

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 **Вдосконалення процесу перевезення 257**
пасажирів протягом доби у приміському сполученні

Виконав: студент 4 курсу, групи ТТ 2022-2
спеціальності 275 – «Транспортні технології
(за видами)»

Крижановський В.В.

Керівник Давідіч Ю.О.

Рецензент Копитков Д.М.

Харків - 2026 року

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 ви- дав	завдання прийняв
Перевірка роботи на наявність ознак академічного плагіату	Інженер каф. ТСЛ Толмачов І.О.		

7. Дата видачі завдання 4.05.26

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	4.05.26	
2	Передові методи вдосконалення пасажирських перевезень	9.05.26	
3	Вдосконалення процесу перевезення 257 пасажирів	21.05.26	
4	Підвищення безпеки руху	27.05.26	
6	Висновки	2.06.26	
7	Оформлення пояснювальної записки	7.06.26	
8	Оформлення матеріалів презентації	13.06.26	

Студент

(підпис)

Крижановський В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Давідич Ю.О.

(прізвище та ініціали)

Додаток

до завдання на кваліфікаційну роботу на тему:

«Вдосконалення процесу перевезення 257 пасажирів протягом доби у приміському сполученні»

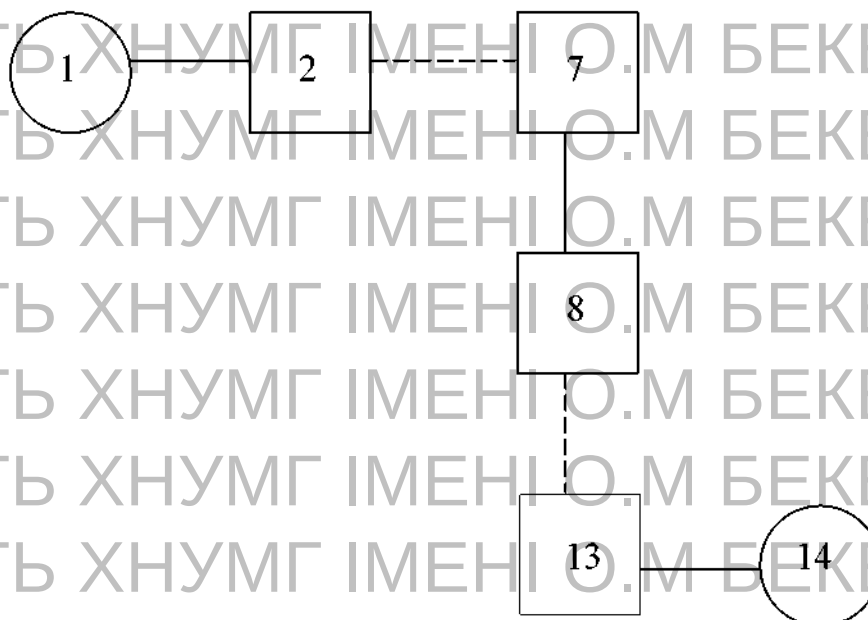


Рисунок 1 – Приміський маршрут перевезення 257 пасажирів протягом доби

Таблиця 1 – Основні показники маршруту

Показник	Значення
1	2
Довжина маршруту	21,7 км
Час руху для прямого напрямку	45 хв.
Час руху для зворотного напрямку	45 хв.
Час оберт	90 хв.
Час простою для кінцевої зупинці для прямого напрямку	30 хв.
Час простою для кінцевої зупинці для зворотного напрямку	30 хв.
Час простою для кінцевих зупинок за оберт	60 хв.
Час рейсу для прямого напрямку	75 хв.
Час рейсу для зворотного напрямку	75 хв.
Час оберт	150 хв.
Швидкість сполучення для прямого напрямку	28,9 км/год
Швидкість сполучення для зворотного напрямку	28,9 км/год
Швидкість сполучення за оберт	28,9 км/год
Експлуатаційна швидкість для прямого напрямку	17,4 км/год
Експлуатаційна швидкість для зворотного напрямку	17,4 км/год
Експлуатаційна швидкість за оберт	17,4 км/год

Продовження табл. 1

1	2
Коефіцієнт заповнення салону для прямого напрямку	0,36
Коефіцієнт заповнення салону для зворотного напрямку	0,73
Коефіцієнт заповнення салону для обертів	0,54

Таблиця 2 – Обсяги перевезень за роками

Місяць	Обсяги перевезень за роками, пас.		
	2023	2024	2025
Січень	7147	7239	7256
Лютий	7239	7234	8246
Березень	8234	8258	8251
Квітень	8236	8244	8239
Травень	8241	8248	8256
Червень	8258	8232	8239
Липень	8246	8225	8232
Серпень	8263	8229	8227
Вересень	8270	8267	8265
Жовтень	8265	8265	8267
Листопад	7267	7263	8263
Грудень	7270	7275	8279

Таблиця 3 - Довідкові дані щодо автобусів

Показник	Mercedes-Benz Sprinter	Renault Master
1	2	3
Місткість	17 пас	17 пас
Вартість	2876000 грн.	1564942 грн.
Лінійна витрата палива	19,5 л/100 км	17 л/100 км
Витрата мастил	2,0 л/100 л палива	1,6 л/100 л палива
Норматив витрат на ТО і ТР	1110 грн/1000км	500 грн/1000км
Обсяг витрат на придбання	5000 грн	8500 грн

Продовження табл. 3

1	2	3
Норма відрахувань для відновлення шин	1,06 %/1000 км	0,55 %/1000 км
Кількість шин	4 од	4 од

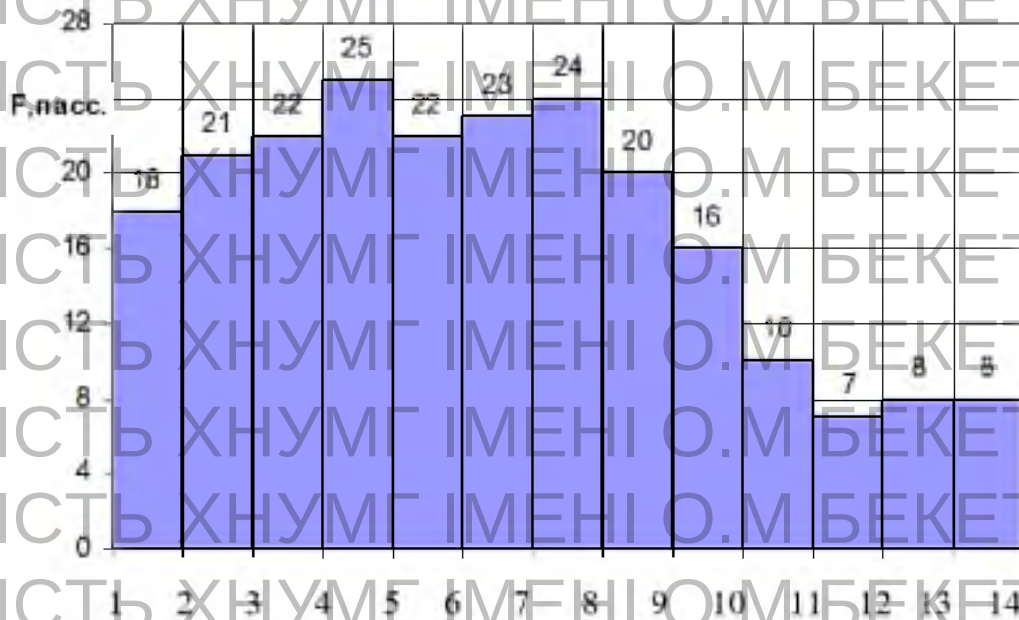


Рисунок 2 – Розподіл пасажиропотоків за довжиною маршруту для прямого напрямку

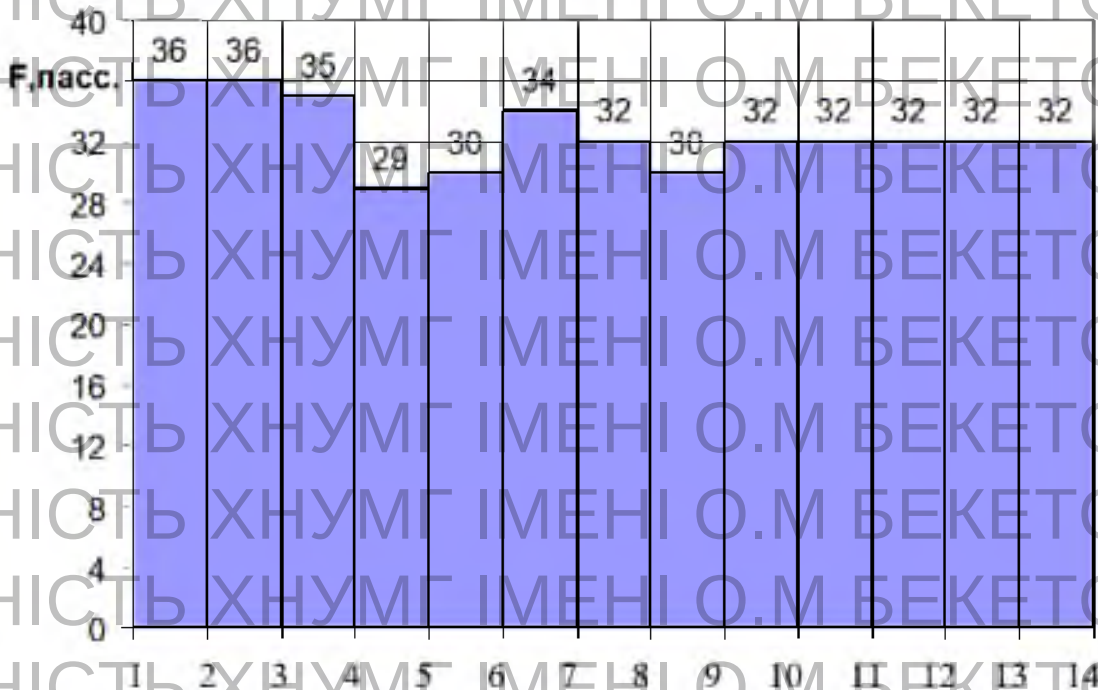


Рисунок 3 – Розподіл пасажиропотоків за довжиною маршруту для зворотного напрямку

Таблиця 4 – Розподіл пасажиропотоку за періодами доби

Період доби, год.		Максимальний пасажиропотік, пас.
Початок	Кінець	
6:00	7:00	5
7:00	8:00	14
8:00	9:00	14
9:00	10:00	19
10:00	11:00	28
11:00	12:00	14
12:00	13:00	13
13:00	14:00	13
14:00	15:00	20
15:00	16:00	13
16:00	17:00	21
17:00	18:00	14
18:00	19:00	21
19:00	20:00	28
20:00	21:00	19
21:00	22:00	14
22:00	23:00	7



Рисунок 3 – Схема перехрестя

Таблиця 5 – Інтенсивності руху для перехрестя

Напрямок	Потік	Інтенсивність, авт./год
1	1-2	284
	1-3	136
	1-4	117
2	2-1	142
	2-4	160
	2-3	134
3	3-4	135
	3-1	143
	3-2	148
4	4-2	139
	4-3	150
	4-1	197

Студент _____

(підпис)

Керівник проекту _____

(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота.: 45 аркушів, 16 рисунків, 12 таблиць, 3 джерела.

Об'єкт дослідження: перевезення 257 пасажирів протягом доби у приміському сполученні.

Мета роботи: вдосконалення процесу перевезення 257 пасажирів протягом доби у приміському сполученні.

Метод дослідження: розрахунковий з аналітичним.

Отримані результати: вдосконалено процес перевезення 257 пасажирів протягом доби у приміському сполученні.

Ступінь застосування: вдосконалений процес перевезення 257 пасажирів протягом доби у приміському сполученні буде застосований.

Рекомендації з впровадження: отримано рекомендації для впровадження при вдосконаленні процесу перевезення 257 пасажирів протягом доби у приміському сполученні.

ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ПАСАЖИР, АВТОБУС, МАРШРУТ, РОЗКЛАД,
ГРАФІК, ЕФЕКТИВНІСТЬ, РУХ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
Розділ 1 ПЕРЕДОВІ МЕТОДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	12
1.1 Передові методи перевезення пасажирів у приміському сполученні.....	12
1.2 Параметри маршруту.....	16
1.3 Висновки по розділу.....	20
Розділ 2 ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ 257 ПАСАЖИРІВ.....	21
2.1 Визначення перспектив для попиту.....	21
2.2 Дослідження параметрів технологічного процесу.....	23
2.3 Обґрунтування марки для автобусу.....	26
2.4 Організація функціонування маршруту.....	27
2.5 Висновки по розділу.....	35
Розділ 4 ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ.....	36
ВИСНОВКИ.....	44
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	45

					ННІЕІТІ ТСЛ ТТ 2022-2 ТТ XXX...Х ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Крижановський			Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Давідіч Ю.О.				д	п	у
							10	45
Н. контр.		Бурко Д.Л.				ХНУМГ		
Затв.		Куш Є.І.						

ВСТУП

Пасажирський транспорт відіграє життєво важливу роль у міському та приміському житті, а автомобільний транспорт становить найбільший сегмент пасажирських перевезень. Міські та приміські автобуси перевозять пасажирів з міських районів до віддалених регіонів, і в більшості випадків вони є єдиним видом транспорту. Автобуси відіграють особливу роль в обслуговуванні житлових районів та населених пунктів вздовж приміських маршрутів.

РОЗДІЛ I

ПЕРЕДОВІ МЕТОДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Передові методи перевезення пасажирів у приміському сполученні

Основою для дослідження та вибору методів удосконалення організації перевезення пасажирів у приміському сполученні є їх класифікація, тобто віднесення методів різних типів до поставленої перед дослідженням проблеми. На рис. 1.1 наведено класифікацію існуючих методів організації пасажирських перевезень. Ці методи орієнтовані переважно на міст, але деякі з них підходять і для приміських перевезень. Ці методи можуть бути використані для вирішення проблеми підвищення ефективності маршруту. Ці методи дозволяють покращити якість при обслуговуванні пасажирів та підвищити ефективність роботи підприємств транспорту.

Найбільш численна категорія методів спрямована на вирішення проблеми організації перевезень за маршрутами. Як правило, ці методи не потребують великих трудових та матеріальних втрат, якщо тільки не йдеться про оновлення транспортних засобів. Ці методи спрямовані на задоволення незадоволених потреб у транспортуванні, покращення якості обслуговування пасажирів та збільшення доходів транспортних компаній. Незадоволені потреби відображаються не лише на напрямку перевезень, але й на рівні якості обслуговування, що призводить до різних рішень, таких як відкриття маршрутів з різними операційними моделями. Хоча ці методи є дорогими у впровадженні, їхній потенціал є значним. Витрати можна зменшити за допомогою лізингових угод.

Ці методи менш дорогі у впровадженні, ніж методи, що покращують організацію існуючих маршрутів.



Рисунок 1.1 – Передові методи перевезень пасажирів

Найдорощим є заміна існуючих транспортних засобів більш ефективними (тобто більш прибутковими) транспортними засобами. Однак цей метод простіший за попередні підходи, оскільки він залуцає принаймні частину необхідного інвестиційного капіталу за рахунок експлуатації існуючих транспортних засобів. Крім того, транспортні компанії можуть купувати транспортні засоби через лізинг, таким чином використовуючи їх більш ефективно та отримуючи позитивну віддачу. Інші методи цієї категорії включають інші технологічні заходи, такі як організація комбінованих видів транспорту та резервування автобусів на маршрутах. Організація комбінованих видів транспорту є ефективним способом скорочення часу подорожі пасажирів, але вона вимагає певних умов експлуатації, в першу чергу, включаючи відносно віддалені маршрути та специфічні схеми пасажиропотоку. Тому застосування цього методу обмежене дуже обмеженою кількістю виробничих умов.

Резервуючи автобуси, можна покращити надійність сполучень, тим самим забезпечуючи пасажирам високоякісний сервіс. Підвищення надійності роботи маршрутів є конкурентною перевагою для залучення пасажирів та збільшення доходів від перевезень. Однак для досягнення цієї мети потрібні робоча сила та наявні резерви ресурсів. Купівля або оренда автобусів – не єдиний спосіб задовольнити попит. Створення розумних графіків руху водіїв та автобусів може звільнити ці ресурси.

Використання графічної аналітики для розрахунку розумних графіків руху водіїв та автобусів може зменшити експлуатаційні витрати на поточні операції маршрутів без збільшення матеріальних витрат. Тому це не лише допоміжний засіб для звільнення резервів ресурсів, але й має самостійне значення. Графічний аналіз найбільш широко використовується при розробці більш агресивних індивідуальних планів впровадження. Недоліком цього методу є те, що його впровадження сильно обмежене чинними трудовими нормами, що значно зменшує обсяг впровадження.

Серед способів покращення технології перевезень на маршруті без великих інвестицій є можливість планування руху автобусів з рівномірними інтервалами відправлення протягом дня. Це може значно скоротити час очікування пасажирів на станціях. Впровадження цих заходів зазвичай базується на результатах графічного аналізу та може бути ефективним допоміжним засобом.

Заходи щодо покращення організації пасажирських перевезень стосуються не лише окремих маршрутів, а й груп маршрутів, що відповідають певним вимогам. Найпоширенішим методом є перерозподіл автобусів між маршрутами, що базується на тому факті, що схеми пасажиропотоку змінюються з часом. Це дозволяє ефективніше використовувати ресурси за рахунок перемикання маршрутів. Цей метод вимагає мінімальних інвестицій, але умови для отримання значних переваг не є поширеними, що суттєво обмежує його застосування.

Покращення організації окремих маршрутів може бути дуже ефективним, але найефективнішим підходом є цілісне управління всією мережею маршрутів. Це пов'язано, перш за все, з тим, що цілісне управління враховує взаємодію між маршрутами. Однак це також ускладнює процес вирішення проблем.

Одним із методів є коригування часу початку роботи компаній. Цей захід може значно зменшити потреби в ресурсах за рахунок зменшення пасажиропотоку в години пік, але його надзвичайно важко розрахувати та впровадити. Наразі відсутність справді ефективних засобів для переходу компаній на нові операційні моделі робить цей підхід практично неможливим.

Найефективнішим способом підвищення ефективності міських маршрутів є планування маршрутів, тобто розрахунок нових маршрутів та їхньої пропускної здатності. Вирішення цих проблем допомагає підвищити ефективність перевезень та покращити якість обслуговування пасажирів.

Планування маршрутів не лише визначає найраціональніше рішення для складних маршрутних мереж (що може бути складно реалізувати), але й враховує можливість відкриття окремих маршрутів. У цьому випадку остаточна реалізація плану вимагає проведення графічних та текстових аналізів розрахунків щодо моделей руху водіїв та автобусів, а також розробки розкладів руху маршрутів.

Основна проблема цих методів полягає в обчислювальній складності, що вимагає використання спеціалізованого програмного забезпечення. Крім того, складність завдання також накладає значні обмеження на використовувані програми. Оскільки це дослідження зосереджено на приміському сполученні, цей метод вимагає вирішення питання планування маршрутів для всього міста та його прилеглих територій. Однак відсутність програмного забезпечення, здатного одночасно обробляти загальне та місцеве планування доріг, унеможливорює вирішення проблеми планування маршрутів для всього міста та його прилеглих територій.

1.2 Параметри маршруту

Об'єктом дослідження в роботі є організація приміських перевезень пасажирів автобусами. Основним районом, в якому може здійснює перевезення, є околиці міст, звідкіль можливо організувати приміське сполучення.

Як правило, для приміських перевезень характерні сталі та сформовані маршрутні мережі. Для цих мереж навряд чи можливо досягти отримання більш високих значень фінансових результатів для роботи автобусів за рахунок корегування маршрутної мережі. Внаслідок цього, основними засобами для підвищення ефективності роботи автобусів можуть бути заходи з організації роботи окремих маршрутів.

Схема маршруту, що досліджується, наведена на рис. 1.2.

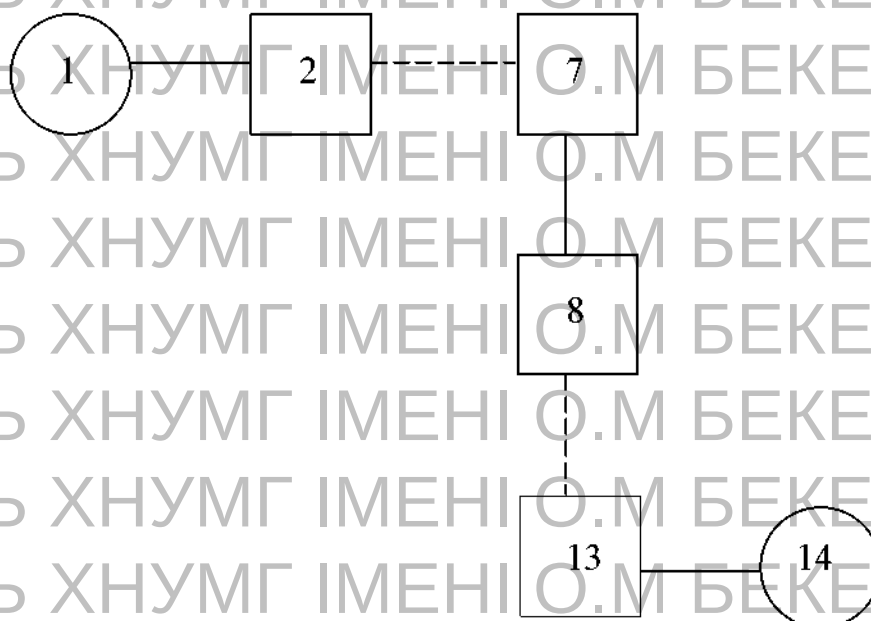


Рисунок 1.2 – Приміський маршрут перевезення 257 пасажирів протягом доби

Основні показники маршруту наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні показники маршруту

Показник	Значення
1	2
Довжина маршруту	21,7 км
Час руху для прямого напрямку	45 хв.
Час руху для зворотного напрямку	45 хв.
Час оберт	90 хв.
Час простою для кінцевої зупинці для прямого напрямку	30 хв.
Час простою для кінцевої зупинці для зворотного напрямку	30 хв.
Час простою для кінцевих зупинок за оберт	60 хв.
Час рейсу для прямого напрямку	75 хв.

Продовження табл. 1.1

1	2
Час рейсу для зворотного напрямку	75 хв.
Час оберт	150 хв.
Швидкість сполучення для прямого напрямку	28,9 км/год
Швидкість сполучення для зворотного напрямку	28,9 км/год
Швидкість сполучення за оберт	28,9 км/год
Експлуатаційна швидкість для прямого напрямку	17,4 км/год
Експлуатаційна швидкість для зворотного напрямку	17,4 км/год
Експлуатаційна швидкість за оберт	17,4 км/год
Коефіцієнт заповнення салону для прямого напрямку	0,36
Коефіцієнт заповнення салону для зворотного напрямку	0,73
Коефіцієнт заповнення салону для оберт	0,54
Інтервал руху	3 ²⁰ , год., хв.

При розробці організаційних заходів з підвищення ефективності перевезення пасажирів для приміського сполучення окрім параметрів маршруту необхідно мати інформацію щодо пасажиропотоків на маршруті. За результатами попередніх обстежень пасажиропотоків було сформовано дані щодо зміни пасажиропотоку за довжиною маршруту (рис. 1.3, 1.4)

За даними рис. 1.3 та 1.4 можна зробити висновок щодо нерівномірності пасажиропотоку для прямого напрямку та його більш стабільність у зворотному напрямку.

Розподіл пасажиропотоку за періодами доби наведено у табл. 1.2. З аналізу табл. 1.2 можна зробити висновок, що максимально напружений з погляду перевезення пасажирів є період з 10:00 до 11:00. Це свідчить про перевагу культурно-побутових пересувань при формуванні пасажиропотоку на маршруті.

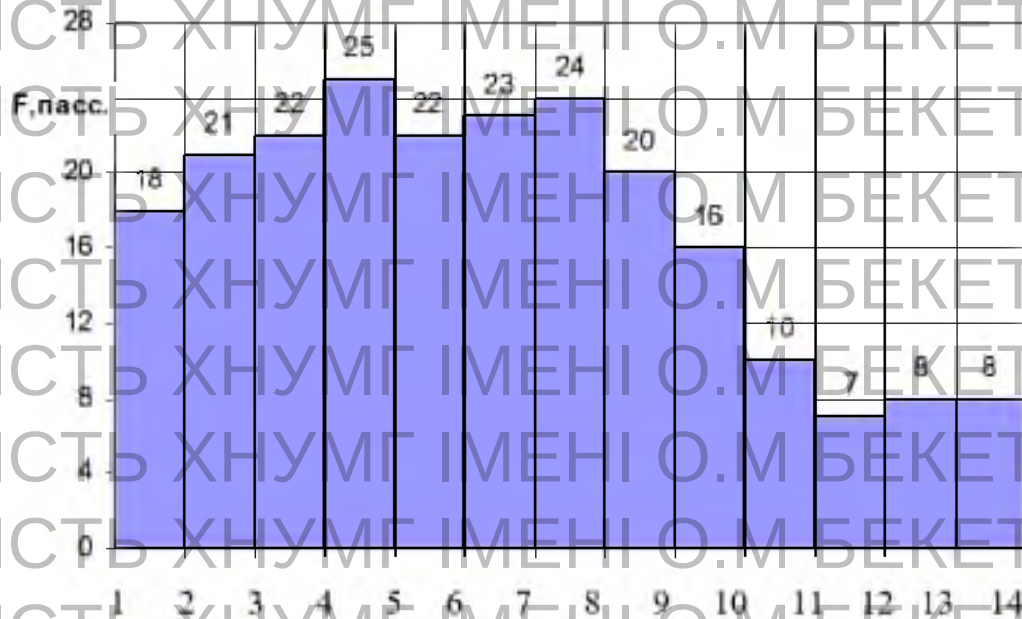


Рисунок 1.3 – Розподіл пасажиропотоків протягом доби за довжиною маршруту для прямого напрямку

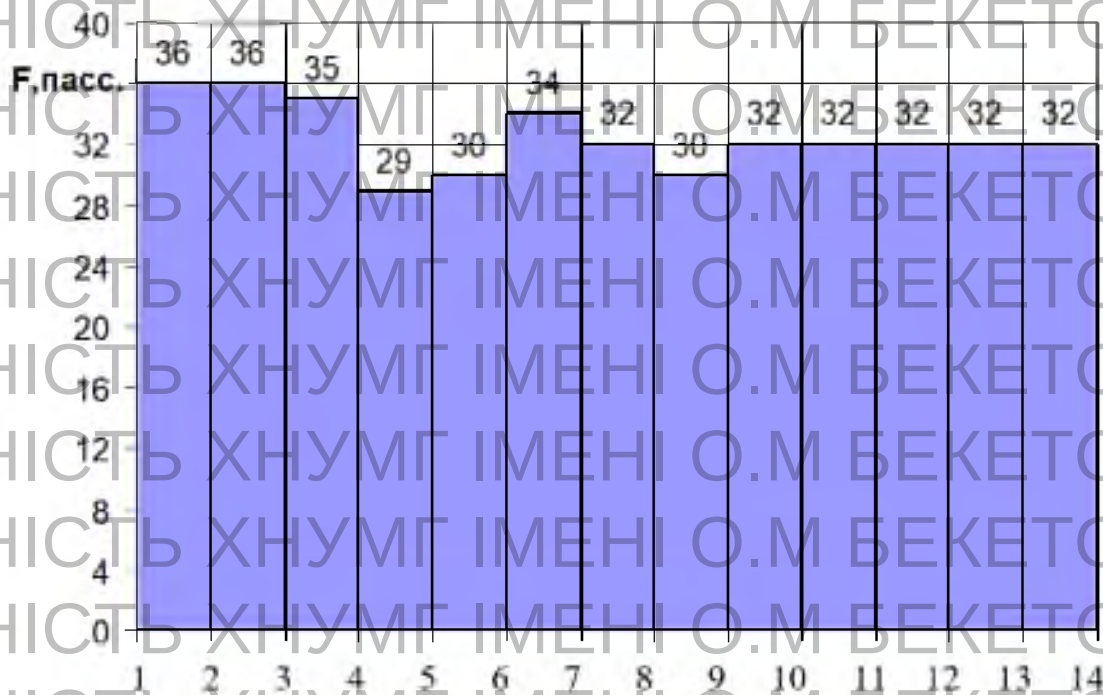


Рисунок 1.4 – Розподіл пасажиропотоків протягом доби за довжиною маршруту для зворотного напрямку

Таблиця 1.2 – Розподіл пасажиропотоку за періодами доби

Період доби, год.		Максимальний пасажиропотік, пас.
Початок	Кінець	
6:00	7:00	5
7:00	8:00	14
8:00	9:00	14
9:00	10:00	19
10:00	11:00	28
11:00	12:00	14
12:00	13:00	13
13:00	14:00	13
14:00	15:00	20
15:00	16:00	13
16:00	17:00	21
17:00	18:00	14
18:00	19:00	21
19:00	20:00	28
20:00	21:00	19
21:00	22:00	14
22:00	23:00	7

1.3 Висновки по розділу

У якості заходів для підвищення ефективності перевезень у роботі доцільно обрати методи вдосконалення перевезення на окремому маршруті.

РОЗДІЛ 2

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ 257 ПАСАЖИРІВ

2.1 Визначення перспектив для попиту

Дані щодо обсягів перевезень на приміському маршруті протягом останніх 3 років наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Обсяги перевезень за роками

Місяць	Обсяги перевезень за роками, пас.		
	2023	2024	2025
Січень	7147	7239	7256
Лютий	7239	7234	8246
Березень	8234	8258	8251
Квітень	8236	8244	8239
Травень	8241	8248	8256
Червень	8258	8232	8239
Липень	8246	8225	8232
Серпень	8263	8229	8227
Вересень	8270	8267	8265
Жовтень	8265	8265	8267
Листопад	7267	7263	8263
Грудень	7270	7275	8279

З використанням програмного забезпечення було прогнозовано обсяги перевезень на наступний період (табл. 2.2)

Таблиця 2.2 – Прогнозний обсяг перевезень у 2026 р.

Місяць	Обсяг перевезень, пас.	Місячний коефіцієнт оцінки нерівномірності обсягів перевезень
Січень	7257	0,89
Лютий	7247	0,97
Березень	8254	1,01
Квітень	8242	0,95
Травень	8257	1,01
Червень	8241	0,94
Липень	8234	0,92
Серпень	8229	0,91
Вересень	8267	1,05
Жовтень	8269	1,06
Листопад	8265	1,05
Грудень	8281	1,11

На підставі отриманих результатів для прогнозу було розраховано коефіцієнти нерівномірності для обсягів перевезень за місяцями року:

$$K_{mi} = \frac{Q_i \cdot 12}{Q_z}, \quad (2.1)$$

де K_{mi} - коефіцієнт нерівномірності за i -й місяць обсягів перевезень;

Q_i – обсяг перевезень за i -й місяць, пас.;

Q_z – обсяг перевезень за рік, пас.

Для січня

$$K_{Mi} = \frac{7257 \cdot 12}{8087} = 0,89.$$

Результати для усіх інших розрахунків наведено у табл. 2.2.

Згідно прогнозу у 2026 році очікується майже незначне збільшення обсягів при порівнянні з 2025 роком. Коефіцієнт зросту для обсягів перевезення пасажирів буде складати:

$$K_p = \frac{8896}{8087} = 1,1.$$

2.2 Дослідження параметрів технологічного процесу

У цьому дослідженні технічного процесу використовується комплексний метод. Який базувався на даних пасажиропотоків параметрів руху автобусів.

Швидкість сполучення:

$$V_c = \frac{L_m \cdot 60}{t_p}, \quad (2.1)$$

де V_c - швидкість сполучення, км/год;

L_m - довжина у маршруту, км;

t_p - час руху протягом рейсу, хв.

Експлуатаційна швидкість:

$$V_e = \frac{L_m \cdot 60}{T_p}, \quad (2.2)$$

де V_e - експлуатаційна швидкість, км/год;

T_p - тривалість рейсу, хв.

Час простою для кінцевого зупиночного пункту t_k визначається як різниця між часом для відправлення t_e та часом для прибуття t_n на кінцеву зупинку:

$$t_k = t_e - t_n \quad (2.3)$$

Динамічний коефіцієнт заповнення салону автобусу γ_d :

$$\gamma_d = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} F_i}{q_a \cdot L_m}, \quad (2.4)$$

де n_n - кількість перегонів, од.;

F_i - пасажиропотік для i -го перегону, пас.;

q_a - місткість автобусу, пас.

Середній інтервал руху автобусів:

$$I = \frac{2 \cdot T_p}{N_p \cdot A}, \quad (2.5)$$

де T_p - тривалість роботи для маршруту за добу, год.;

N_p - планова кількість для рейсів автобусу за добу, од.;

A - кількість автобусів для маршруту, од.

Час руху у прямому напрямку:

$$t_p = 45 \text{ хв.}$$

Час простою для кінцевої зупинки:

$$t_k = 35 \text{ хв}$$

Загальний час рейсу:

$$t_p = 30 + 45 = 75 \text{ хв.}$$

Швидкість сполучення:

$$V_c = \frac{21,7 \cdot 60}{45} = 28,9 \text{ км/год.}$$

Експлуатаційна швидкість:

$$V_e = \frac{21,7 \cdot 60}{75} = 17,4 \text{ км/год.}$$

Динамічний коефіцієнт використання місткості для першого рейсу дорівнює:

$$\chi_d = \frac{18 \cdot 0,9 + 21 \cdot 0,5 + 22 \cdot 0,7 + 25 \cdot 0,5 + \dots + 7 \cdot 2 + 8 \cdot 1,2 + 8 \cdot 4,1}{45 \cdot 21,7} = \frac{341,1}{976,5} = 0,35.$$

Інтервал руху:

$$\bar{t} = \frac{2 \cdot (19^{05} - 5^{45})}{8 \cdot 1} = \frac{13,3}{4} = 3,33.$$

За отриманими показниками необхідно відзначити, що незначне значення швидкості руху та динамічного коефіцієнту використання місткості.

2.3 Обґрунтування марки для автобусу

Автобуси є невід'ємним елементом у більшості транспортних систем. Їх характеристики надають дуже великого впливу на ефективність роботи всієї системи у цілому. Основним заходом для підвищення ефективності роботи для доцільно вважати заміну рухомого складу.

Для вирішення цього завдання необхідно визначити автобус, який буде доцільно використовувати на маршруті. У якості конкурентних марок автобусів приймаємо автобуси Mercedes-Benz Sprinter та Renault Master. Довідкові дані щодо автобусів наведені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 - Довідкові дані щодо автобусів

Показник	Mercedes-Benz Sprinter	Renault Master
Місткість	17 пас	17 пас
Вартість	2876000 грн.	1564942 грн.
Лінійна витрата палива	19,5 л/100 км	17 л/100 км
Витрата мастил	2,0 л/100 л палива	1,6 л/100 л палива
Норматив витрат на ТО і ТР	1110 грн/1000км	500 грн/1000км
Обсяг витрат на придбання	5000 грн	8500 грн
Норма відрахувань для відновлення шин	1,06 %/1000 км	0,55 %/1000 км
Кількість шин	4 од	4 од

Витрати на організацію транспортного процесу, а саме постійні та змінні витрати, визначалися з використанням сучасних інформаційних технологій, а саме ПЗ «Dialtax» (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Витрати на організацію транспортного процесу

Витрати	Mercedes-Benz Sprinter	Renault Master
Змінні		
На паливо	9,5 грн/км	15,7 грн/км
На мастила	0,7 грн/км	0,7 грн/км
На обтірочні засоби	0,4 грн/км	0,4 грн/км
На оновлення та ремонт шин	1,9 грн/км	1,4 грн/км
На ремонт та обслуговування	0,8 грн/км	1,1 грн/км
На запасні частини	1,6 грн/км	1,6 грн/км
На зарплату для водіїв	1,4 грн/км	1,4 грн/км
Постійні		
Зарплата для водіїв, грн/год	45,0 грн/год	45,0 грн/год
Амортизація, грн/год	119 грн/год	137 грн/год
Витрати накладні, грн/год	10,8 грн/год	11,1 грн/год
Інші витрати, грн/год	9,6	10,7

Після порівняння витрати на організацію транспортного процесу при використанні різних автобусів було зроблено висновок, що автобус «Mercedes-Benz Sprinter» має нижчі витрати. Внаслідок цього було зроблено висновок щодо більшої його доцільності використання для маршруту.

2.4 Організація функціонування маршруту

Даними для організації функціонування маршруту є значення пасажиропотоків протягом кожної години доби (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Розподіл пасажиропотоку за періодами доби

Період доби, год.		Максимальний пасажиропотік, пас.
Початок	Кінець	
1	2	3
6:00	7:00	5
7:00	8:00	14
8:00	9:00	14
9:00	10:00	19
10:00	11:00	28
11:00	12:00	14
12:00	13:00	13
13:00	14:00	13
14:00	15:00	20
15:00	16:00	13
16:00	17:00	21
17:00	18:00	14
18:00	19:00	21
19:00	20:00	28
20:00	21:00	19
21:00	22:00	14
22:00	23:00	7

Час оборту визначаємо з урахуванням швидкості сполучення:

$$t_{\infty} = 2 \cdot \left(\frac{L_m}{V_c} + t_{ko} \right) \quad (2.6)$$

Швидкість сполучення:

$$V_c = \frac{28,9 + 27,0}{2} = 27,95 \text{ км/год.}$$

Тривалість простою на кінцевій зупинці приймаємо $t_{ko}=5$ хв.

$$t_{oc} = 2 \cdot \left(\frac{21,7}{27,95} + \frac{5}{60} \right) = 1,72 \text{ год.}$$

Необхідна кількість автобусів:

$$A_i = \frac{F_{\max i} \cdot t_{oc}}{q_a} \quad (2.7)$$

Для періоду з 6.00 до 7.00 необхідна кількість автобусів:

$$A_{6-7} = \frac{4 \cdot 1,72}{17} = 0,4 \text{ од.} \approx 1 \text{ од.}$$

Результати всіх інших розрахунків наведені у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Результати розрахунків необхідної кількості автобусів

Період доби, год.		Необхідна кількість автобусів, од.	
Початок	Кінець	За розрахунком	Округлене
1	2	3	4
6:00	7:00	0,4	1
7:00	8:00	1,4	2
8:00	9:00	1,4	2
9:00	10:00	1,9	2
10:00	11:00	2,8	3
11:00	12:00	1,4	2
12:00	13:00	1,3	2
13:00	14:00	1,4	2

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4
14:00	15:00	2,1	3
15:00	16:00	1,4	2
16:00	17:00	2,1	3
17:00	18:00	1,4	2
18:00	19:00	2,1	3
19:00	20:00	2,8	3
20:00	21:00	1,9	2
21:00	22:00	1,4	2
22:00	23:00	0,7	1

Важливо зазначити, що для маршруту у першу чергу необхідно два автобуси. Три автобуси знадобляться лише у декількох конкретних ситуаціях, але при залученні нових пасажирів спочатку вкрай важливо забезпечити найвищу можливу для якості обслуговування. Тому доцільно не обмежувати автобусів на маршруті.

$$A_{max} = 3 \text{ од.}$$

Для визначення режимів роботи автобусів доцільно використовувати методи графоаналітичного аналізу. Результати розрахунку наведено на рис. 2.1.

З використанням графоаналітичної побудови розроблюємо стрічковий графік руху (рис. 2.2).

Відповідний до графіку, наведеному на рис. 2.2, розробляємо розклад руху (табл. 2.8).

Після визначення розкладу руху можна виконувати розрахунок змінно-добових завдань для водіїв.



Рисунок 2.1 - Графоаналітична побудова

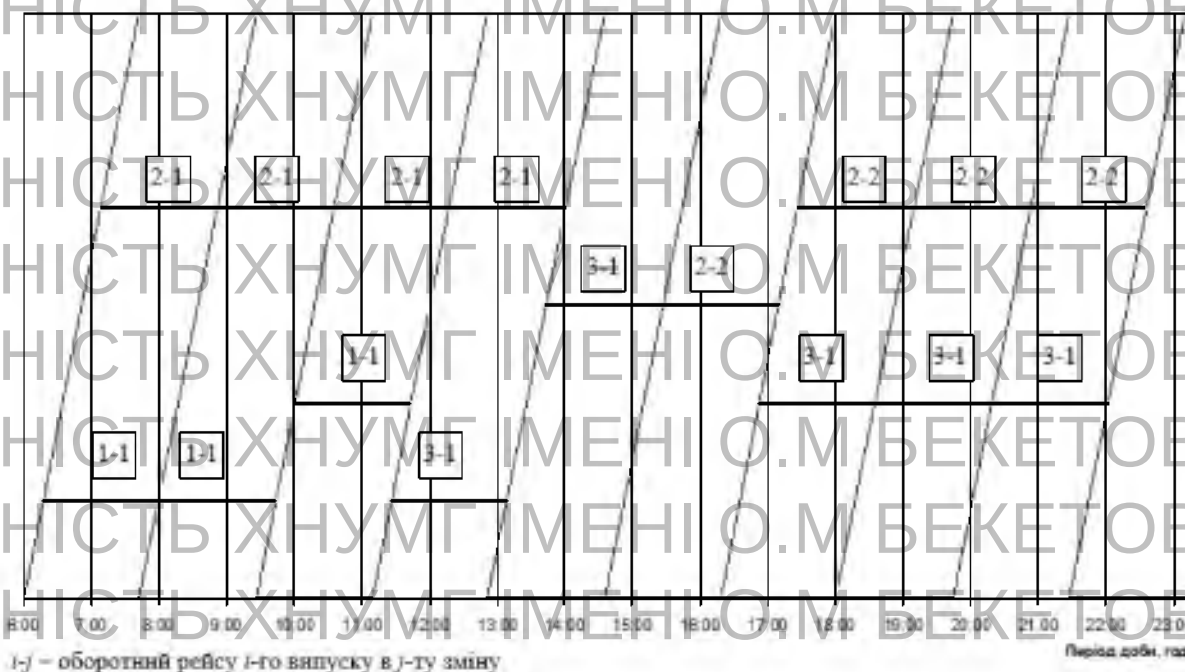


Рисунок 2.2 - Стрічковий графік

Таблиця 2.8 – Розклад руху

Номер оберту	Номер випуску					
	1		2		3	
	Кінцеві пункти на маршруті					
	1	14	1	14	1	14
1	6:18	7:09	7:09	8:01	-	-
2	8:01	8:52	8:52	9:44	-	-
3	10:01	10:52	10:35	11:26	9:27	10:18
4	Перерва		12:18	13:10	11:27	12:18
5	12:53	13:44	Перерва		13:44	14:36
6	14:36	15:27	15:27	16:19	Перерва	
7	16:19	17:10	17:27	18:19	16:53	17:44
8	18:02	18:53	19:10	20:02	18:36	19:27
9	Перерва		21:45	22:36	20:19	21:10
10	21:28	22:19	-	-	-	-

Всього є 5 змін: 2 для випусків 1 то 2, та 1 для випуску 3. Під час розрахунку робочого часу водія враховується час перебування водія на маршруті, а потім розраховується загальний робочий час за день:

$$t_z = T_m + t_{nz} + t_0, \quad (2.8)$$

де t_z – тривалість змінно-добових завдань, год.;

T_m – час на на маршруті, год.;

t_{nz} – підготовчий та заключний час, год.;

t_0 – час нульових пробігів, год.

Змінно-добове завдання представлено у табл. 2.9.

Необхідна кількість водіїв:

$$N_e = \frac{D_m \cdot T_z}{D_{pm} \cdot 8}, \quad (2.9)$$

де D_m – кількість днів для місяця, од.

Таблиця 2.9 – Змінно-добове завдання

Завдання	Випуску	Зміна	Кількість обертів	Кількість рейсів	Тривалість роботи, год.	
					На маршруті	За добу
1	1	1	4 од.	8 од.	6:18	6:48
2	1	2	4 од.	8 од.	6:01	6:31
3	2	1	4 од.	8 од.	7:35	8:05
4	2	2	4 од.	8 од.	6:27	6:57
5	3	1	6 од.	12 од.	11:10	11:40

D_{pm} – кількість днів роботи для у місяця, од.;

T_z – сумарна тривалість змінно-добових завдань за добу, год.

Необхідна кількість водіїв:

$$N_e = \frac{31 \cdot 39,93}{21 \cdot 8} = 7,36 \approx 7 \text{ чол.}$$

Для цих 7 водіїв необхідно розробити план роботи, який розподіляє їхній робочий час максимально рівномірно.

Щомісячний план роботи для водіїв наведено в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Щомісячний план роботи для водіїв

Дата місяця	Номер водія						
	1	2	3	4	5	6	7
1	-	-	1	2	3	4	5
2	-	1	2	3	4	5	-
3	5	2	3	4	1	-	-
4	2	3	4	1	-	-	5
5	3	5	4	-	-	1	2
6	4	5	-	-	1	2	3
7	5	-	-	1	2	3	4
8	-	-	1	2	3	4	5
9	-	1	2	3	4	5	-
10	5	2	3	4	1	-	-
11	2	3	4	5	-	-	1
12	3	4	5	-	-	1	2
13	4	5	-	-	1	2	3
14	5	-	-	1	2	3	4
15	5	-	-	1	2	3	4
16	-	1	2	3	4	5	-
17	1	2	3	4	5	-	-
18	2	3	4	5	-	-	1
19	3	4	5	-	-	1	2
20	4	5	-	-	1	2	3
21	5	-	-	1	2	3	4
22	-	-	1	2	3	4	5
23	-	1	2	3	4	5	-
24	1	2	3	4	5	-	-
25	2	3	4	5	-	-	1

Продовження табл. 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8
26	3	4	5	-	-	1	2
27	4	5	-	-	1	2	3
28	5	-	-	1	2	3	4
29	-	-	1	2	3	4	5
30	-	1	2	3	4	5	-
31	1	2	3	4	5	-	-

2.5 Висновки по розділу

Заміна марки автобусів дозволить покращити ефективність перевезень та збільшити пасажиропотік.

Після порівняння витрати на організацію транспортного процесу при використанні різних автобусів було зроблено висновок, що автобус «Mercedes-Benz Sprinter» має нижчі витрати.

Результати розрахунку були використані для розробки графіків руху автобусів маршрутів та щомісячних графіків роботи для водіїв.

РОЗДІЛ 3

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ

Цей розділ зосереджений на розробці політики, спрямованої на покращення стратегічної організації в транспортному процесі. Оскільки покращення дорожньої ситуації на меті покращити рух транспорту, модифікації були затверджені для перехресть з найбільшим потенційним потоком транспорту (наразі без світлофорів). Поточна мета планування дорожнього руху полягає в оцінці потенційних ризиків перехресть та доцільності встановлення світлофорів. Оцінка складності та ризиків перехресть проводиться за допомогою методу конфліктних крапок. Щоб виявити точки конфлікту, необхідно намалювати діаграму перехрестя, як показано на рис. 3.1.

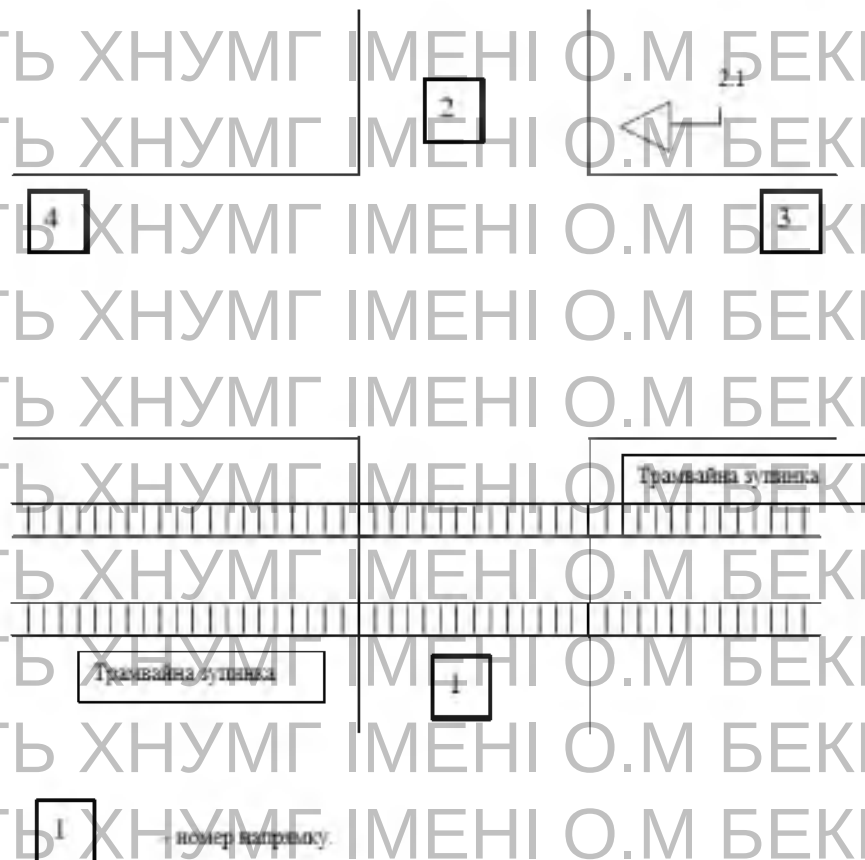


Рисунок 3.1 – Схема перехрестя

Складність нерегульованого перехрестя визначається умовними показниками згідно з формулою (3.1).

$$m = n_e + 3 \cdot n_z + 5 \cdot n_n, \quad (3.1)$$

де n_z , n_n , n_e – кількість точок злиття, перетинання, точок злиття, відхилення відповідно.

У цьому випадку, якщо $m < 40$, перехрестя вважається простим; коли $m = 40 \sim 80$, перехрестя вважається помірно складним; а коли $m > 80 \sim 150$, перехрестя вважається складним. Значення n_z , n_n , n_e визначаються схемою перехрестя. На рис. 3.2 показано схему перехрестя із зазначенням точок конфлікту.

У цьому випадку, з урахуванням чотирьох крапок перетинань автомобілів та трамваїв, $n_n = 20$, $n_e = 8$, $n_z = 8$.

Таким чином визначається складність нерегульованого вуличного перехрестя:

$$m = 8 + 3 \cdot 8 + 5 \cdot 20 = 132$$

Отже, з точки зору точок конфлікту, перехрестя слід вважати складним.

Однак показники безпеки руху для перехресть надають важливішу інформацію, оскільки їх розрахунок враховує транспортний потік. Згідно з цим методом, рівень небезпеки кожної конфліктної точки залежить від інтенсивності транспортного потоку. Інтенсивності руху для перехрестя наведено у табл. 3.1.

Для точки злиття 2 у потоків 2-1 та 4-1:

$$T_{21+41} = 0,2(2950 + 0) \frac{25}{0,9} \cdot 10^{-7} = 0,0016.$$

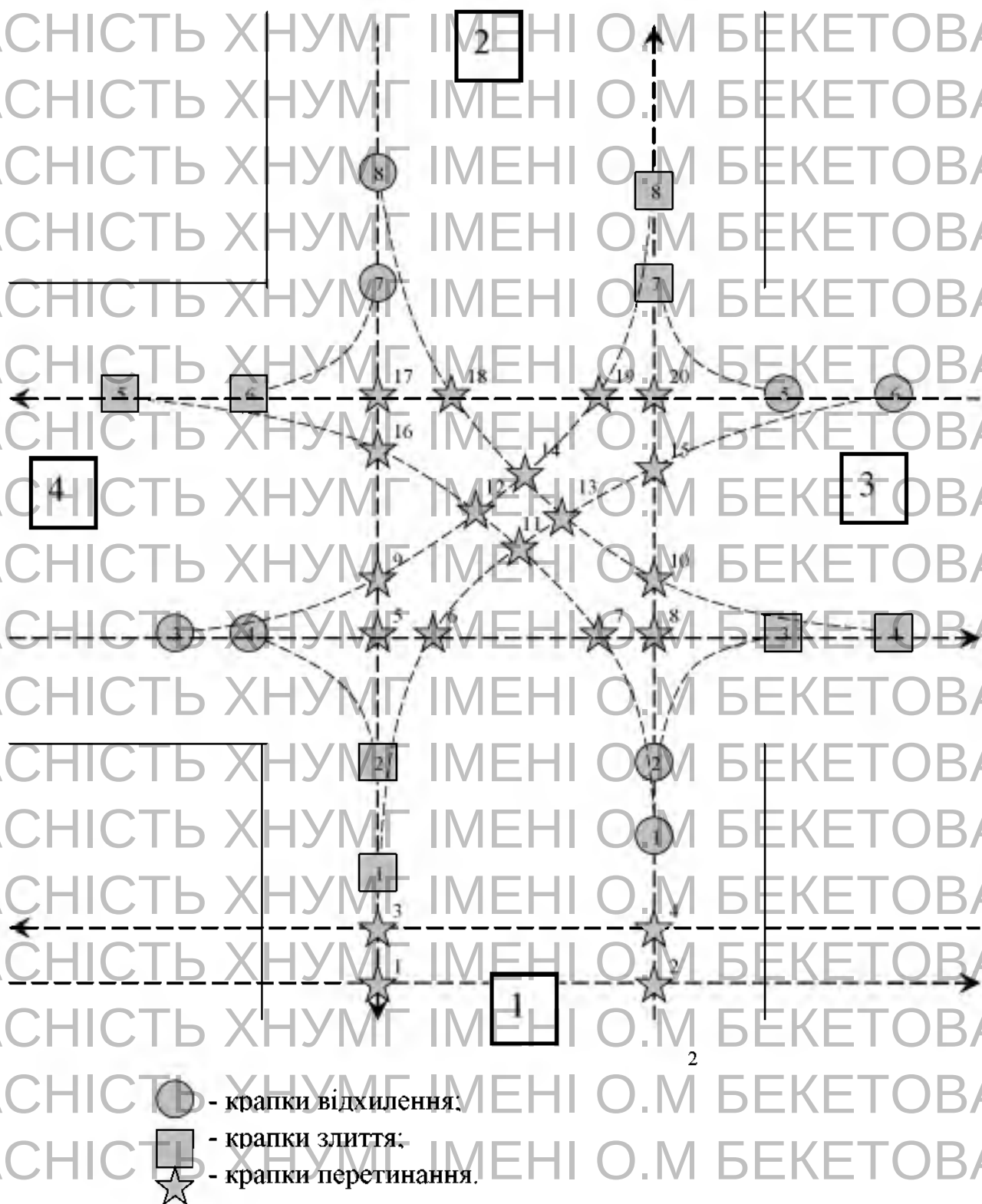


Рисунок 3.2 – Конфліктні точки перехрестя

Таблиця 3.1 – Інтенсивності руху для перехрестя

Напрямок	Потік	Інтенсивність, авт/год
1	1-2	284
	1-3	136
	1-4	117
2	2-1	142
	2-4	160
	2-3	134
3	3-4	135
	3-1	143
	3-2	148
4	4-2	139
	4-3	150
	4-1	197

Аналогічно було розраховано значення ступеню небезпеки для всіх інших конфліктних крапок (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Ступінь небезпеки конфліктних крапок

Вид крапки	Номер крапки	Інтенсивність потоків, од/добу		Ступінь небезпеки
		Першого	Другого	
Відхилення	1	3	4	5
	1	55	805	7,2E-05
	2	2255	805	0,00026
	3	0	0	0
	4	0	0	0
	5	1005	55	8,9E-05
	6	1330	55	0,00012

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
Злиття	7	0	2955	0,00026
	8	955	2955	0,00034
	1	1330	2955	0,00239
	2	0	2955	0,00165
	3	2255	0	0,00126
	4	95	0	0,00054
	5	55	55	5,7E-05
	6	0	55	2,9E-05
	7	1005	805	0,002
	8	0	805	0,00045
Перетинання	1	2955	605	0,00019
	2	805	605	0,00008
	3	2955	805	0,00018
	4	805	805	0,00009
	5	2955	0	0,00016
	6	1330	0	6,7E-05
	7	50	0	2,6E-06
	8	805	0	0,00005
	9	0	2955	0,00016
	10	955	805	8,9E-05
	11	1330	0	6,7E-05
	12	0	0	0
	13	1330	955	0,00012
	14	0	955	4,9E-05

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
	15	1330	805	0,00012
	16	55	2955	0,00016
	17	2955	55	0,00016
	18	955	55	0,00006
	19	0	55	2,6E-06
	20	805	55	4,4E-05

Ступінь небезпеки для перехрестя оцінюється показником безпеки для руху k_a , що має характеризувати очікувану кількість ДТП за 10 млн. автомобілів на перетинанні:

$$k_a = \frac{M \cdot 10^7 \cdot k_p}{N_{\text{пер}} \cdot 25}, \quad (3.2)$$

де $M = \sum_{i=1}^n T_i$ - ймовірно теоретична кількість ДТП на перетинанні протягом року (n – загальна кількість конфліктних крапок для перехрестя, од.),
 $M = 0,01016$;

$N_{\text{пер}}$ – сумарна інтенсивність для всіх транспортних потоків для перехрестя, авт./добу.

$$k_a = \frac{0,01016 \cdot 10^7 \cdot 0,9}{10775 \cdot 25} = 0,35.$$

Якщо $k_a \geq 2$ перехрестя вважається безпечним. Оскільки ця умова виконана, не потрібно вживати жодних заходів для зниження безпеки перехрестя, включаючи встановлення світлофорного керування.

Хоча в зроблено висновок, що перехрестя мало невисокий рівень ризику та не потребувало заходів щодо його зниження, існуюча технологія управління дорожнім рухом на перехресті залишається неадекватною. На перехресті встановлено лише один дорожній знак, що, враховуючи його сполучення з міськими дорогами, є недостатнім для задоволення потреб управління дорожнім рухом. Тому, щоб підвищити ефективність управління дорожнім рухом на цьому перехресті, необхідно додати більше дорожніх знаків, включаючи знаки пріоритету та попереджувальні знаки.

На рис. 3.3 показано схематичну діаграму перехрестя після додавання дорожніх знаків.



Рисунок 3.3 – Пропонована схема для перехрестя

Оскільки наразі немає можливості збору контрольних даних для вимірювання потенційного зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод після встановлення дорожніх знаків 1.20, 2.1 та 2.3, позитивний вплив цього заходу неможливо кількісно оцінити.

ВИСНОВКИ

У якості заходів для підвищення ефективності перевезень у роботі доцільно обрати методи вдосконалення перевезення на окремому маршруті.

Вибір раціональної марки автобусу на маршруті допоможе покращити якість транспортних послуг та збільшити пасажиропотік.

Після порівняння витрати на організацію транспортного процесу при використанні різних автобусів було зроблено висновок, що автобус «Mercedes-Benz Sprinter» має нижчі витрати.

Результати розрахунку були використані для розробки графіків руху автобусів маршрутів та щомісячних графіків роботи для водіїв.

З метою підвищення ефективності дорожнього руху на перехресті необхідно встановити додаткові знаки дорожні.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Башинська І. О. Розумна система міського пасажирського транспорту як складова Smart City / Башинська І. О., Філіппов В. Ю. – Х. : Діа плюс, 2019. – С. 221.
2. Загірняк Д. Н., Залуніна О. К., Чумакова А. Л. Забезпечення конкурентоспроможності транспортних послуг. Вісник КрНУ, 20221. Вип. 1. С. 17–22.
3. Біліченко В.В. Вдосконалення організації перевезень пасажирів в місті Вінниця: Досягнення та перспективи. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту. – Вінниця. – 2018. – С. 15-18.