

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 організації перевезень на
міському автобусному маршруті з добовим обсягом
перевезень 8762 пасажирів**

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

Приходько К. В.

Керівник Понкратов Д. П.

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)
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к.т.н., проф. Куш Є. І.

“ ” 2026 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Приходько Катерині Віталіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Проектування організації перевезень на міському автобусному маршруті з добовим обсягом перевезень 8762 пасажирів

керівник кваліфікаційної роботи Понкратов Денис Павлович, д.т.н., доц.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 22.05.2026 року № 440-03

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 10.06.26

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи у додатку до завдання на кваліфікаційну роботу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Вибір параметрів організації перевезень 2. Розробка розкладу руху

3. Організація дорожнього руху на перехресті маршруту

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Епюра пасажиропотоку. Діаграма зміни обсягу перевезень. Діаграма зміни кількості автобусів. Графік руху автобусів. Схема організації дорожнього руху на перехресті. Схема пофазного роз'їзду

6. Консультанти розділів кваліфікаційної 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 22.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	Вибір параметрів організації перевезень	22.05.26 – 30.05.26	
2.	Розробка розкладу руху	31.05.26 – 5.06.26	
3.	Організація дорожнього руху на перехресті маршруту	6.06.26 – 10.06.26	

Студент

(підпис)

Приходько К. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Понкратов Д. П.

(прізвище та ініціали)

Додаток

до завдання на кваліфікаційну роботу

Таблиця 1 – Пасажирообмін зупинних пунктів у годину «пік»

Номер зупинного пункту	Прямий напрямок		Номер зупинного пункту	Зворотний напрямок	
	Кількість пасажирів, що увійшло у транспортний засіб, пас.	Кількість пасажирів, що вийшло з транспортного засобу, пас.		Кількість пасажирів, що увійшло у транспортний засіб, пас.	Кількість пасажирів, що вийшло з транспортного засобу, пас.
1	457	0	10	251	0
2	84	11	9	49	12
3	56	22	8	42	28
4	72	35	7	37	32
5	38	28	6	31	21
6	37	39	5	29	38
7	24	42	4	23	42
8	14	56	3	16	48
9	11	88	2	12	56
10	0	472	1	0	213

Таблиця 2 – Довжина перегонів маршруту

Номер перегону	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
Довжина перегону, км	0,95	0,88	1,12	1,05	0,72	0,88	1,17	0,87	1,16

Таблиця 3 - Параметри маршруту

Показники	Значення
Експлуатаційна швидкість, км/год	20
Технічна швидкість, км/год	23,9
Відстань нульового пробігу, км	3,8
Максимально допустимий інтервал руху, хв.	20
Коефіцієнт дефіциту транспортних засобів	1

Таблиця 4 - Зміна обсягу перевезень пасажирів на маршруті

Місяць	Зміна обсягу перевезень пасажирів на маршруті, пас.		
	2023	2024	2025
Січень	262249	289126	320771
Лютий	262758	262368	247598
Березень	249785	277185	291443
Квітень	276748	266937	289792
Травень	276748	278617	270148
Червень	270134	302547	323751
Липень	251311	246024	249759
Серпень	232997	246803	272281
Вересень	273187	305966	295397
Жовтень	273187	256837	263929
Листопад	260977	283694	280655
Грудень	278783	269760	282519

Таблиця 5 - Коефіцієнти добової нерівномірності пасажиропотоку

Години доби	6 ⁰⁰ -7 ⁰⁰	7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	10 ⁰⁰ -11 ⁰⁰	11 ⁰⁰ -12 ⁰⁰	12 ⁰⁰ -13 ⁰⁰	13 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	14 ⁰⁰ -15 ⁰⁰	15 ⁰⁰ -16 ⁰⁰	16 ⁰⁰ -17 ⁰⁰	17 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	18 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	19 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	20 ⁰⁰ -21 ⁰⁰	21 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	22 ⁰⁰ -23 ⁰⁰	23 ⁰⁰ -00 ⁰⁰
Коефіцієнт нерівномірності	0,28	0,84	1	0,81	0,56	0,48	0,39	0,41	0,53	0,72	0,97	0,85	0,74	0,58	0,38	0,27	0,16	0,11

Таблиця 6 – Характеристики дорожнього руху на перехресті

Номер підходу до перехрестя	1			2		
Кількість смуг руху, од.	2			2		
Ширина першої смуги руху (другої), м	3,6 (3,4)			3,6 (3,4)		
Напрямок руху	1-2	1-3	1-4	2-1	2-4	2-3
Інтенсивність руху, авт./год	1032	111	328	937	97	288
Інтенсивність пішохідних потоків, пас./год	265			174		
Номер підходу до перехрестя	3			4		
Кількість смуг руху, од.	2			2		
Ширина першої смуги руху (другої), м	3,6 (3,4)			3,6 (3,4)		
Напрямок руху	3-4	3-2	3-1	4-3	4-1	4-2
Інтенсивність руху, авт./год	746	85	174	856	92	201
Інтенсивність пішохідних потоків, пас./год	98			63		

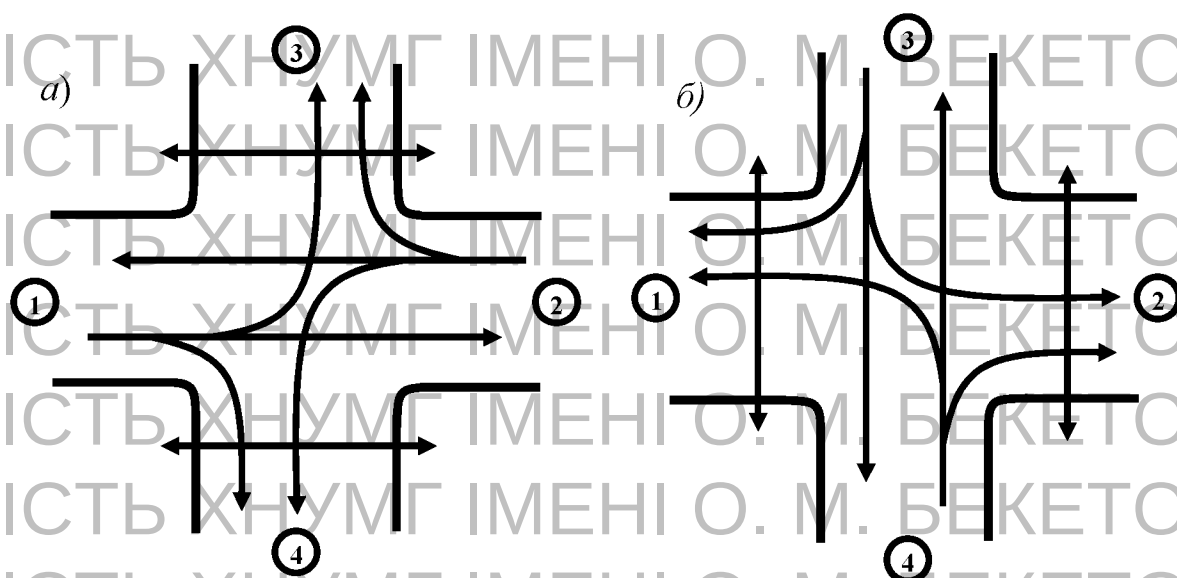


Рисунок 1 – Існуюча схема пофазного розізду:

а) I фаза; б) II фаза.

Таблиця 7 – Характеристики існуючого циклу світлофорного регулювання

Номер фази	1	2
Час основного такту, с	45	35
Час проміжного такту, с	4	4
Час циклу, с	88	

Студент _____

(підпис)

Керівник роботи _____

(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота налічує 65 сторінок пояснювальної записки, 11 ілюстрацій, 12 таблиць, 9 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: міський автобусний маршрут з добовим обсягом 8762 пасажирів.

Метою роботи є розробка заходів щодо організації перевезень на міському автобусному маршруті з добовим обсягом перевезень 8762 пасажирів.

Метод дослідження: аналітичний.

У кваліфікаційній роботі для здійснення перевезень обґрунтовано використання автобусів Електрон А185 необхідна кількість яких складає 6 одиниць. З урахуванням обраної марки автобусів розроблено маршрутний розклад руху, який забезпечує виконання запланованого обсягу перевезень із дотриманням нормативних вимог щодо режимів праці та відпочинку водіїв. Для підвищення безпеки та ефективності дорожнього руху на перехресті маршруту запропоновано заходи з удосконалення організації руху, розроблено двофазну схему світлофорного регулювання з циклом 81 с, що дозволило зменшити середню затримку транспортних засобів з 18,55 с до 17,34 с, тобто на 1,22 с.

Рекомендації з впровадження: розробки можуть бути застосовані при вирішенні завдань організації перевезень міських пасажирських перевезень.

МІСЬКІ ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ,
МАРШРУТНИЙ РОЗКЛАД, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ,
СВІТЛОФОРНЕ РЕГУЛЮВАННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
Розділ 1 ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	10
1.1 Завдання організації перевезень на міських автобусних маршрутах.....	10
1.2 Визначення маршрутних пасажиропотоків.....	17
1.3 Вибір марки автобусів.....	21
1.4 Розрахунок характеристик перевізного процесу.....	27
1.5 Прогнозування обсягів перевезень на маршруті.....	32
1.6 Висновки по розділу.....	33
Розділ 2 РОЗРОБКА РОЗКЛАДУ РУХУ.....	35
2.1 Визначення потрібної кількості автобусів.....	35
2.2 Побудова графіку роботи водіїв та автобусів.....	39
2.3 Розробка маршрутного розкладу.....	41
2.4 Висновки по розділу.....	47
Розділ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ МАРШРУТУ.....	48
3.1 Розташування технічних засобів організації дорожнього руху на перехресті.....	48
3.2 Розробка схеми пофазного роз'їзду.....	49
3.3 Розрахунок параметрів роботи світлофорної сигналізації на перехресті.....	52
3.4 Висновки по розділу.....	60
ВИСНОВКИ.....	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	65

					ННІЕІТІ ТСЛ ТТ 2022-І ТТ XXX...Х ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка		
Розроб.		Приходько К.В.					
Перевір.		Понкратов Д.П.					
Н. контр.		Бурко Д.Л.					
Затв.		Куш Є.І.					
					Літера	Аркуш	Аркушів
					о п у	8	65
					ХНУМГ		

ВСТУП

Міський пасажирський транспорт є невід'ємною складовою транспортної системи сучасного міста, оскільки забезпечує рухливість населення, доступність об'єктів прикладення праці, соціальної інфраструктури та ефективне функціонування міського господарства. Серед різних видів громадського транспорту автобусні перевезення займають провідне місце завдяки своїй гнучкості, відносно невисоким витратам на організацію перевезень та можливості швидкого пристосування до змін транспортного попиту.

Зростання рівня автомобілізації населення, нерівномірність розподілу пасажиропотоків у просторі та часі, збільшення навантаження на вулично-дорожню мережу зумовлюють необхідність удосконалення організації роботи міських автобусних маршрутів. Рациональна організація перевезень дозволяє забезпечити належну якість транспортного обслуговування населення, скоротити витрати часу пасажирів на пересування, підвищити безпеку дорожнього руху та покращити економічні показники роботи перевізників.

Важливим завданням під час організації перевезень на міських автобусних маршрутах є визначення параметрів їх роботи, дослідження пасажиропотоків, вибір типу та кількості рухомого складу, розробка раціонального розкладу руху. Вирішення цих завдань сприяє підвищенню рівня транспортного обслуговування населення та забезпеченню стабільної роботи міської транспортної системи.

РОЗДІЛ 1

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Завдання організації перевезень на міських автобусних маршрутах

Організація перевезень пасажирів на міських автобусних маршрутах є складним багатокомпонентним процесом, що охоплює сукупність технічних, організаційних та управлінських заходів, спрямованих на забезпечення якісного транспортного обслуговування населення. Основною метою цих заходів є створення умов для своєчасного, безпечного, комфортного та доступного пересування мешканців міста, а також підвищення ефективності використання ресурсів транспортної системи. Ефективність організації автобусних перевезень значною мірою залежить від обґрунтованості прийнятих рішень щодо формування маршрутної мережі, вибору параметрів роботи рухомого складу, узгодження транспортної пропозиції з фактичним попитом на перевезення та впровадження сучасних методів управління транспортним процесом [1-7].

В умовах постійного зростання рухомості населення, зміни структури транспортного попиту та збільшення навантаження на вулично-дорожню мережу особливого значення набуває комплексний підхід до організації роботи міських автобусних маршрутів. Такий підхід передбачає проведення детального аналізу умов функціонування маршруту, дослідження пасажирських кореспонденцій, визначення раціональних параметрів роботи транспортних засобів та реалізацію заходів, спрямованих на підвищення рівня транспортного обслуговування населення [2, 4].

До основних завдань, які вирішуються в процесі організації міських автобусних перевезень, належать [1-7]:

- дослідження та аналіз пасажиропотоків з метою встановлення закономірностей формування попиту на перевезення;
- обґрунтування вибору типу та марки автобусів відповідно до умов експлуатації маршруту та характеристик пасажиропотоків;
- розрахунок необхідної кількості рухомого складу;
- формування графіків і розкладів руху;
- удосконалення організації та регулювання дорожнього руху на маршруті шляхом впровадження технічних і організаційних заходів, спрямованих на підвищення швидкості руху та безпеки перевезень.

Усі зазначені завдання є взаємопов'язаними та формують єдину систему організації перевізного процесу. Результати виконання кожного з них слугують вихідною інформацією для реалізації наступних етапів, що забезпечує комплексність та послідовність прийняття управлінських рішень. Узагальнену послідовність виконання зазначених завдань та перелік основних операцій, що здійснюються під час організації міських автобусних перевезень, наведено на рис. 1.1.

Етап обстеження пасажиропотоків є початковим та одним із найважливіших у процесі організації перевезень пасажирів на міських автобусних маршрутах. Його метою є отримання достовірної інформації про обсяги, структуру та закономірності переміщення пасажирів, що надалі використовується для прийняття обґрунтованих рішень щодо організації роботи маршруту [2, 4].

На цьому етапі насамперед здійснюється вибір методів обстеження, які забезпечують отримання необхідних даних про пасажиропотоки. Залежно від поставлених завдань можуть застосовуватися табличний, талонний, анкетний, автоматизований методи обліку або їх поєднання. Обраний метод має забезпечувати необхідну точність результатів та відповідати умовам функціонування маршруту [2, 4].

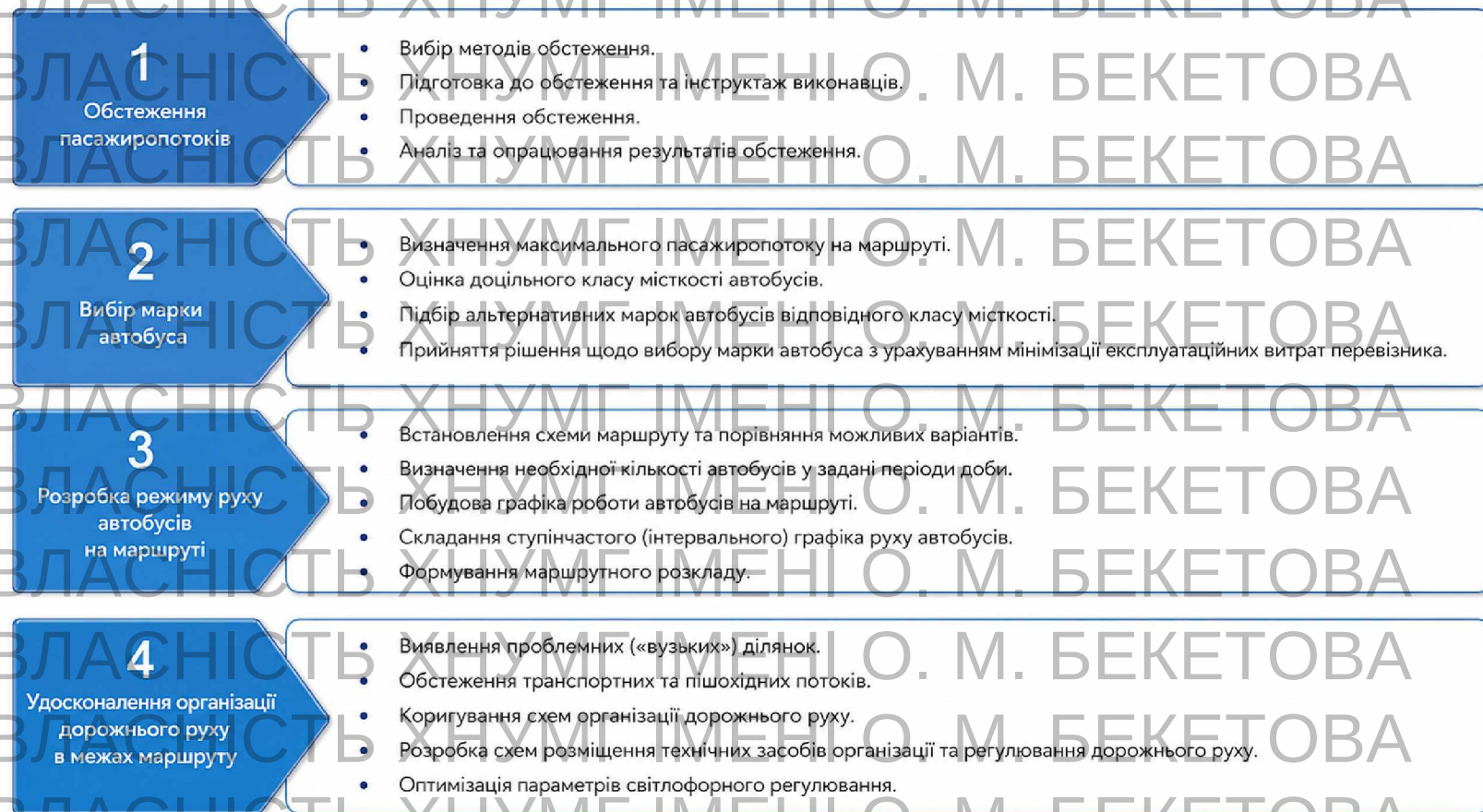


Рисунок 1.1 – Схема організації перевезень на міському автобусному маршруті

Після визначення методу виконується підготовка обстеження та інструктаж виконавців. На цьому етапі розробляються форми облікової документації, визначаються місця та час проведення спостережень, формується склад виконавців і проводиться їхнє навчання щодо правил збору інформації та заповнення облікових матеріалів [2, 4].

Наступним кроком є безпосереднє проведення обстеження, під час якого фіксуються показники роботи маршруту: кількість пасажирів, що входять і виходять на зупинках, наповнення транспортних засобів, нерівномірність перевезень за напрямками руху та періодами доби. Зібрані дані повинні відображати реальні умови функціонування маршруту в характерні дні роботи [2, 4].

Завершальною стадією є аналіз та опрацювання результатів обстеження. Отримані дані систематизуються, перевіряються на повноту та достовірність, після чого визначаються основні характеристики пасажиропотоків: максимальні та середні обсяги перевезень, коефіцієнти нерівномірності, пасажирообмін на зупинках, коефіцієнти заповнення рухомого складу та інші показники. Результати аналізу є вихідною інформацією для вибору типу автобусів, визначення їх кількості, розробки режимів руху та формування розкладу роботи маршруту [2, 4].

Етап вибору марки автобуса спрямований на забезпечення відповідності характеристик рухомого складу потребам пасажирських перевезень на маршруті. Правильно обраний автобус дозволяє забезпечити необхідний рівень комфорту пасажирів, раціонально використовувати транспортні ресурси та мінімізувати витрати перевізника на виконання транспортної роботи [2, 5].

Першочергово здійснюється визначення максимального пасажиропотоку на маршруті. На основі результатів обстеження пасажиропотоків встановлюються найбільш завантажені ділянки маршруту та години пікового навантаження. Саме ці показники визначають вимоги до

пасажиромісткості автобусів і є основою для подальшого вибору рухомого складу.

Наступним кроком проводиться оцінка доцільного класу місткості автобусів. Відповідно до величини пасажиропотоку визначається необхідність використання автобусів малого, середнього, великого або особливо великого класу. При цьому враховуються умови експлуатації маршруту, інтенсивність руху, характеристики вулично-дорожньої мережі, інтервали руху та вимоги щодо якості обслуговування пасажирів [2, 5].

Після визначення класу місткості здійснюється підбір альтернативних марок автобусів відповідного класу. Для аналізу розглядаються кілька моделей транспортних засобів, які відповідають встановленим вимогам за місткістю, технічними характеристиками, рівнем комфорту, екологічними показниками та експлуатаційною надійністю. Також враховується доступність сервісного обслуговування та запасних частин [2, 5].

Завершальним етапом є прийняття рішення щодо вибору марки автобуса з урахуванням мінімізації експлуатаційних витрат перевізника. Порівнюються показники витрат на паливо, технічне обслуговування, ремонт, амортизацію та інші складові собівартості перевезень. Оптимальною вважається марка автобуса, яка забезпечує необхідну якість транспортного обслуговування при найменших сумарних витратах на виконання перевезень [2, 5].

Розробка режиму руху автобусів є одним із ключових етапів організації пасажирських перевезень, оскільки саме на цьому етапі визначаються параметри функціонування маршруту, які забезпечують відповідність пропозиції транспортних послуг фактичному попиту населення. Рационально сформований режим руху дозволяє підвищити якість обслуговування пасажирів, скоротити час очікування транспорту та забезпечити ефективне використання рухомого складу [1, 3, 6, 7].

Першочергово здійснюється встановлення схеми маршруту та порівняння можливих варіантів його проходження. Аналізуються існуючі та альтернативні траси руху з урахуванням розміщення житлових районів, об'єктів тяжіння пасажирів, характеристик вулично-дорожньої мережі та умов безпеки дорожнього руху. За результатами аналізу обирається найбільш раціональний варіант маршруту, який забезпечує максимальне охоплення пасажиропотоків при мінімальних витратах часу на поїздку [4].

Наступним кроком проводиться визначення необхідної кількості автобусів у задані періоди доби. Для цього враховуються обсяги пасажиропотоків, тривалість рейсу, інтервали руху та пасажиромісткість обраних транспортних засобів. Особлива увага приділяється годинам пік, коли потреба в рухомому складі є найбільшою [4, 5, 7].

На основі отриманих результатів виконується побудова графіка роботи автобусів на маршруті. Визначаються час початку та завершення роботи маршруту, тривалість рейсів, час простою на кінцевих зупинках, а також режими праці та відпочинку водіїв відповідно до чинних нормативних вимог [4, 5, 7].

Після цього здійснюється складання ступінчастого (інтервального) графіка руху автобусів. Графік формується таким чином, щоб інтервали руху відповідали змінам пасажиропотоку протягом доби. У періоди максимального попиту інтервали скорочуються, а в міжпікові години можуть збільшуватися, що дозволяє забезпечити раціональне використання транспортних засобів [4, 5, 7].

Завершальним етапом є формування маршрутного розкладу руху. Розклад містить точний час відправлення автобусів з початкових і кінцевих пунктів маршруту та є основним документом, який регламентує роботу маршруту. Він повинен забезпечувати регулярність руху, зручність для пасажирів та ефективну організацію перевізного процесу [4, 5, 7].

Етап удосконалення організації дорожнього руху в межах маршруту спрямований на підвищення ефективності функціонування автобусного сполучення, скорочення часу поїздки пасажирів, покращення безпеки дорожнього руху та забезпечення стабільності виконання розкладу.

Реалізація цього етапу дозволяє усунути чинники, що негативно впливають на швидкість і регулярність руху автобусів [8, 9].

Насамперед здійснюється виявлення проблемних («вузьких») ділянок маршруту. До таких ділянок можуть належати перевантажені перехрестя, місця концентрації дорожньо-транспортних пригод, ділянки з недостатньою пропускнуою спроможністю або місця виникнення заторів. Їх виявлення дає змогу визначити основні причини затримок руху автобусів та розробити заходи щодо їх усунення [8, 9].

Наступним етапом є обстеження транспортних і пішохідних потоків. Під час дослідження визначаються інтенсивність та склад транспортного потоку, напрямки руху транспортних засобів, характеристики пішохідного руху, а також взаємний вплив різних учасників дорожнього руху. Отримані результати є основою для прийняття обґрунтованих рішень щодо вдосконалення організації дорожнього руху [8, 9].

На основі проведеного аналізу виконується коригування схем організації дорожнього руху. За необхідності змінюються режими руху транспортних засобів, напрямки руху по смугах, порядок виконання маневрів на перехрестях, а також запроваджуються додаткові заходи для підвищення пропускнуої спроможності вулично-дорожньої мережі [8, 9].

Важливим складником цього етапу є розробка схем розміщення технічних засобів організації та регулювання дорожнього руху. Визначаються місця встановлення дорожніх знаків, напрямних пристроїв, дорожньої розмітки, світлофорних об'єктів та інших технічних засобів, які забезпечують безпечний та впорядкований рух транспортних і пішохідних потоків [8, 9].

Важливим заходом є оптимізація параметрів світлофорного регулювання. Для цього аналізуються існуючі режими роботи світлофорів, визначаються тривалості фаз та циклів регулювання, а також можливості координації роботи світлофорних об'єктів уздовж маршруту. Оптимізація світлофорного регулювання сприяє зменшенню затримок транспортних засобів, підвищенню середньої швидкості сполучення та покращенню умов руху громадського транспорту [8, 9].

Таким чином, удосконалення організації дорожнього руху в межах маршруту є важливим етапом підвищення ефективності роботи автобусного сполучення. Реалізація відповідних заходів дозволяє забезпечити більш стабільне виконання розкладу руху, скоротити час поїздки пасажирів, підвищити рівень безпеки дорожнього руху та покращити якість транспортного обслуговування населення.

1.2 Визначення маршрутних пасажиропотоків

Аналіз пасажиропотоків є важливим етапом організації перевезень, оскільки дозволяє оцінити рівень завантаження маршруту та визначити потребу в рухомому складі. Для кількісної оцінки обсягів перевезень визначається величина пасажиропотоку, яка характеризує число пасажирів, що перевозяться через певний переріз маршруту за встановлений проміжок часу. Розрахунок цього показника виконується за наступною формулою:

$$F_{i-j} = F_{(i-1)-(j-1)} + Q_{\text{в}i} - Q_{\text{з}i}, \quad (1.1)$$

де $F_{(i-1)-(j-1)}$ - пасажиропотік на попередньому перегоні, пас./год;

$Q_{\text{в}i}, Q_{\text{з}i}$ - кількість пасажирів, що здійснюють посадку та висадку на i -ій зупинці, пас./год.

Пасажиропотік на перегоні 1–2:

$$F_{1-2} = 457 \text{ пас./год.}$$

Пасажиропотік на перегоні 2–3:

$$F_{2-3} = 457 + 84 - 11 = 530 \text{ пас./год.}$$

Результати проведених розрахунків наведено у табл. 1.1 та зображено на рис. 1.2.

Таблиця 1.1 – Результати проведених розрахунків пасажиропотоків та транспортної роботи на перегонах маршруту

Прямий напрямок				Зворотний напрямок			
Перегін	Довжина перегону, км	Пасажиропотік, пас./год	Транспортна робота, пас. км	Перегін	Довжина перегону, км	Пасажиропотік, пас./год	Транспортна робота, пас. км
1-2	0,95	457	434,2	10-9	1,16	251	291,2
2-3	0,88	530	466,4	9-8	0,87	288	250,6
3-4	1,12	564	631,7	8-7	1,17	302	353,3
4-5	1,05	601	631,1	7-6	0,88	307	270,2
5-6	0,72	611	439,9	6-5	0,72	317	228,2
6-7	0,88	609	535,9	5-4	1,05	308	323,4
7-8	1,17	591	691,5	4-3	1,12	289	323,7
8-9	0,87	549	477,6	3-2	0,88	257	226,2
9-10	1,16	472	547,5	2-1	0,95	213	202,4
Сума	8,80	4984	4855,7	Сума	8,80	2532	2469,1

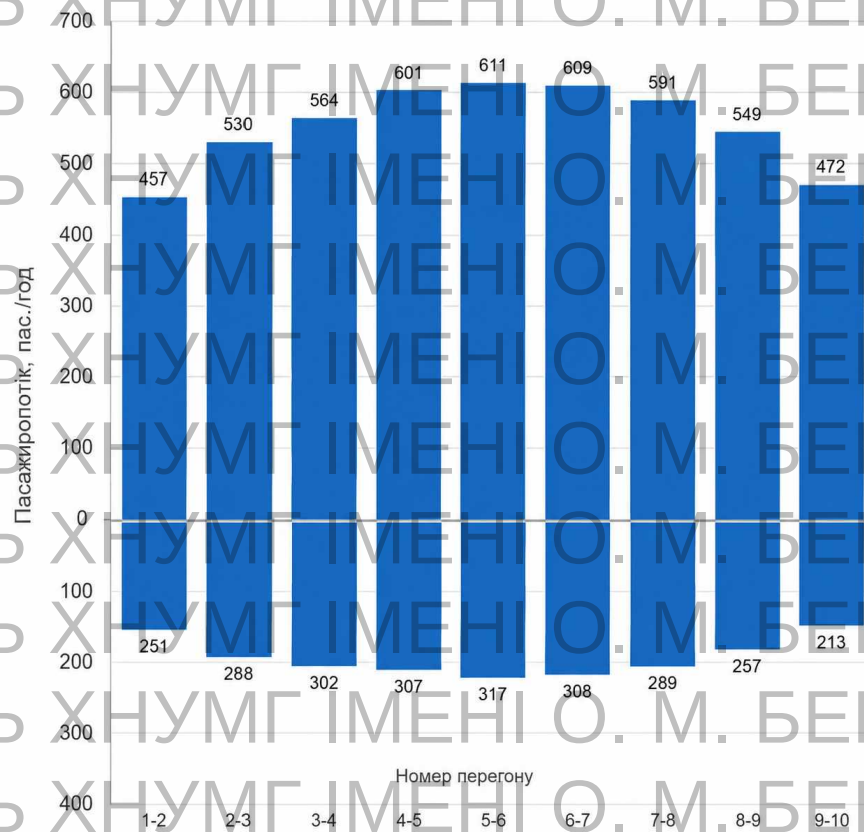


Рисунок 1.2 – Пасажиропотоки на маршруті

Встановлюємо значення максимального пасажиропотоку:

$$F_{\max} = \max\{457; 530; 564; 601; 611; 609; 591; 549; 472; \dots 213\} = 611 \text{ пас./год.}$$

Отже, максимальний пасажиропотік становить 611 пас./год (перегін 5-6).

Розраховуємо обсяг перевезень:

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_{ei} = \sum_{i=1}^n Q_{zi}. \quad (1.2)$$

Для прямого напрямку:

$$Q = 457 + 84 + 56 + 72 + 38 + 37 + 24 + 14 + 11 = 793 \text{ пас.}$$

Для зворотного напрямку:

$$Q = 251 + 49 + 42 + 37 + 31 + 29 + 23 + 16 + 12 = 490 \text{ пас.}$$

Загальний обсяг перевезень:

$$Q = 793 + 490 = 1283 \text{ пас.}$$

Розраховуємо транспортну роботу:

$$W_{i-j} = F_{i-j} \cdot l_{i-j}, \quad (1.3)$$

де l_{i-j} - довжина перегону $i-j$, км.

Для перегону 1-2:

$$W_{1-2} = 0,95 \cdot 457 = 434,2 \text{ пас. км.}$$

Результати інших розрахунків наведені у табл. 1.1.

Транспортна робота у прямому напрямку:

$$W = 434,2 + 466,4 + 631,7 + 631,1 + 439,9 + 535,9 + 691,5 + 477,6 + \\ + 547,5 = 4855,7 \text{ пас. км.}$$

Транспортна робота у зворотному напрямку:

$$W = 291,2 + 250,6 + 353,3 + 270,2 + 228,2 + 323,4 + 323,7 + 226,2 + \\ + 202,4 = 2469,1 \text{ пас. км.}$$

Загальна транспортна робота:

$$W = 4855,7 + 2469,1 = 7324,8 \text{ пас. км.}$$

Далі переходимо до вибору марки автобусу для здійснення перевезень.

1.3 Вибір марки автобусів

Відповідно до отриманого значення потужності пасажиропотоку, яке становить 611 пас./год, для ефективного обслуговування маршруту доцільно застосовувати автобуси великого класу пасажиромісткості [2]. Використання транспортних засобів цієї категорії дозволяє забезпечити належний рівень транспортного обслуговування населення, раціонально використовувати рухомий склад та мінімізувати експлуатаційні витрати перевізника.

З огляду на зазначені умови та з метою подальшого техніко-економічного порівняння варіантів організації перевезень, як альтернативні моделі рухомого складу для роботи на маршруті обрано автобуси марок Електрон А185 та Еталон А122.10. Дані транспортні засоби мають близькі експлуатаційні характеристики, проте відрізняються за показниками пасажиромісткості, витратою палива, вартістю експлуатації та технічними параметрами. Основні характеристики обраних автобусів наведено в табл.

1.2, що дає змогу здійснити їх подальший аналіз і визначити найбільш доцільний варіант для використання на досліджуваному маршруті.

Таблиця 1.2 – Характеристика альтернативних марок автобусів

Показник	Електрон А185	Еталон А122.10
Пасажиромісткість автобуса, пас.	105	102
Тарифна ставка водія, грн./год	205,78	205,78
Норма відррахувань на соціальне страхування, %	37,5	37,5
Витрата палива, л/100 км	34	32,5
Експлуатаційна швидкість, км/год	20	20
Вартість палива, грн./л	82,76	82,76
Норматив відррахувань на мастильні матеріали, %	10,2	10,2
Норма відррахувань на технічне обслуговування і ремонт, грн./1000 км	6532	7085
Кількість коліс автобуса, од.	6	6
Вартість шини, грн.	8360	8360
Норма відррахувань на реновацію шин, %	3	3
Експлуатаційний пробіг шин, км	70000	70000
Кількість днів роботи маршруту, днів	365	365
Середній час у наряді, год	8	8
Норма відррахувань на амортизацію, %	40	40
Вартість автобуса, грн.	8656300	10500000
Годинна ставка управлінського персоналу, грн/год.	205,36	205,36
Норматив відррахувань на накладні витрати, %	20	20

Для подальшого порівняння ефективності використання обраних марок рухомого складу необхідно визначити величину експлуатаційних витрат на одну годину роботи автобуса на маршруті. Цей показник характеризує сукупні витрати перевізника, пов'язані з виконанням транспортної роботи, та враховує витрати на паливо, оплату праці водія, технічне обслуговування і ремонт, амортизацію рухомого складу, а також інші експлуатаційні витрати.

Розрахунок погодинних експлуатаційних витрат дає можливість оцінити економічну доцільність використання кожної з розглянутих моделей автобусів та обрати найбільш ефективний варіант для обслуговування маршруту. Для автобусів марок Електрон А185 та Еталон А122.10 величину експлуатаційних витрат за одну годину роботи на маршруті визначаємо за такою формулою:

$$З_{год} = 3П_в + B_n + B_m + B_{ТОир} + B_{ш} + B_a + B_{yn} + B_n, \quad (1.4)$$

де $3П_в$ – витрати на заробітну платню водія, грн./год;

B_n – витрати на паливо, грн./год;

B_m – витрати на мастильні матеріали, грн./год;

$B_{ТОир}$ – витрати на технічне обслуговування і ремонт, грн./год;

$B_{ш}$ – витрати на шини, грн./год;

B_a – амортизаційні відрахування, грн./год;

B_{yn} – витрати на заробітну платню управлінського персоналу, грн./год;

B_n – накладні витрати, грн./год.

Проводимо розрахунок для автобусу Електрон А185.

Витрати на заробітну платню водія:

$$3П_в = Г_{тс} \cdot \left(1 + \frac{C_{стр}}{100} \right), \quad (1.5)$$

де $Г_{тс}$ – годинна тарифна ставка водія, грн./год;

$C_{стр}$ – норма відрахувань на соціальне страхування, %.

$$3П_{\phi} = 205,78 \cdot \left(1 + \frac{37,5}{100} \right) = 282,95 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо:

$$B_n = \frac{H_{100} \cdot V_e \cdot B_{1л}}{100}, \quad (1.6)$$

де H_{100} – витрата палива на 100 км пробігу, л/100 км;

V_e – експлуатаційна швидкість, км/год;

$B_{1л}$ – вартість палива, грн. /л.

$$B_n = \frac{34 \cdot 20 \cdot 82,76}{100} = 562,77 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали:

$$B_m = \frac{B_n \cdot C_m}{100}, \quad (1.7)$$

де C_m – норматив відрахувань на мастильні матеріали, %.

$$B_m = \frac{562,77 \cdot 10,2}{100} = 57,40 \text{ грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування та ремонт автобусів:

$$B_{TOiP} = \frac{H_{TOiP} \cdot V_e}{1000}, \quad (1.8)$$

де H_{TOiP} – норма відрахувань на технічне обслуговування та ремонт автобусів, грн./1000 км.

$$B_{TOiP} = \frac{6532 \cdot 20}{1000} = 130,64 \text{ грн.}$$

Витрати на шини:

$$B_{ш} = \frac{n_{ш} \cdot B_{ш} \cdot H_{ш} \cdot L_e}{100 \cdot 1000 \cdot D_p \cdot T_n}, \quad (1.9)$$

де $n_{ш}$ – кількість коліс, од.;

$B_{ш}$ – вартість шини, грн.;

$H_{ш}$ – норма відрахувань на шини, %;

L_e – експлуатаційний пробіг шин, км;

D_p – календарні дні роботи, дн.;

T_n – середній час у наряді.

$$B_{ш} = \frac{6 \cdot 8360 \cdot 3 \cdot 70000}{100 \cdot 1000 \cdot 365 \cdot 8} = 36,07 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію:

$$B_a = \frac{H_a \cdot Ц_б}{100 \cdot D_p \cdot T_n}, \quad (1.10)$$

де H_a – норма відрахувань на амортизацію, %;

$Ц_б$ – вартість автобусу, грн.

$$B_a = \frac{40 \cdot 8656300}{100 \cdot 365 \cdot 8} = 1185,79 \text{ грн.}$$

Витрати на заробітну платню управлінського персоналу:

$$B_{yn} = I_{mc} \cdot \left(1 + \frac{C_{cmp}}{100}\right), \quad (1.11)$$

де I_{mc} – годинна тарифна ставка управлінського персоналу, грн./год.

$$B_{yn} = 205,36 \cdot (1 + 37,5/100) = 282,37 \text{ грн.}$$

Накладні витрати розраховуємо за формулою:

$$B_n = \frac{(3P_{\epsilon} + B_n + B_m + B_{TOiP} + B_{ui} + B_a + B_{yn}) \cdot C_n}{100}, \quad (1.12)$$

де C_n – норматив відрахувань на накладні витрати, %.

$$B_n = \frac{(282,95 + 562,77 + 57,40 + 130,64 + 36,07 + 1185,79 + 282,37)}{100} = 507,60 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати для автобусів Електрон А185 дорівнюють:

$$3_{\text{год}} = 282,95 + 562,77 + 57,40 + 130,64 + 36,07 + 1185,79 + 282,37 + 507,60 = 3045,60 \text{ грн.}$$

Аналогічні розрахунки виконуємо для автобусів марки Еталон А122.10. Отримані результати наведено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Експлуатаційні витрати для альтернативних марок автобусів

Стаття витрат	Марки автобусів	
	Електрон А185	Еталон А122.10
Витрати на заробітну платню водія, грн./год	282,95	282,95
Витрати на наливо, грн./год	562,77	537,94
Витрати на мастильні матеріали, грн./год	57,40	54,87
Витрати на технічне обслуговування та ремонт автобусів, грн./год	130,64	141,70
Витрати на шини, грн./год	36,07	36,07
Амортизаційні відрахування, грн./год	1185,79	1438,36
Витрати на заробітну платню управлінського персоналу, грн./год	282,37	282,37
Накладні витрати, грн./год	507,60	554,85
Експлуатаційні витрати, грн./год	3045,60	3329,11

Результати проведених розрахунків свідчать, що найбільш економічно доцільним варіантом для обслуговування маршруту є використання автобусів марки Електрон А185. Отримані значення показують, що сумарні експлуатаційні витрати для даного рухомого складу є нижчими порівняно з альтернативним варіантом, що забезпечує зменшення витрат перевізника на виконання транспортної роботи.

1.4 Розрахунок характеристик перевізного процесу

Для визначення необхідної кількості рухомого складу та організації роботи маршруту важливим є розрахунок часу оборту автобуса. Даний

показник характеризує тривалість виконання автобусом повного циклу руху, який включає проходження маршруту в прямому та зворотному напрямках, а також час простою на кінцевих зупинках, необхідний для підготовки до наступного рейсу. Величина часу оборту безпосередньо впливає на інтервал руху транспортних засобів, продуктивність роботи автобусів та якість транспортного обслуговування пасажирів.

Час оборту автобусів на маршруті визначаємо за такою формулою:

$$t_{об} = \frac{2 \cdot l_m}{V_e}, \quad (1.13)$$

де l_m - довжина маршруту, км;

V_e - експлуатаційна швидкість, км/год.

$$t_{об} = \frac{2 \cdot 8,8}{20} = 0,88 \text{ год} = 53 \text{ хв.}$$

На підставі даних щодо часу оборту виконуємо розрахунок потрібної кількості автобусів:

$$A = \frac{F_{\max} \cdot t_{об}}{q_n}, \quad (1.14)$$

де q_n - пасажиромісткість автобусів, пас.

$$A = \frac{611 \cdot 0,88}{105} = 6 \text{ од.}$$

Інтервал руху:

$$I_{пл} = \frac{t_{об}}{A}, \quad (1.15)$$

$$I_{пл} = \frac{53}{6} = 8,8 \text{ хв.}$$

Середня відстань поїздки пасажирів:

$$l_{cp} = \frac{W}{Q}. \quad (1.16)$$

Прямий напрямок:

$$l_{cp} = \frac{4855,7}{793} = 6,12 \text{ км.}$$

Зворотний напрямок:

$$l_{cp} = \frac{2469,1}{490} = 5,04 \text{ км.}$$

Визначаємо динамічний коефіцієнт заповнення:

$$\gamma_{\partial} = \frac{t_{об} W}{I_{м} q_{п} A}. \quad (1.17)$$

Прямий напрямок:

$$\gamma_{\partial} = \frac{0,88 \cdot 4855,7}{8,80 \cdot 105,6} = 0,771.$$

Зворотний напрямок:

$$\gamma_{\partial} = \frac{0,88 \cdot 2469,1}{8,80 \cdot 105,6} = 0,392.$$

Визначаємо статичний коефіцієнт заповнення:

$$\gamma_{\sigma} = \frac{t_{об} \sum_{i=1}^n F_{ij}}{n A q_n}. \quad (1.18)$$

де n - кількість перегонів, од.

Прямий напрямок:

$$\gamma_{\sigma} = \frac{0,88 \cdot 4984}{9 \cdot 6 \cdot 105} = 0,774.$$

Зворотний напрямок:

$$\gamma_{\sigma} = \frac{0,88 \cdot 2532}{9 \cdot 6 \cdot 105} = 0,393.$$

Визначаємо коефіцієнт змінюваності:

$$\eta = \frac{l_m}{l_{cp}} \times \frac{\gamma_{\partial}}{\gamma_{\sigma}}. \quad (1.19)$$

Прямий напрямок:

$$\eta = \frac{8,8}{6,12} \times \frac{0,771}{0,774} = 1,43.$$

Зворотний напрямок:

$$\eta = \frac{8,8}{5,04} \times \frac{0,392}{0,393} = 1,74.$$

На підставі отриманих результатів будемо табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Параметри організації перевезень на маршруті

№ п/п	Показники	Напрямок руху	
		прямий	зворотний
1	Обсяг перевезень, пас.	1283	490
2	Довжина маршруту, км	8,8	
3	Експлуатаційна швидкість, км/год	20	
4	Час оберту, хв.	53	
5	Пасажиромісткість, пас.	105	
6	Марка автобусу	Електрон А185	
7	Максимальний пасажиропотік, пас/год	611	
8	Потрібна кількість автобусів, од.	6	
9	Плановий інтервал руху, хв.	8,8	
10	Транспортна робота, пас. км	7324,8	
		4855,7	2469,1
11	Середня відстань поїздки пасажирів, км	6,12	5,04
12	Динамічний коефіцієнт заповнення	0,771	0,392
13	Статичний коефіцієнт заповнення	0,774	0,393
14	Коефіцієнт змінюваності	1,43	1,74

Далі проводимо прогнозування обсягів перевезень на маршруті у 2026 році.

1.5 Прогнозування обсягів перевезень на маршруті

Для прогнозування майбутніх обсягів перевезень пасажирів використано можливості табличного процесора Microsoft Excel, який дозволяє виконувати аналіз часових рядів та будувати прогнозні моделі на основі наявних статистичних даних. Застосування інструментів прогнозування дало змогу визначити очікувану динаміку зміни обсягів перевезень на перспективний період та оцінити тенденції розвитку пасажирських перевезень на досліджуваному маршруті.

Отримані результати прогнозування відображають очікувані значення обсягів перевезень пасажирів у плановому періоді та наведені в табл. 1.5. Для наочного представлення виявлених тенденцій прогнозні дані також подано у графічному вигляді на рис. 1.3, що дозволяє візуально оцінити характер зміни пасажиропотоків та перспективи їх подальшого розвитку.

Таблиця 1.5 – Прогнозовані обсяги перевезень

Місяці	Обсяг перевезень, пас.			
	2023	2024	2025	Прогноз (2026 р.)
Січень	262249	289126	320771	301209
Лютий	262758	262368	247598	273541
Березень	249785	277185	291443	288183
Квітень	276748	266937	289792	279112
Травень	276748	278617	270148	290668
Червень	270134	302547	323751	303587
Липень	251311	246024	249759	265393
Серпень	232997	246803	272281	257146
Вересень	273187	305966	295397	306674
Жовтень	273187	256837	263929	281810
Листопад	260977	283694	280655	289502
Грудень	278783	269760	282519	299001
Сума	3168865	3285864	3388042	3435828



Рисунок 1.3 – Графік зміни обсягів перевезень та прогнозовані значення

Аналіз результатів прогнозування свідчить про наявність тенденції до зростання обсягів пасажирських перевезень на досліджуваному маршруті. Згідно з побудованою прогнозною моделлю, у 2026 році очікується збільшення кількості перевезених пасажирів на 47786 осіб порівняно з попереднім періодом, що відповідає приросту на 1,41 %. Отримані результати вказують на стабільне підвищення попиту на транспортні послуги.

Прогнозоване зростання пасажиропотоку необхідно враховувати під час планування роботи маршруту, оскільки воно може вплинути на потребу в рухомому складі, інтервали руху та загальну організацію перевізного процесу. Таким чином, результати прогнозування можуть бути використані як інформаційна база для прийняття управлінських рішень, спрямованих на забезпечення належної якості транспортного обслуговування в майбутньому.

1.6 Висновки по розділу

1. Проведено аналіз теоретичних аспектів організації пасажирських перевезень та визначено послідовність виконання основних етапів

транспортного процесу, що включають обстеження пасажиропотоків, вибір рухомого складу, розробку розкладу руху та удосконалення організації дорожнього руху по трасі маршруту.

2. У результаті розрахунку маршрутних пасажиропотоків встановлено, що максимальна потужність пасажиропотоку становить 611 пас./год на перегоні 5–6. Загальний обсяг перевезень дорівнює 1283 пас., а сумарна транспортна робота маршруту становить 7324,8 пас.км.

3. На підставі величини максимального пасажиропотоку для обслуговування маршруту обрано автобуси великого класу пасажиромісткості. Для техніко-економічного порівняння розглянуто альтернативні марки автобусів Електрон А185 та Еталон А122.10. За результатами розрахунків встановлено, що сумарні експлуатаційні витрати автобуса Електрон А185 становлять 3045,60 грн/год, що є меншим показником порівняно з автобусом Еталон А122.10, для якого величина витрат дорівнює 3329,11 грн/год. Це свідчить про економічну доцільність використання автобуса Електрон А185 на досліджуваному маршруті.

4. У ході розрахунку характеристик перевізного процесу визначено, що час оберту автобуса на маршруті становить 53 хвилини, а необхідна кількість рухомого складу для забезпечення перевезень — 6 автобусів. Розрахований плановий інтервал руху становить 8,8 хвилини, що забезпечує належний рівень транспортного обслуговування пасажирів.

5. Виконане прогнозування обсягів перевезень показало тенденцію до зростання попиту на транспортні послуги. Згідно з результатами прогнозу, у 2026 році очікується збільшення обсягу перевезень на 47786 пасажирів, або на 1,41 %. Отримані результати підтверджують необхідність подальшого вдосконалення організації перевезень та забезпечення відповідності параметрів роботи маршруту перспективним потребам населення.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА РОЗКЛАДУ РУХУ

2.1 Визначення потрібної кількості автобусів

Для розробки розкладу руху будемо використовувати графоаналітичний метод [4, 5, 7]. Графоаналітичний метод складання розкладу руху є одним із найбільш поширених способів планування роботи маршрутного пасажирського транспорту. Сутність методу полягає у поєднанні аналітичних розрахунків із графічним відображенням процесу руху транспортних засобів, що дає змогу наочно оцінити параметри функціонування маршруту та забезпечити раціональну організацію перевізного процесу.

Застосування графоаналітичного методу передбачає попереднє визначення основних характеристик роботи маршруту, зокрема часу обертів рухомого складу, кількості автобусів на маршруті, інтервалів руху, тривалості рейсів та режимів роботи водіїв. На основі отриманих розрахункових даних будується графік руху транспортних засобів, на якому відображаються моменти відправлення та прибуття автобусів на кінцеві зупинки, а також їх рух протягом усього періоду роботи маршруту.

На першому етапі проводимо розрахунок пасажиропотоку у різні періоди часу роботи маршруту:

$$F_{i-(i+1)} = F_{\text{тік}} \cdot K_{n(i-(i+1))}, \quad (2.1)$$

де $F_{i-(i+1)}$ – пасажиропотік у певний період часу роботи маршруту;

$F_{тик}$ - пасажиропотік у період пік (максимальний пасажиропотік на маршруті);

$K_{n(i-(i+1))}$ - коефіцієнт часової нерівномірності пасажиропотоків.

У період з 6:00 по 7:00:

$$F_{6:00-7:00} = 611 \cdot 0,28 = 171 \text{ пас./год.}$$

Результати проведених розрахунків для всіх досліджуваних періодів наведено в табл. 2.1.

Для окремих часових періодів визначаємо потрібну кількість автобусів:

$$A_{i-(i+1)} = \frac{F_{i-(i+1)} \cdot t_{об}}{q_n \cdot \gamma} \quad (2.2)$$

У період з 6:00 по 7:00:

$$A_{6:00-7:00} = \frac{171 \cdot 0,88}{105} = 2 \text{ од.}$$

Результати проведених розрахунків для всіх досліджуваних періодів наведено в табл. 2.1.

Визначаємо максимальну кількість автобусів на маршруті:

$$A_{\max} = A_{тик} \cdot K_o, \quad (2.3)$$

де $A_{тик}$ - максимальна розрахункова кількість автобусів;

K_o - коефіцієнт дефіциту транспортних засобів.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку потрібної кількості автобусів

Період часу	Коефіцієнт нерівномірності пасажиropотoku	Пасажиropотік, пас./год	Потрібна кількість автобусів, од.	Скореговане значення, од.	Інтервал руху, хв.
6:00 - 7:00	0,28	171	2	3	17,6
7:00 - 8:00	0,84	513	5	5	10,6
8:00 - 9:00	1	611	6	6	8,8
9:00 - 10:00	0,81	495	5	5	10,6
10:00 - 11:00	0,56	342	3	3	17,6
11:00 - 12:00	0,48	293	3	3	17,6
12:00 - 13:00	0,39	238	2	3	17,6
13:00 - 14:00	0,41	251	3	3	17,6
14:00 - 15:00	0,53	324	3	3	17,6
15:00 - 16:00	0,72	440	4	4	13,2
16:00 - 17:00	0,97	593	5	5	10,6
17:00 - 18:00	0,85	519	5	5	10,6
18:00 - 19:00	0,74	452	4	4	13,2
19:00 - 20:00	0,58	354	3	3	17,6
20:00 - 21:00	0,38	232	2	3	17,6
21:00 - 22:00	0,27	165	2	3	17,6
22:00 - 23:00	0,16	98	1	3	17,6
23:00 - 00:00	0,11	67	1	3	17,6

$$A_{\max} = 6 \cdot 1 = 6 \text{ од.}$$

Визначаємо мінімальну кількість автобусів:

$$A_{\min} = \frac{t_{\text{об}}}{I_{\max}}, \quad (2.4)$$

де $I_{\max}$ - максимально допустимий інтервал руху, хв.

$$A_{\min} = \frac{53}{20} = 3 \text{ од.}$$

З урахуванням отриманих значень мінімальної та максимальної потреби в рухомому складі здійснюється коригування фактичної кількості автобусів, що працюють на маршруті в різні періоди доби. Скориговані значення кількості автобусів для кожного часового періоду наведено в табл. 2.1. На основі результатів проведених розрахунків побудовано діаграму зміни пасажиропотоку (рис. 2.1), яка наочно відображає години максимального та мінімального навантаження на маршруті. Крім того, побудовано діаграму потрібної кількості автобусів (рис. 2.2), що характеризує зміну потреби в рухомому складі залежно від величини пасажиропотоку в окремі часові періоди.

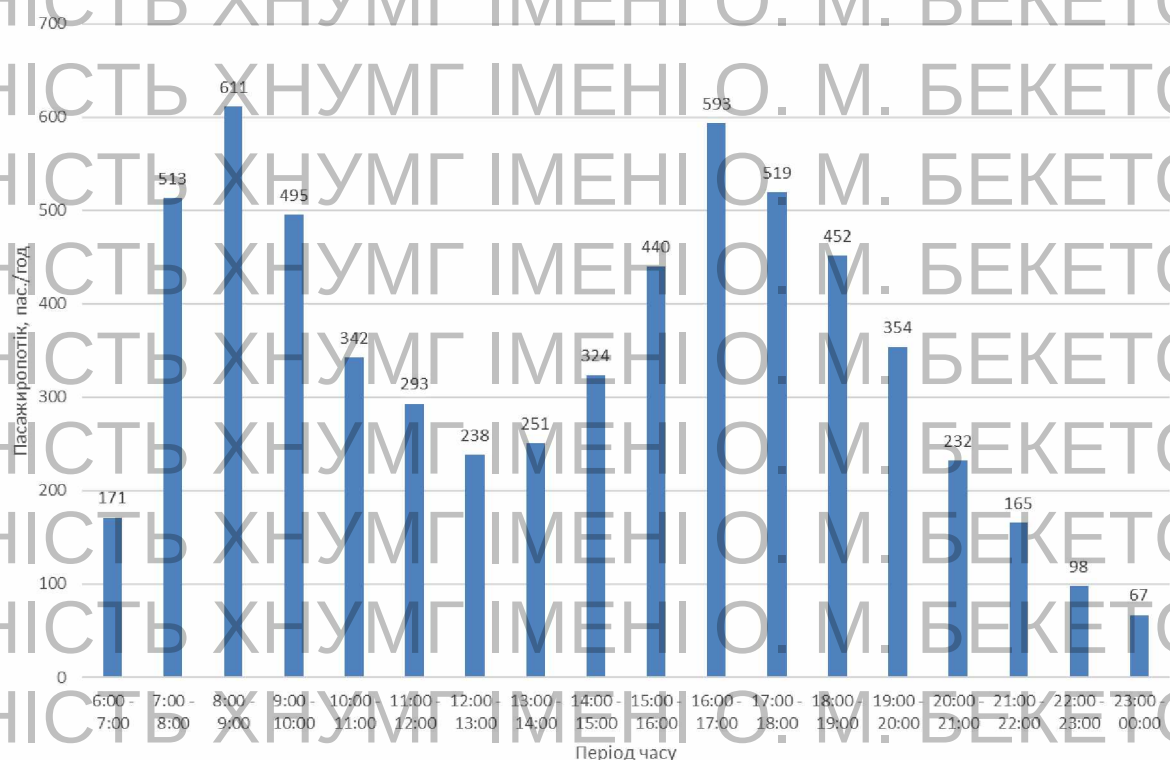


Рисунок 2.1 - Діаграма зміни пасажиропотоку у часі

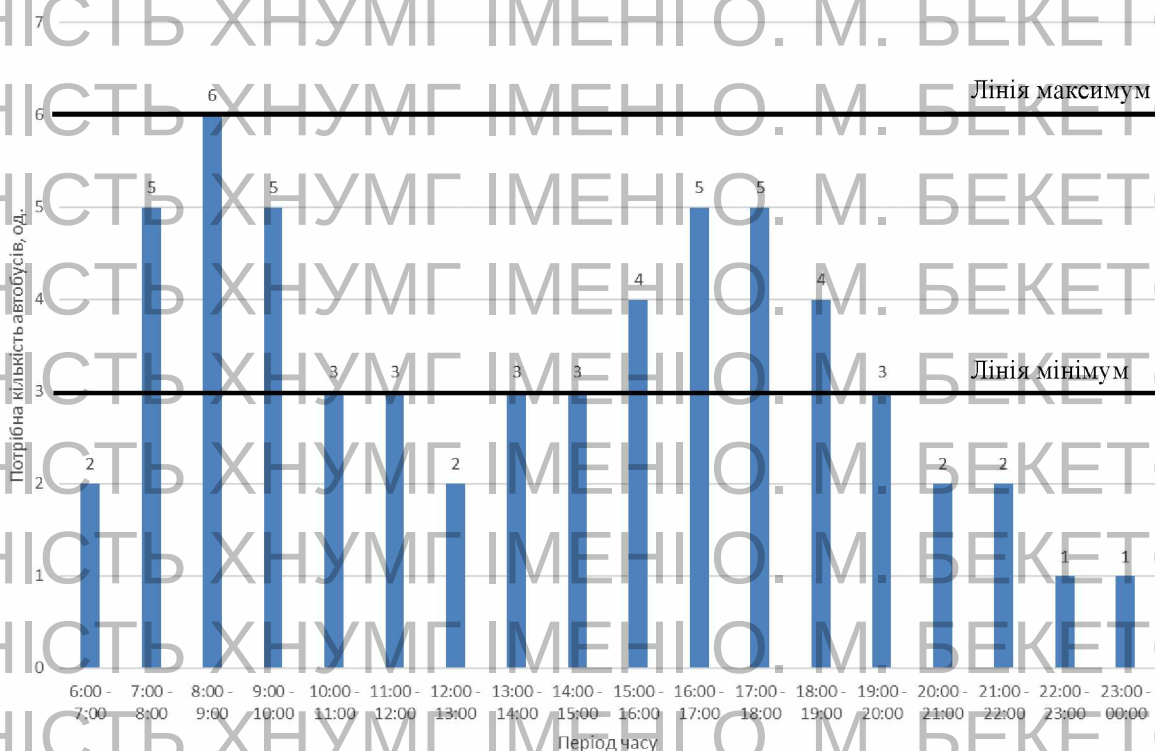


Рисунок 2.2 - Діаграма зміни кількості автобусів

Далі переходимо до побудови графіку роботи водіїв та автобусів на маршруті.

2.2 Побудова графіку роботи водіїв та автобусів

Розроблення графіка роботи водіїв і автобусів здійснюється відповідно до методики [4, 5, 7]. Під час формування графіка враховуються тривалість роботи маршруту, розрахункова кількість рухомого складу, зміна пасажиропотоків протягом доби, необхідність забезпечення встановлених інтервалів руху та дотримання вимог щодо режимів праці та відпочинку водіїв.

За результатами виконаних розрахунків та прийнятих організаційних рішень побудовано графік роботи водіїв і автобусів, який наведено на рис. 2.3.

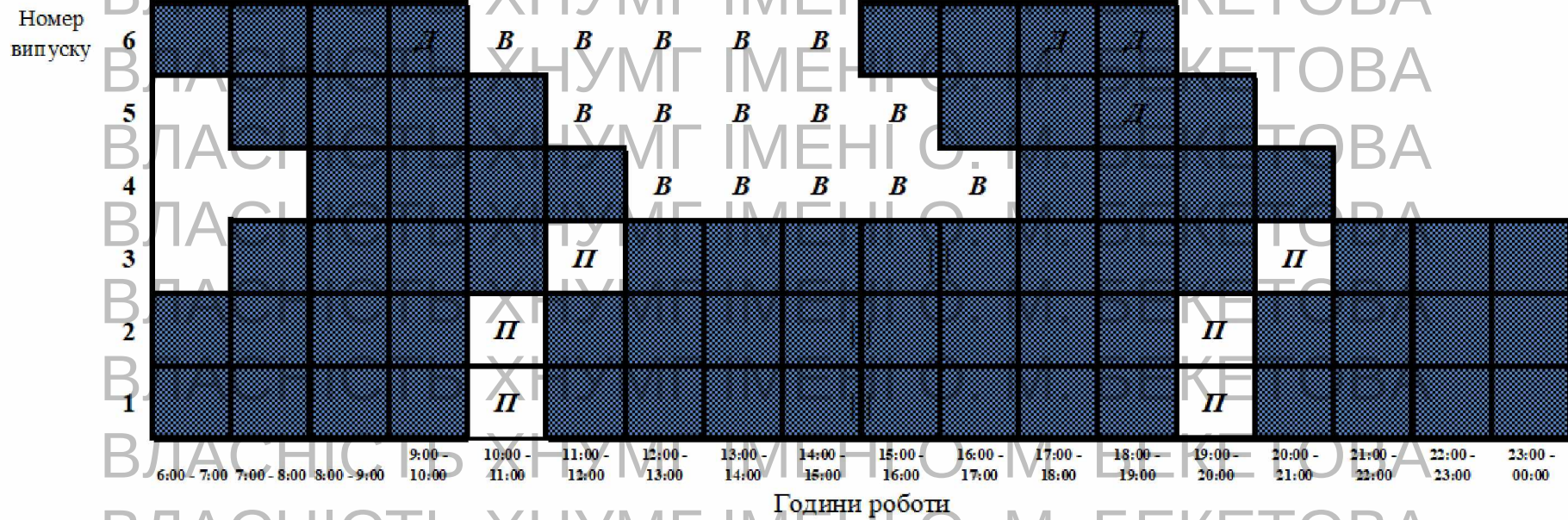


Рисунок 2.3 - Графік роботи водіїв та автобусів на маршруті

Для побудованого графіку визначаємо коефіцієнт ефективності:

$$K_{\text{еф}} = \frac{A\Gamma_{\text{пот}}}{A\Gamma_{\text{поб}}}, \quad (2.5)$$

де $A\Gamma_{\text{пот}}$ – автомобіле-години потрібні;

$A\Gamma_{\text{поб}}$ – автомобіле-години побудовані.

$$K_{\text{еф}} = \frac{71}{67} = 0,944.$$

Отримане значення коефіцієнта ефективності відповідає встановленим вимогам та перебуває в допустимих межах, що свідчить про раціональну організацію роботи водіїв і рухомого складу на маршруті.

Далі переходимо до складання маршрутного розкладу.

2.3 Розробка маршрутного розкладу

На підставі розробленого графіку роботи водіїв та автобусів на маршруті визначаємо інтервали руху в різні часові періоди:

$$I_{i-(i+1)} = \frac{t_{\text{об}}}{A_{i-(i+1)}}. \quad (2.6)$$

З 6:00 по 7:00 маршрутний інтервал дорівнює:

$$I_{6:00-7:00} = \frac{53}{3} = 17,6 \text{ хв.}$$

Інтервали руху в інші часові періоди наведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Інтервали руху автобусів на маршруті

Час	6:00 - 7:00	7:00 - 8:00	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00
Кількість автобусів, од.	3	5	6	6	3	3	3	3	3
Інтервал руху, хв.	17,6	10,6	8,8	8,8	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
Час	15:00 - 16:00	16:00 - 17:00	17:00 - 18:00	18:00 - 19:00	19:00 - 20:00	20:00 - 21:00	21:00 - 22:00	22:00 - 23:00	23:00 - 00:00
Кількість автобусів, од.	4	5	6	6	3	3	3	3	3
Інтервал руху, хв.	13,2	10,6	8,8	8,8	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6

З урахуванням визначених для окремих періодів доби інтервалів руху автобусів та відповідно до методики, наведеної в джерелах [4, 5, 7], здійснюється побудова стрічкового графіка руху автобусів на маршруті.

Побудований стрічковий графік руху автобусів наведено на рис. 2.4. На його основі розроблено маршрутний розклад руху, який містить інформацію щодо часу відправлення та прибуття автобусів на кінцеві зупинки маршруту протягом усього періоду роботи. Сформований маршрутний розклад наведено в табл. 2.3 і є завершальним етапом планування роботи маршруту, що забезпечує узгодження потреб пасажирів у перевезеннях із можливостями транспортного підприємства щодо їх виконання.

На підставі розкладу руху визначаємо час виїзду випусків з АТП:

$$t_{\text{виїзд}} = t_{\text{відпрк31}} - t_0, \quad (2.7)$$

Таблиця 2.3 - Маршрутний розклад

Випуск 1		Випуск 2		Випуск 3		Випуск 4		Випуск 5		Випуск 6	
К31	К32	К31	К32	К31	К32	К31	К32	К31	К32	К31	К32
6:00	6:26	6:17	6:44	6:53	7:19	7:46	8:12	7:14	7:40	6:35	7:01
7:03	7:30	7:24	7:51	7:54	8:21	8:39	9:05	8:12	8:39	7:35	8:01
8:03	8:30	8:21	8:47	8:47	9:14	9:32	9:58	9:05	9:32	8:30	8:56
8:56	9:23	9:14	9:40	9:49	10:16	10:25	10:51	10:07	10:33	9:23	9:49
9:49	П	10:07	П	10:42	П	11:18	В	11:00	В	10:16	В
10:42	11:09	11:00	11:26	11:18	11:44	16:36	17:02	15:53	16:20	15:03	15:29
11:35	12:02	11:53	12:19	12:11	12:37	17:29	17:55	16:53	17:20	16:04	16:30
12:28	12:55	12:46	13:12	13:04	13:30	18:22	18:48	17:46	18:13	17:02	17:29
13:21	13:48	13:39	14:05	13:57	14:23	19:15	19:41	18:57	19:23	17:55	18:22
14:14	14:41	14:32	14:58	14:50	15:16	20:08	К	19:50	К	18:48	К
15:07	Перезміна	15:25	Перезміна	15:43	Перезміна						
15:16	15:43	15:29	15:56	15:43	16:09						
16:14	16:41	16:25	16:51	16:44	17:11						
17:11	17:37	17:20	17:46	17:37	18:04						
18:04	18:30	18:13	18:39	18:39	19:06						
18:57	П	19:06	П	19:32	П						
19:32	19:59	19:50	20:16	20:08	20:34						
20:25	20:52	20:43	21:09	21:01	21:27						
21:18	21:45	21:36	22:02	21:54	22:20						
22:11	22:38	22:29	22:55	22:47	23:13						
23:04	23:31	23:22	23:48	23:40	К						
23:57	К	0:15	К								

де $t_{\text{відпр}K31}$ - час початку роботи автобуса на маршруті;

t_0 - час нульового пробігу.

Також визначаємо час заїзду автобусів до АТП:

$$t_{\text{заїзд}} = t_{\text{приб}K31} + t_0, \quad (2.8)$$

де $t_{\text{приб}K31}$ - час завершення роботи автобуса на маршруті.

Час нульового пробігу автобусів визначаємо:

$$t_0 = \frac{l_0 \cdot 60}{V_m}, \quad (2.9)$$

де l_0 - відстань нульового пробігу, км;

V_m - технічна швидкість автобусів, км/год.

$$t_0 = \frac{3,8 \cdot 60}{23,9} = 10 \text{ хв.}$$

Для автобуса першого випуску:

$$t_{\text{вийзд}} = 6:00 - 0:10 = 5:50 \text{ год.}$$

$$t_{\text{заїзд}} = 23:57 + 0:10 = 0:07 \text{ год.}$$

Для інших випусків проводимо аналогічні розрахунки (табл. 2.4).

Визначаємо час в наряді автобусів:

$$T_n = t_{\text{заїзд}} - t_{\text{виїзд}} - t_{\text{обід(відстій)}}, \quad (2.10)$$

де $t_{\text{обід(відстій)}}$ - час перерви (відстою автобусу), год.

Для автобусу першого випуску:

$$T_{n1} = 0:07 - 5:50 - (0:53 + 0:35) = 16:49 \text{ год.}$$

Для інших випусків проводимо аналогічні розрахунки (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Параметри часу роботи автобусів та водіїв на маршруті

Номер випуску			1	2	3	4	5	6
Час виїзду з АТП			5:50	6:07	6:43	7:36	7:04	6:25
Час заїзду до АТП			0:07	0:25	23:50	20:18	20:00	18:58
Час перерви або відстою	І зміна		0:53	0:53	0:35	4:58	4:53	4:47
	II зміна		0:35	0:44	0:35			
Час роботи на маршруті	І зміна (до відстою)	до перерви	3:49	3:49	3:49	3:32	3:46	3:40
		після перерви	4:25	4:25	4:25			
	II зміна (після відстою)	до перерви	3:40	3:36	3:49	3:32	3:56	3:45
		після перерви	4:25	4:25	3:32			
Час в наряді			16:49	16:40	15:56	7:24	8:02	7:46
Кількість обертів, од.			18	18	17	8	8	8

Аналіз табл. 2.4 показує, що маршрутний розклад забезпечує дотримання вимог щодо режимів праці та відпочинку водіїв.

2.4 Висновки по розділу

1. На основі аналізу зміни пасажиропотоку за часовими періодами визначено потребу в автобусах для кожного часового проміжку роботи маршруту. Встановлено, що максимальна кількість рухомого складу склала 6 одиниць, а мінімальна - 3 одиниці. З урахуванням цих обмежень виконано коригування кількості автобусів за періодами доби та визначено відповідні інтервали руху, які змінюються від 8,8 до 17,6 хвилини залежно від рівня попиту на перевезення.

2. Відповідно до встановленої потреби в рухомому складі розроблено графік роботи водіїв і автобусів. Оцінка його ефективності показала, що коефіцієнт ефективності становить 0,944. Таке значення відповідає встановленим вимогам та свідчить про раціональну організацію роботи рухомого складу і водіїв на маршруті.

3. На підставі побудованого графіка роботи сформовано маршрутний розклад руху автобусів, визначено час виїзду та заїзду транспортних засобів до АТП, тривалість роботи автобусів на маршруті, час перерв і відстоїв, а також кількість обертів для кожного випуску. Аналіз отриманих результатів підтвердив, що розроблений маршрутний розклад забезпечує виконання запланованого обсягу перевезень, дотримання нормативних вимог щодо режимів праці та відпочинку водіїв, а також ефективне використання рухомого складу протягом усього періоду роботи маршруту.

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ МАРШРУТУ

3.1 Розташування технічних засобів організації дорожнього руху на перехресті

Одним із важливих етапів проєктування заходів з удосконалення організації дорожнього руху є формування схеми розміщення технічних засобів організації дорожнього руху на перехресті. Така схема дозволяє комплексно представити взаємне розташування дорожніх знаків, світлофорних об'єктів, напрямних пристроїв і дорожньої розмітки, а також оцінити їх вплив на умови руху транспортних засобів і пішоходів. Розроблену схему наведено на рис. 3.1.

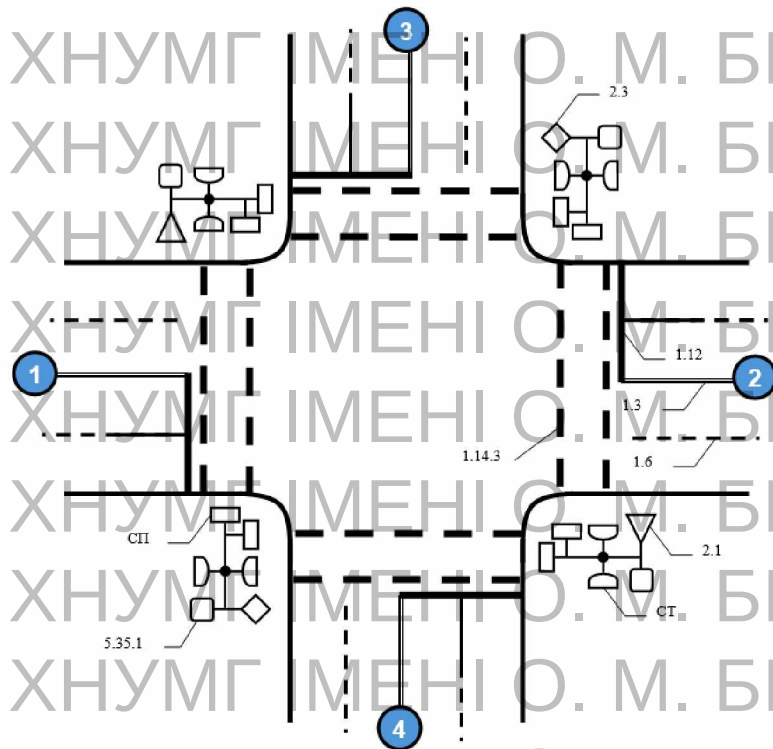


Рисунок 3.1 – Схема розташування технічних засобів організації дорожнього руху

На підставі розробленої схеми організації дорожнього руху (рис. 3.1) запропоновано комплекс заходів щодо технічного облаштування перехрестя. Проектними рішеннями передбачено встановлення світлофорного регулювання, нанесення відповідної горизонтальної дорожньої розмітки та розміщення дорожніх знаків, що в сукупності сприятимуть підвищенню безпеки дорожнього руху, зменшенню ймовірності виникнення конфліктних ситуацій та покращенню умов руху транспортних і пішохідних потоків.

3.2 Розробка схеми пофазного роз'їзду

Проводимо розроблення схеми фазового регулювання руху на перехресті, яка визначає послідовність пропуску транспортних і пішохідних потоків та забезпечує безпечне проходження конфліктних точок. Під час формування схеми фазового роз'їзду враховуються параметри транспортних потоків, їхня інтенсивність, структура та вимоги чинних нормативних документів. Розподіл транспортних та пішохідних потоків за напрямками представлений на рис. 3.2.

Відповідно до рекомендацій [8, 9], за умови, якщо інтенсивність лівоповоротного руху не перевищує 120 авт./год, організація окремої фази для виконання лівих поворотів є недоцільною. У такому випадку транспортні засоби, що здійснюють лівий поворот, можуть рухатися в межах основної фази регулювання без істотного впливу на пропускну здатність перехрестя та рівень безпеки дорожнього руху.

З урахуванням наведених вимог для досліджуваного перехрестя було сформовано схему пофазного роз'їзду транспортних потоків, яка відображає порядок зміни сигналів світлофора та черговість пропуску учасників дорожнього руху. Розроблені схеми пофазового регулювання наведено на рис. 3.3 та 3.4.

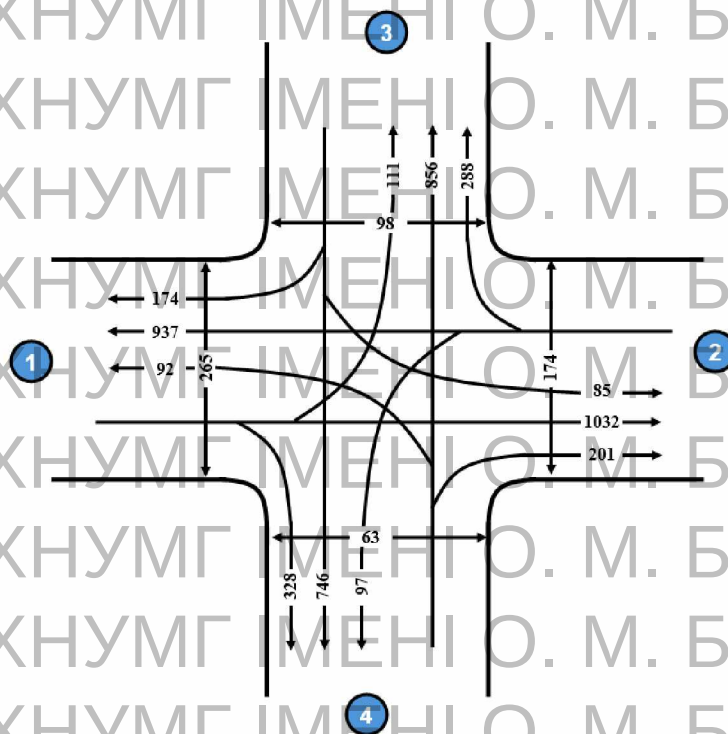


Рисунок 3.2 – Розподіл транспортних та пішохідних потоків за напрямками

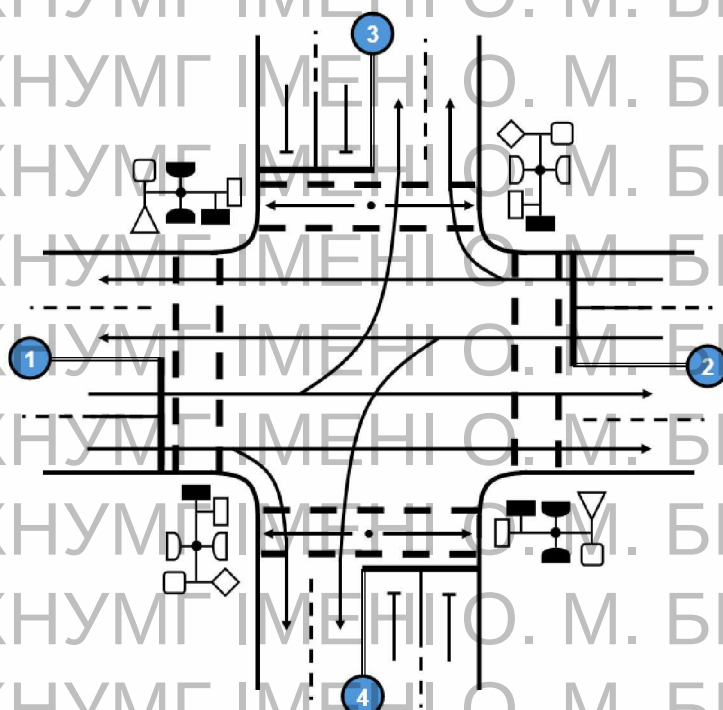


Рисунок 3.3 – Дозволені напрямки руху транспортних та пішохідних потоків у першій фазі регулювання

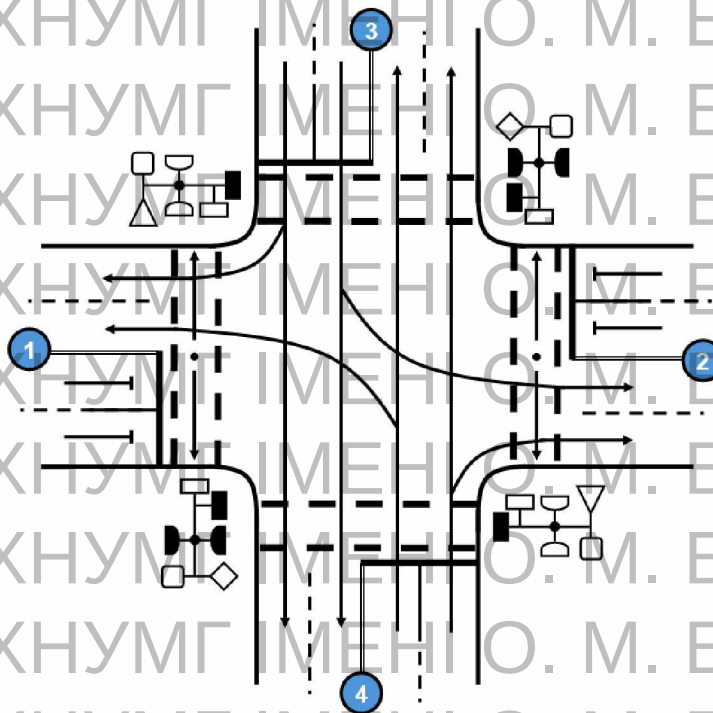


Рисунок 3.4 – Дозволені напрямки руху транспортних та пішохідних потоків у другій фазі регулювання

Після формування схеми пофазного роз'їзду здійснюється розрахунок параметрів роботи світлофornoї сигналізації на перехресті. Метою даного етапу є визначення оптимальної тривалості сигналів світлофора, що забезпечують ефективний рух транспортних і пішохідних потоків з урахуванням їхньої інтенсивності та структури. У процесі розрахунку встановлюються значення проміжних тактів, основних фаз та тривалості циклу регулювання, що дозволяє оцінити ефективність запропонованої організації дорожнього руху та забезпечити належний рівень безпеки учасників дорожнього руху.

3.3 Розрахунок параметрів роботи світлофорної сигналізації на перехресті

Метою даного етапу є визначення оптимальної тривалості сигналів світлофора, що забезпечують ефективний рух транспортних і пішохідних потоків з урахуванням їхньої інтенсивності та структури. У процесі розрахунку встановлюються значення проміжних тактів, основних фаз та тривалості циклу регулювання, що дозволяє оцінити ефективність запропонованої організації дорожнього руху та забезпечити належний рівень безпеки учасників дорожнього руху.

Для визначення параметрів роботи світлофорного об'єкта необхідно виконати розрахунок потоку насичення. Цей показник відображає граничну пропускну здатність смуги руху або групи смуг у період дії дозволяючого сигналу світлофора та використовується під час розрахунку тривалості фаз регулювання і циклу світлофорного керування. Розрахунок величини потоку насичення здійснюється за такою формулою:

$$M_{Hij} = 525 B_{ПЧ} K_i K_R K_C, \quad (3.1)$$

$B_{ПЧ}$ – ширина проїзної частини у напрямку, що розглядається, м;
 K_R , K_i , K_C – коефіцієнти зменшення потоку насичення внаслідок впливу повздовжнього ухилу, радіусу кривизни поворотних потоків та складу транспортних потоків.

При виконанні розрахунків приймається, що коефіцієнти K_R та K_i мають значення 1,0. Це свідчить про те, що умови руху на досліджуваному об'єкті не потребують внесення додаткових поправок до базових розрахункових параметрів. Коефіцієнт впливу складу транспортного потоку на потік визначаємо за такою формулою:

$$K_c = \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c}, \quad (3.2)$$

де a, b, c – відсоток автомобілів у потоці, що здійснюють рух прямо, ліворуч та відповідно праворуч, %.

$$M_{H1(1-2, 1-3, 1-4)} = 525 \cdot 7 \cdot (100 / (70,2 + 1,75 \cdot 7,5 + 1,25 \cdot 22,3)) = 3304 \text{ авт./год.}$$

$$M_{H1(2-1, 2-3, 2-4)} = 525 \cdot 7 \cdot (100 / (70,9 + 1,75 \cdot 7,3 + 1,25 \cdot 21,8)) = 3312 \text{ авт./год.}$$

$$M_{H2(3-1, 3-2, 3-4)} = 525 \cdot 7 \cdot (100 / (74,2 + 1,75 \cdot 8,5 + 1,25 \cdot 17,3)) = 3321 \text{ авт./год.}$$

$$M_{H2(4-1, 4-2, 4-3)} = 525 \cdot 7 \cdot (100 / (74,5 + 1,75 \cdot 8,0 + 1,25 \cdot 17,5)) = 3329 \text{ авт./год.}$$

На наступному етапі проводиться визначення фазових коефіцієнтів для кожної фази світлофорного регулювання. Фазовий коефіцієнт є важливим розрахунковим показником, який відображає співвідношення інтенсивності транспортного потоку до відповідного потоку насичення. Аналіз отриманих значень дозволяє оцінити рівень завантаження напрямків руху та обґрунтувати розподіл часу циклу регулювання між окремими фазами. Розрахунок фазових коефіцієнтів виконується за формулою::

$$Y_{ij} = \frac{N_{np\ ij}}{M_{H\ ij}}, \quad (3.3)$$

де $N_{np\ ij}$ – інтенсивність руху в j -ому напрямку в i -ій фазі регулювання, авт./год.

$$Y_{1(1-2, 1-3, 1-4)} = 1471/3304 = 0,445.$$

$$Y_{1(2-1, 2-3, 2-4)} = 1322/3312 = 0,399.$$

$$Y_{2(3-1, 3-2, 3-4)} = 1005/3321 = 0,303.$$

$$Y_{2(4-1, 4-2, 4-3)} = 1149/3329 = 0,345.$$

Розрахункові значення фазових коефіцієнтів визначаються за максимальними значеннями серед усіх напрямків руху, що входять до відповідної фази регулювання. Такий підхід забезпечує врахування найбільш завантаженого напрямку руху та дозволяє призначити достатню тривалість дозволяючого сигналу для пропуску транспортного потоку.

Для першої фази світлофорного регулювання максимальне значення фазового коефіцієнта становить 0,445, тому саме це значення приймається як розрахункове. Для другої фази найбільший фазовий коефіцієнт дорівнює 0,345, що також використовується в подальших розрахунках як розрахункове значення. На підставі отриманих результатів розрахунків виконується узагальнення визначених параметрів та формується табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку потоку насичення та фазових коефіцієнтів

Фаза регулювання	1		2	
Підхід до перехрестя	1	2	3	4
Інтенсивність руху, авт./год	1471	1322	1005	1149
Потік насичення, авт./год	3304	3312	3321	3329
Фазовий коефіцієнт	0,445	0,399	0,303	0,345
Розрахункові фазові коефіцієнти	0,445		0,345	

Наступним етапом розрахунку є визначення тривалості проміжного такту світлофорного регулювання. Проміжний такт призначений для забезпечення безпечного звільнення конфліктної зони перехрестя транспортними засобами перед наданням права руху потокам наступної фази. Розрахунок його тривалості здійснюється за такою формулою:

$$t_n = \frac{V_a}{7,2 \cdot a_t} + \frac{3,6 \cdot (l_j + l_a)}{V_a}, \quad (3.4)$$

де V_a – швидкість руху автомобілів при проїзді через перехрестя, км/год;

a_t – середнє сповільнення автомобілів при гальмуванні, м/с² (приймаємо $a_t = 4$ м/с²);

l_j – відстань між лінією «стоп» та найбільш дальньою конфліктною точкою перетинання транспортних потоків при змінюванні фаз світлофорного регулювання, м;

l_a – середня довжина автомобіля у транспортному потоці, м.

Тривалість проміжних тактів у 1-ій та 2-ій фазах дорівнює:

$$t_n = \frac{42}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot (15,4 + 5,3)}{42} = 4 \text{ с.}$$

Розраховуємо тривалість світлофорного циклу:

$$T_y = \frac{1,5 \cdot T_n + 5}{1 - Y}, \quad (3.5)$$

де T_n – сума проміжних тактів, с;

Y – сума розрахункових фазових коефіцієнтів.

$$T_n = \sum_{i=1}^K t_{ni}, \quad (3.6)$$

де k — кількість фаз регулювання у циклі.

$$T_n = 4 + 4 = 8 \text{ с.}$$

$$Y = \sum_{i=1}^K Y_i. \quad (3.7)$$

$$Y = 0,445 + 0,345 = 0,790.$$

$$T_y = \frac{1,5 \cdot 8 + 5}{1 - 0,790} = 81 \text{ с.}$$

Визначаємо час перетину пішоходами проїзної частини:

$$t_{nu} = 5 + \frac{B_{пч}}{V_{пш}}, \quad (3.8)$$

де $V_{пш}$ — швидкість руху пішоходів, м/с.

$$t_{nu(1,2)} = \frac{14}{1,3} + 5 = 16 \text{ с.}$$

$$t_{nu(3,4)} = \frac{14}{1,3} + 5 = 16 \text{ с.}$$

Визначаємо тривалість основних тактів:

$$t_{oi} = \frac{(T_y - T_n) \cdot Y_i}{Y}, \quad (3.9)$$

$$t_{o1} = \frac{(81 - 8) \cdot 0,445}{0,790} = 41 \text{ с.}$$

$$t_{o2} = \frac{(81 - 8) \cdot 0,345}{0,790} = 32 \text{ с.}$$

Виконуємо розрахунок середньої затримки автомобілів по перехрестю:

$$\bar{t}_{\Delta P} = \frac{\sum_{i=1}^K t_{\Delta Pj} \cdot N_j}{\sum_{i=1}^K N_j}, \quad (3.10)$$

де $t_{\Delta Pj}$ – середня затримка автомобілів, що рухаються в j -ому напрямку під час проїзду через перехрестя, с.

$$t_{\Delta Pj} = 0,9 \cdot \left[\frac{T_y \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - \lambda X_j)} + \frac{X_j^2}{2 N_j \cdot (1 - X_j)} \right], \quad (3.11)$$

де λ – відношення тривалості основного такту до тривалості циклу регулювання.

$$\lambda = \frac{t_{oi}}{T_y}. \quad (3.12)$$

$$\lambda_1 = 41/81 = 0,506; \lambda_2 = 32/81 = 0,395.$$

Наступним етапом розрахунку є визначення ступеня насичення для кожного напрямку руху. Цей показник характеризує рівень використання пропускної здатності смуги або групи смуг руху та дозволяє оцінити ефективність функціонування перехрестя в умовах існуючої інтенсивності транспортних потоків. Розрахунок ступеня насичення виконується за такою формулою:

$$X_j = \frac{N_j T_u}{M_{uj} t_{oj}}. \quad (3.13)$$

$$X_{1(1-2, 1-3, 1-4)} = \frac{1471 \cdot 81}{3304 \cdot 41} = 0,880.$$

$$X_{1(2-1, 2-3, 2-4)} = \frac{1322 \cdot 81}{3312 \cdot 41} = 0,788.$$

$$X_{2(3-1, 3-2, 3-4)} = \frac{1005 \cdot 81}{3321 \cdot 32} = 0,766.$$

$$X_{2(4-1, 4-2, 4-3)} = \frac{1149 \cdot 81}{3329 \cdot 32} = 0,874.$$

Середня затримка для напрямків руху 1-2, 1-3 та 1-4 дорівнює:

$$t_{\Delta Pj(1-2, 1-3, 1-4)} = 0,9 \cdot \left[\frac{81 \cdot (1 - 0,506)^2}{2 \cdot (1 - 0,506 \cdot 0,880)} + \frac{0,880^2}{2 \cdot 1471 \cdot (1 - 0,880)} \right] = 16,02 \text{ с.}$$

Затримки руху транспортних засобів для інших напрямків наведені у табл. 3.2.

Середня затримка по перехрестю при запропонованому циклі регулювання дорівнює:

$$\bar{t}_{\Delta P}^{**} = \frac{16,02 \cdot 1471 + 14,79 \cdot 1322 + 19,13 \cdot 1005 + 20,37 \cdot 1149}{1471 + 1322 + 1005 + 1149} = 17,34 \text{ с.}$$

Аналогічний розрахунок затримок руху виконуємо для існуючих параметрів світлофорного циклу. Результати розрахунків наведені у табл. 3.3.

Для оцінювання ефективності запропонованих параметрів регулювання виконується розрахунок зміни середньої затримки транспортних засобів на перехресті:

$$\Delta \bar{t} = \bar{t}_{\Delta P}^{*} - \bar{t}_{\Delta P}^{**}. \quad (3.14)$$

$$\Delta \bar{t} = 18,55 - 17,34 = 1,22 \text{ с.}$$

Таблиця 3.2 – Транспортні затримки (запропонований цикл регулювання)

Фаза світлофорного циклу	1		2	
Номер підходу до перехрестя	1	2	3	4
Тривалість основного такту, с	41		32	
Тривалість проміжного такту, с	4		4	
Тривалість світлофорного циклу, с	81			
Потік насичення, авт./год	3304	3312	3321	3329
Інтенсивність руху, авт./год	1471	1322	1005	1149
Відношення основного такту до тривалості світлофорного циклу	0,506	0,506	0,395	0,395
Ступінь насичення напрямку рухом	0,880	0,788	0,766	0,874
Середні затримки за напрямками руху, с	16,02	14,79	19,13	20,37
Середня затримка по перехрестю, с	17,34			

Таблиця 3.3 – Транспортні затримки (існуючий цикл регулювання)

Фаза світлофорного циклу	1		2	
Номер підходу до перехрестя	1	2	3	4
Тривалість основного такту, с	45		35	
Тривалість проміжного такту, с	4		4	
Тривалість світлофорного циклу, с	88			
Потік насичення, авт./год	3304	3312	3321	3329
Інтенсивність руху, авт./год	1471	1322	1005	1149
Відношення основного такту до тривалості світлофорного циклу	0,511	0,511	0,398	0,398
Ступінь насичення напрямку рухом	0,871	0,780	0,761	0,868
Середні затримки за напрямками руху, с.	17,05	15,74	20,60	21,94
Середня затримка по перехрестю, с	18,55			

Згідно з результатами проведених розрахунків, впровадження запропонованого режиму світлофорного регулювання сприятиме підвищенню ефективності організації дорожнього руху на перехресті. Зокрема, середня затримка транспортних засобів зменшиться на 1,22 с, що свідчить про покращення умов руху та раціональніший розподіл часу між фазами регулювання.

3.4 Висновки по розділу

1. Проведено розробку заходів з удосконалення організації дорожнього руху на перехресті. На основі аналізу існуючих умов руху розроблено схему розташування технічних засобів організації дорожнього руху, яка передбачає встановлення світлофорного регулювання, нанесення відповідної дорожньої розмітки та розміщення необхідних дорожніх знаків. Запропоновані технічні рішення спрямовані на впорядкування руху транспортних і пішохідних потоків, підвищення безпеки дорожнього руху та зменшення кількості конфліктних ситуацій на перехресті.

2. Відповідно до характеристик транспортних потоків розроблено двофазну схему світлофорного регулювання. Під час формування схеми пофазного роз'їзду враховано інтенсивності руху за напрямками та вимоги нормативних документів щодо організації дорожнього руху. Запропонована схема забезпечує безпечне та ефективне розділення конфліктних транспортних і пішохідних потоків.

3. У результаті проведених розрахунків визначено основні параметри роботи світлофорного об'єкта. Запропонована тривалість світлофорного циклу становить 81 с, з яких тривалість основних тактів становить 41 с та 32 с відповідно, а проміжних тактів – по 4 с.

4. Оцінювання ефективності запропонованого режиму регулювання показало, що середня затримка транспортних засобів на перехресті зменшується з 18,55 с до 17,34 с. Таким чином, скорочення середньої затримки становить 1,22 с, що свідчить про підвищення ефективності функціонування перехрестя та покращення умов руху транспортних засобів.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз теоретичних аспектів організації пасажирських перевезень та визначено послідовність виконання основних етапів транспортного процесу, що включають обстеження пасажиропотоків, вибір рухомого складу, розробку розкладу руху та удосконалення організації дорожнього руху по трасі маршруту.

2. У результаті розрахунку маршрутних пасажиропотоків встановлено, що максимальна потужність пасажиропотоку становить 611 пас./год на перегоні 5–6. Загальний обсяг перевезень дорівнює 1283 пас., а сумарна транспортна робота маршруту становить 7324,8 пас.км.

3. На підставі величини максимального пасажиропотоку для обслуговування маршруту обрано автобуси великого класу пасажиромісткості. Для техніко-економічного порівняння розглянуто альтернативні марки автобусів Електрон А185 та Еталон А122.10. За результатами розрахунків встановлено, що сумарні експлуатаційні витрати автобуса Електрон А185 становлять 3045,60 грн/год, що є меншим показником порівняно з автобусом Еталон А122.10, для якого величина витрат дорівнює 3329,11 грн/год. Це свідчить про економічну доцільність використання автобуса Електрон А185 на досліджуваному маршруті.

4. У ході розрахунку характеристик перевізного процесу визначено, що час оберту автобуса на маршруті становить 53 хвилини, а необхідна кількість рухомого складу для забезпечення перевезень – 6 автобусів. Розрахований плановий інтервал руху становить 8,8 хвилини, що забезпечує належний рівень транспортного обслуговування пасажирів.

5. Виконане прогнозування обсягів перевезень показало тенденцію до зростання попиту на транспортні послуги. Згідно з результатами прогнозу, у 2026 році очікується збільшення обсягу перевезень на 47786 пасажирів, або

на 1,41 %. Отримані результати підтверджують необхідність подальшого вдосконалення організації перевезень та забезпечення відповідності параметрів роботи маршруту перспективним потребам населення.

6. На основі аналізу зміни пасажиропотоку за часовими періодами визначено потребу в автобусах для кожного часового проміжку роботи маршруту. Встановлено, що максимальна кількість рухомого складу склала 6 одиниць, а мінімальна - 3 одиниці. З урахуванням цих обмежень виконано коригування кількості автобусів за періодами доби та визначено відповідні інтервали руху, які змінюються від 8,8 до 17,6 хвилини залежно від рівня попиту на перевезення.

7. Відповідно до встановленої потреби в рухомому складі розроблено графік роботи водіїв і автобусів. Оцінка його ефективності показала, що коефіцієнт ефективності становить 0,944. Таке значення відповідає встановленим вимогам та свідчить про раціональну організацію роботи рухомого складу і водіїв на маршруті.

8. На підставі побудованого графіка роботи сформовано маршрутний розклад руху автобусів, визначено час виїзду та заїзду транспортних засобів до АТП, тривалість роботи автобусів на маршруті, час перерв і відстоїв, а також кількість обертів для кожного випуску. Аналіз отриманих результатів підтвердив, що розроблений маршрутний розклад забезпечує виконання запланованого обсягу перевезень, дотримання нормативних вимог щодо режимів праці та відпочинку водіїв, а також ефективне використання рухомого складу протягом усього періоду роботи маршруту.

9. Проведено розробку заходів з удосконалення організації дорожнього руху на перехресті. На основі аналізу існуючих умов руху розроблено схему розташування технічних засобів організації дорожнього руху, яка передбачає встановлення світлофорного регулювання, нанесення відповідної дорожньої розмітки та розміщення необхідних дорожніх знаків. Запропоновані технічні рішення спрямовані на впорядкування руху транспортних і пішохідних

потоків, підвищення безпеки дорожнього руху та зменшення кількості конфліктних ситуацій на перехресті.

10. Відповідно до характеристик транспортних потоків розроблено двофазну схему світлофорного регулювання. Під час формування схеми пофазного роз'їзду враховано інтенсивності руху за напрямками та вимоги нормативних документів щодо організації дорожнього руху. Запропонована схема забезпечує безпечне та ефективне розділення конфліктних транспортних і пішохідних потоків.

11. У результаті проведених розрахунків визначено основні параметри роботи світлофорного об'єкта. Запропонована тривалість світлофорного циклу становить 81 с, з яких тривалість основних тактів становить 41 с та 32 с відповідно, а проміжних тактів – по 4 с.

12. Оцінювання ефективності запропонованого режиму регулювання показало, що середня затримка транспортних засобів на перехресті зменшується з 18,55 с до 17,34 с. Таким чином, скорочення середньої затримки становить 1,22 с, що свідчить про підвищення ефективності функціонування перехрестя та покращення умов руху транспортних засобів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення. Навчальний посібник. Київ: Слово, 2009. 272 с.
2. Маруніч В.С., Шморгун Л.Г. та ін. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник / за ред. доц. В.С. Маруніч, проф. Л. Г. Шморгуна. К.: Міленіум, 2017. 528 с.
3. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Варчук В. В. Організація автомобільних перевезень: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 139 с.
4. Доля В. К. Пасажирські перевезення: підручник Харків: Форт, 2010. 504 с.
5. Вакуленко К. Є., Доля К. В. Управління міським пасажирським транспортом: навч. посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 257 с.
6. Лежнева О. І. Організація перевезень пасажирів у містах: Навчальний посібник. Харків: Точка, 2010. 311 с.
7. Давідіч Ю. О. Розробка розкладу руху транспортних засобів при організації пасажирських перевезень: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2010. 345 с.
8. Кашканов А. А., Кужель В. П. Організація дорожнього руху: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 125 с.
9. Лобашов О. О., Прасоленко О. В. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху»: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2011. 221 с.