12^{38} - 1^{39} = 10^{59} \text{ год.}$$

$$T_{\text{л}}^{\text{вип.2}} = 10^{42} - 5^{00} = 5^{42} \text{ год.}$$

Кількість водіїв:

$$N_{\text{в}} = \frac{\sum \Phi P \text{Ч}}{\Phi P \text{Ч}_{\text{норм}}}, \quad (2.18)$$

де $\sum \Phi P \text{Ч}$ - фонд робочого часу за місяць (год);

$\Phi P \text{Ч}$ - фонд робочого часу нормативний (год).

$$N_{\text{в}} = \frac{517,38}{164} = 3 \text{ водія.}$$

На основі графіку руху було підготовлено місячний план роботи для водіїв, який представлено у табл. 2.9.

Таблиця 2.9 - Місячний план роботи для водіїв

Водій	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	ФРЧ, год
1	P ₂	B	P ₂	B	P ₂	B	P ₁	B	P ₂	B	P ₂	B	P ₂	B	P ₂	B	P ₂	B	P ₂	B	P ₂	B	P ₂	B	P ₁	B	P ₁	B	P ₁	B	164 ⁴⁴
2	B	P ₁	B	P ₁	B	P ₂	B	P ₂	B	P ₁	B	P ₁	B	P ₁	B	P ₁	B	P ₁	B	P ₁	B	P ₁	B	P ₁	B	P ₂	B	P ₂	B	P ₂	164 ⁴⁴⁵
3	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₁	P ₂	P ₁	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	171 ³¹	

2.6 Висновки по розділу

На основі даних про пасажиропотік було розраховано необхідну кількість транспортних засобів для різного часу доби.

Розрахунки показали, що для підвищення прибутковості маршруту та врахування пасажиропотоку кількість експлуатованих транспортних засобів необхідно збільшити з одного до двох. Через коригування частоти відправлення маршруту було розроблено розклад руху автобусів, а необхідну кількість водіїв — трьох — було визначено виходячи із загального місячного робочого часу. Для них також було складено місячний графік роботи.

РОЗДІЛ 3

ПРОЄКТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ДЛЯ ПЕРЕХРЕСТЯ МАРШРУТУ

Для підвищення безпеки руху пропонуємо введення світлофорного регулювання на перехресті маршруту. На перехресті спостерігаються наявні конфліктні транспортні потоки на головній та другорядній дорогах (рис. 3.1).

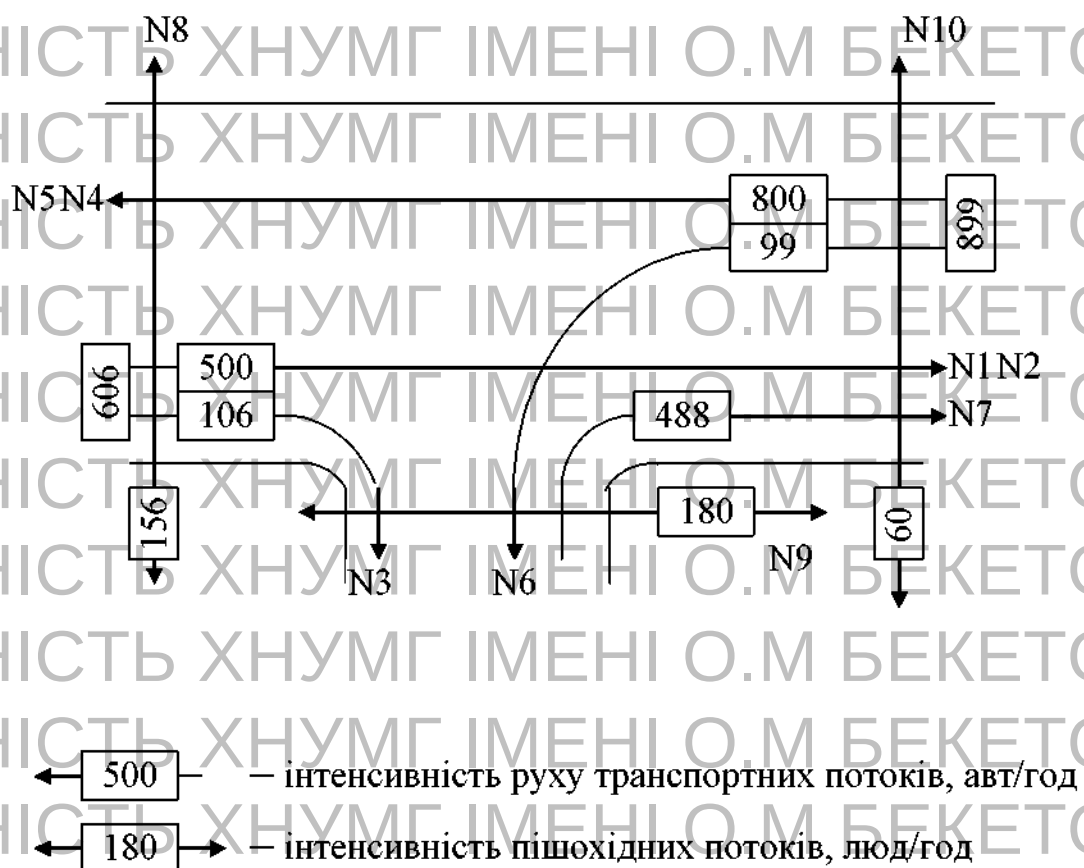


Рисунок 3.1 – Схема перехрестя

Спираючись на дані про інтенсивність руху транспорту на перехресті (рис. 3.1) було розділено рух транспортних засобів на дві фази (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Пофазний роз'їзд для перехрестя

Інтенсивність дорожнього руху така: $N_1 = 300$ транспортних засобів/год, $N_2 = 200$ транспортних засобів/год, $N_3 = 106$ транспортних засобів/год, $N_4 = 500$ транспортних засобів/год, $N_5 = 300$ транспортних засобів/год, $N_6 = 99$ транспортних засобів/год та $N_7 = 488$ транспортних засобів/год.

На наступному етапі необхідно розрахувати фазові коефіцієнти. Для заданої фази регулювання руху фазові коефіцієнти руху в кожному напрямку на перехресті розраховуються по залежності:

$$y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{nij}}, \quad (3.1)$$

де y_{ij} - коефіцієнт фазовий для i -ої фази j -го напрямку;

N_{ij} - інтенсивність руху для i -ої фази j -го напрямку (авт/год);

M_{nij} - потік насичення для i -ї фази в j -го напрямку (авт/год).

Потік насичення:

$$M_{nij} = 525 B_{nc}, \quad (3.2)$$

де 525 - значення емпіричного коефіцієнту;

B_{nc} - ширина частини для руху у напрямку даної фази (м).

Використовуємо формулу 3.2 за умови: $5,4\text{м} \leq B_{nc} \leq 18,0\text{м}$. При ширині дороги менше за 5,4 метра, використовуємо для розрахунку дані, наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Потоки насичення

Шир ина (м)	3	3,3	3,5	4	4,2	4,5	4,8	5	5,1
Потік насич ення (авт/ год)	≤ 1850	≤ 1875	≤ 1925	≤ 2033	≤ 2075	≤ 2275	≤ 2475	≤ 2625	≤ 2700

Для транспортних засобів, що рухаються прямо, повертають ліворуч та/або повертають праворуч на одній дорозі, якщо інтенсивність потоку повороту в заданому напрямку на заданому етапі перевищує 10% від загальної інтенсивності потоку руху, потік насичення, розрахований за залежністю (3.2) або табл 3.1, буде скоригований згідно з формулою:

$$M'_{nij} = M_{nij} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c}, \quad (3.3)$$

де M'_{nij} - скореговане значення потоку насичення (авт/год);
 a, b, c - інтенсивність руху транспортних засобів виражається у відсотках від загальної інтенсивності, а інтенсивність руху для прямого руху, руху з поворотом ліворуч та руху з поворотом праворуч виражається для однієї сторони, що розглядається на цій фазі керування, %.

Для поворотів праворуч та ліворуч на виділених смугах руху потік насичення розраховується на основі радіуса повороту:

$$M_{nij} = \frac{1800}{1 + 1,525 / R}, \quad (3.4)$$

де R - значення для радіусу повороту (м).

Для потоків N2, N3:

$B_{ni} = 3,5$, $M_{n12} = 1925$, $N_2 = 200$, $N_3 = 106$. Прямо 200 авт/год ($a = 65$), праворуч 106 авт/год ($c = 35$), ліворуч 0 авт/год ($b = 0$).

$$M'_{n12} = 1925 \frac{100}{65 + 1,75 \cdot 0 + 1,25 \cdot 35} = 1770$$

$$y_{11} = \frac{306}{1770} = 0,17$$

Виконані аналогічно розрахунки для інших напрямків руху занесено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Фазові коефіцієнти на перехресті

Показник		Напрямок руху				
		1	2	3	4	5
Склад напрямку		N1	N2,N3	N4	N5,N6	N7
Ширина проїзної частини (м)		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Фаза в якій пропускається потік		1	1	1	1	2
Радіус повороту (м)		-	-	-	-	7
Розділення потоку за напрямками (%)	прямо	100	65	100	75	-
	ліворуч	0	0	0	25	-
	праворуч	0	35	0	0	-
Потік насичення (авт/год)		1925	1770	1925	1621	1478
Інтенсивність руху (авт/год)		300	306	500	399	488
Фазовий коефіцієнт		0,16	0,17	0,26	0,25	0,33

Далі розраховано цикл світлофора.

Тривалість для проміжного такту (t_{mi} , с):

$$t_{mi} = \frac{v_{ai}}{7,2a_T} + \frac{3,6(l_i + l_a)}{v_{ai}}, \quad (3.5)$$

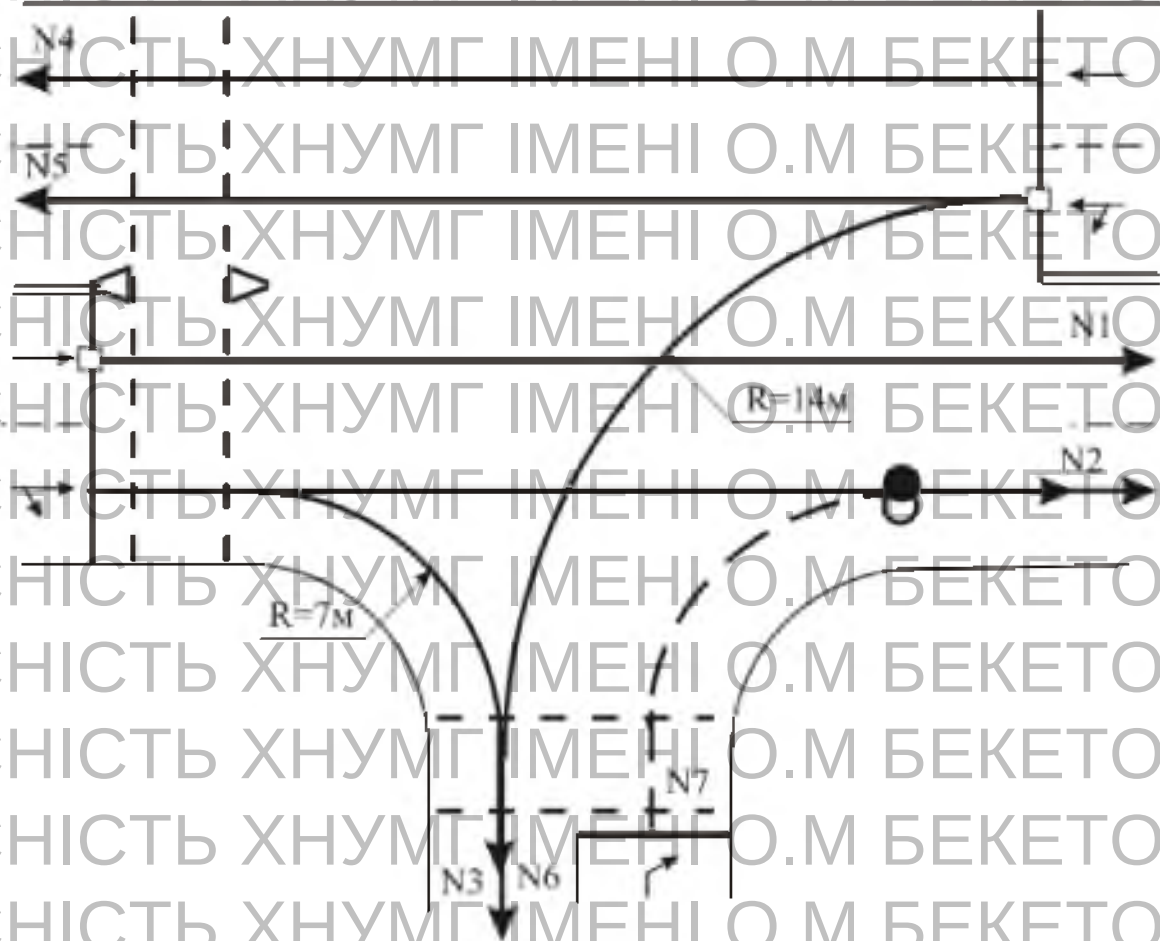
де v_{ai} - швидкість транспортних на підході перед перехрестям (км/год);

a_T - уповільнення автомобіля (м/с²);

l_a - довжина автомобіля, що найчастіше є потоці (м);

l_i - відстань між лініями «стоп» та конфліктної точки (самої дальньої) для i -ої фази (м) (рис. 3.3).

Перша фаза ($v_{a1} = 50$, $l_1 = 11$):



- стоп-лінія, від якої визначається відстань до самої дальньої конфліктної точки
- сама дальня конфліктна точка для 1-ї фази
- сама дальня конфліктна точка для 2-ї фази
- потоки 1-ї фази
- - - - - → потоки 2-ї фази

Рисунок 3.3 – Схема для визначення дальньої конфліктної точки

Перша фаза ($v_{a1} = 50$, $l_1 = 11$):

$$t_{n1} = \frac{50}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(11 + 5)}{50} = 2,9 \text{ с.}$$

Друга фаза ($v_{a2} = 50$, $l_2 = 22$):

$$t_{n2} = \frac{50}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(22 + 5)}{50} = 3,7 \text{ с.}$$

Приймаємо $t_{n1} = 3$ с, $t_{n2} = 4$ с.

Протягом проміжних тактів пішоходи, які раніше переходили дорогу, також завершать свій перехід.

Максимальний час, необхідний для пішохода:

$$t_{ni(nui)} = \frac{B_{nui}}{(4 \cdot v_{nui})}, \quad (3.6)$$

де $t_{ni(nui)}$ - тривалість у проміжного такту з умов закінчення руху пішоходів (с);

B_{nui} - ширина частини дороги для пересікання пішоходами у i -й фазі (м);

v_{nui} - швидкість пішоходів (м/с).

Перша фаза ($B_{nui} = 7$):

$$t_{n1(nui)} = 7 / (4 \cdot 1,3) = 1,3 \text{ с.}$$

$t_{n1(nui)} = 1,3 < t_{n1} = 3$, залишаємо тривалість 3 с.

Друга фаза ($B_{nui} = 14$):

$$t_{n2(nui)} = 14 / (4 \cdot 1,3) = 2,7 \text{ с.}$$

$t_{n2(nш)} = 2,7 < t_{n2} = 4$, залишаємо тривалість 4с.

Загальний час для проміжних тактів (T_n , с):

$$T_n = \sum_{i=1}^n t_{ni}, \quad (3.7)$$

де n - загальна кількість фаз.

$$T_n = 3 + 4 = 7 \text{ с.}$$

Час циклу (T_u , с):

$$T_u = \frac{1,5 \cdot T_n + 5}{1 - Y}, \quad (3.8)$$

де Y - сума всіх фазових коефіцієнтів:

$$Y = \sum_{j=1}^n y_j, \quad (3.9)$$

де y_j - фазовий коефіцієнт для визначення тривалості фази;

Тривалість фази 1 визначається напрямком 3 (потік N4).

Таким чином: $y_I = y_3 = 0,26$.

Тривалість фази 2 визначається напрямком 5 (потік N7).

Таким чином $y_{II} = y_5 = 0,33$.

$$Y = 0,26 + 0,33 = 0,59,$$

$$T_u = \frac{1,5 \cdot 7 + 5}{1 - 0,59} = 38 \text{ с.}$$

Тривалість для основних тактів (t_{oi} , с):

$$t_{oj} = \frac{(T_u - T_n) y_j}{Y}, \quad (3.10)$$

$$t_{oi} = \frac{(38 - 7) 0,26}{0,59} = 14 \text{ с.}$$

$$t_{oII} = \frac{(38 - 7) 0,33}{0,59} = 17 \text{ с.}$$

Всі отримані значення зведемо до табл. 3.3.

Перевіряємо тривалість тактів за умовами проходження пішоходів (t_{onui} , с):

$$t_{onui} = 5 + \frac{B_{nui}}{v_{nui}}, \quad (3.11)$$

Фаза 1: $B_{nui} = 7 \text{ м.}$

$$t_{onul} = 5 + 7 / 1,3 = 11 \text{ с.}$$

$t_{onul} < t_{oi}$, внаслідок цього коригування не потрібно.

Таблиця 3.3 – Отримані результати розрахунку для перехрестя

Показник	Напрямок				
	1	2	3	4	5
Номер фази	1	1	1	1	2
Розрахункова тривалість основного такту, с	14	14	14	14	17
Прийнята тривалість основного такту, с	14	14	14	14	17

Після розрахунку елементів циклу світлофора розроблено графік перемикання світлофорів (рис. 3.4). Номери світлофорів наведено на схемі розташування світлофорів (рис. 3.5).

Напрямок руху	Номер світлофору	Тривалість циклу	
		Фаза 1	Фаза 2
1, 2	2, 10		
3, 4	3, 9		
5	6, 12		
		14с	4с
			17с
			4с

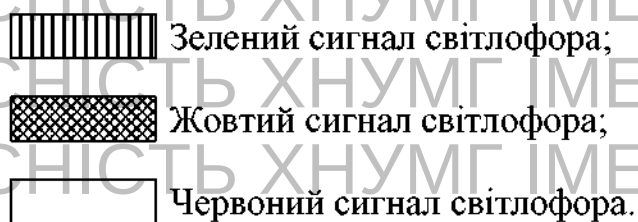


Рисунок 3.4 – Режими роботи світлофорів

ВИСНОВКИ

У першій частині аналізується поточна ситуація з пасажирськими перевезеннями. Чітко визначено об'єкт та зміст дослідження, а також проаналізовано існуючі методи організації перевезень. Крім того, описано параметри маршруту, та розраховано техніко-експлуатаційні показники маршруту.

На основі даних про пасажиропотік було розраховано необхідну кількість транспортних засобів для різного часу доби

Розрахунки показали, що для підвищення прибутковості маршруту та врахування пасажиропотоку кількість експлуатованих транспортних засобів необхідно збільшити з одного до двох. Через коригування частоти відправлення маршруту було розроблено розклад руху автобусів, а необхідну кількість водіїв — трьох — було визначено виходячи із загального місячного робочого часу. Для них також було складено місячний графік роботи.

Визначено параметри регулювання світлофорів на перехресті маршруту. Рекомендовано двух-фазне регулювання. Основні параметри циклу такі: перша фаза – 14 с, друга фаза – 17 с, тривалість циклу – 38 с.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ігнатенко О.С. Пасажирські перевезення / за ред. О.С. Ігнатенко – Київ: НТУ, 2017. – 284 с.
2. Маруніч В.С. Концепція логістики і пасажирські перевезення / М.М. Дмитрієв, Т.А. Воркут, В.С. Маруніч // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2012. – Вип. 26. – С. 72-77.
3. Ігнатенко О. С., Маруніч В. С., Дума І.М., Журавель В.В. Математичне моделювання міських пасажирських перевезень / О. С. Ігнатенко, В.С. Маруніч, І.М. Дума, В.В. Журавель // Проектування, виробництво, експлуатація автотранспортних засобів і поїздів. – Львів: Захід, наук, центр ТАУ, 1996. – Т. 1. – С. 38-43