

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 **Удосконалення технології перевезення 5340
мешканців міста на добу на маршруті пасажирського
транспорту**

Виконав: студент 3 курсу, групи ТТ 2023-1у
спеціальності 275 – «Транспортні технології
(за видами)»

Шумай М.В.

Керівник Самчук Г.О.

Рецензент Воронько В.В.

Харків - 2026 року

Факультет Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та транспортної інфраструктури

Кафедра Транспортних систем і логістики

Освітньо-кваліфікаційний рівень Бакалавр

Спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»

Освітньо-професійна програма Транспортні технології (міський транспорт)

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

“ ” проф. Куш Є.І.
20 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Шумай Максим Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології перевезення 5340 мешканців міста на добу на маршруті пасажирського транспорту

керівник роботи Самчук Г.О., к.т.н., доцент

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

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

2. Строк подання студентом роботи 10.06.26

3. Вихідні дані до роботи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Методи задоволення потреб мешканців міст у пересуваннях.

Організація перевезення 5340 мешканців міст за добу. Безпека перевезення 5340 мешканців міста. Висновки. Перелік посилань.

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10.05.26

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	10.05.26	
2	Методи задоволення потреб мешканців міст у пересуваннях	11.05.26	
3	Організація перевезення 5340 мешканців міста за добу	13.05.26	
4	Безпека перевезення 5340 мешканців міста	21.05.26	
6	Висновки	4.06.26	
7	Оформлення пояснювальної записки	8.06.26	
8	Оформлення матеріалів презентації	10.06.26	

Студент

(підпис)

Шумай М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Самчук Г.О.

(прізвище та ініціали)

Додаток

до завдання на кваліфікаційну роботу на тему:

«Удосконалення технології перевезення 5340 мешканців міста на добу на маршруті пасажирського транспорту»

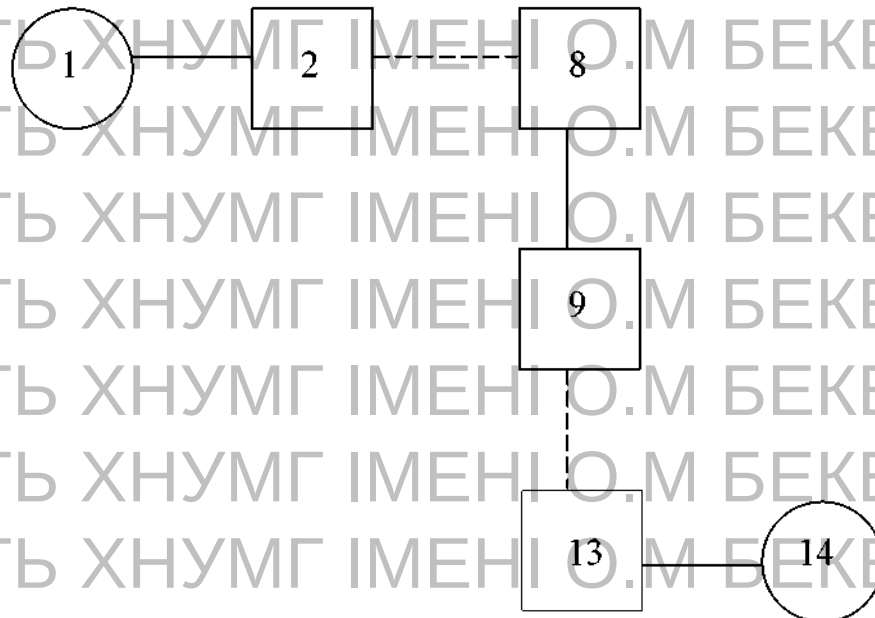


Рисунок 1 – Маршрут перевезення 5340 мешканців міста за добу

Таблиця 1 – Довжина перегонів

Номер зупинки	Довжина перегонів, км
1	2
1	0,4
2	0,5
3	0,7
4	0,5
5	0,6
6	0,7
7	0,5
8	0,4
9	0,8
10	0,9
11	0,6
12	1,0
13	0,6

Продовження табл.1

1	2
14	0,5
15	0,4
16	0,9
17	1,1
18	1,0
19	0,9
20	0,7
21	0,5
22	0,6

Таблиця 2 – Показники маршруту

Показники маршруту		Значення	
		Для прямого на- прямку	Для зворотного напрямку
Довжина, км		17,0	17,0
Час рейсу, хв.		1,03	1,03
Швидкість, км/год	Експлуатаційна	18	17
	Технічна	21	21
Загальна кількість зупинок, од		14	14
Кількість перехресть, од		37	37
Місця концентрації ДТП, од		3	3

Таблиця 3- Місячний обсяг перевезень за останні кілька років

Номер місяця	Рік		
	2023	2024	2025
1	2	3	4
1	153517	154785	156574
2	144464	145724	147516
3	153523	154783	156577
4	164167	165427	167212
5	147716	148973	150768
6	167692	168961	170752
7	168611	169879	171665
8	158106	159368	161154
9	168617	169873	171662
10	196593	197856	199645

Продовження табл. 3

1	2	3	4
11	157488	158742	160532
12	133296	134561	136348

Таблиця 4 – Годинна зміна пасажиропотоку

Напрямок			
Прямий		Зворотний	
Година доби, год	Пасажиропотік, пас	Година доби, год	Пасажиропотік, пас
5-6	154	5-6	134
6-7	193	6-7	125
7-8	316	7-8	133
8-9	361	8-9	156
9-10	303	9-10	209
10-11	297	10-11	252
11-12	265	11-12	204
12-13	255	12-13	216
13-14	243	13-14	233
14-15	246	14-15	247
15-16	252	15-16	288
16-17	262	16-17	262
17-18	317	17-18	288
18-19	288	18-19	194
19-20	211	19-20	173
20-21	166	20-21	158
21-22	138	21-22	122

Таблиця 5 – Дані щодо автобусів

Параметр	Модель	
	Heuliez GX127	Mercedes-Benz Vario 818D
1	2	3
Місткість з урахуванням сидіння та стояння	48 пас.	37 пас.

Продовження табл. 5

1	2	3
Місткість з урахуванням сидіння	16 пас.	29 пас.
Довжина	9,42 м	8,3 м
Ширина	2,33 м	2,5 м
Висота	3,3 м	2,9 м
Об'єм двигуна	5000 куб.см.	4249 куб.см.
Потужність	217 к.с	177 к.с
Паливо	Дизель	дизельне
Витрати палива	22 л/100км	15 л/100км
Витрати мастил	1,5 л на 100 л палива	1 л на 100 л палива
Максимальна швидкість	90 км/год	100 км/год

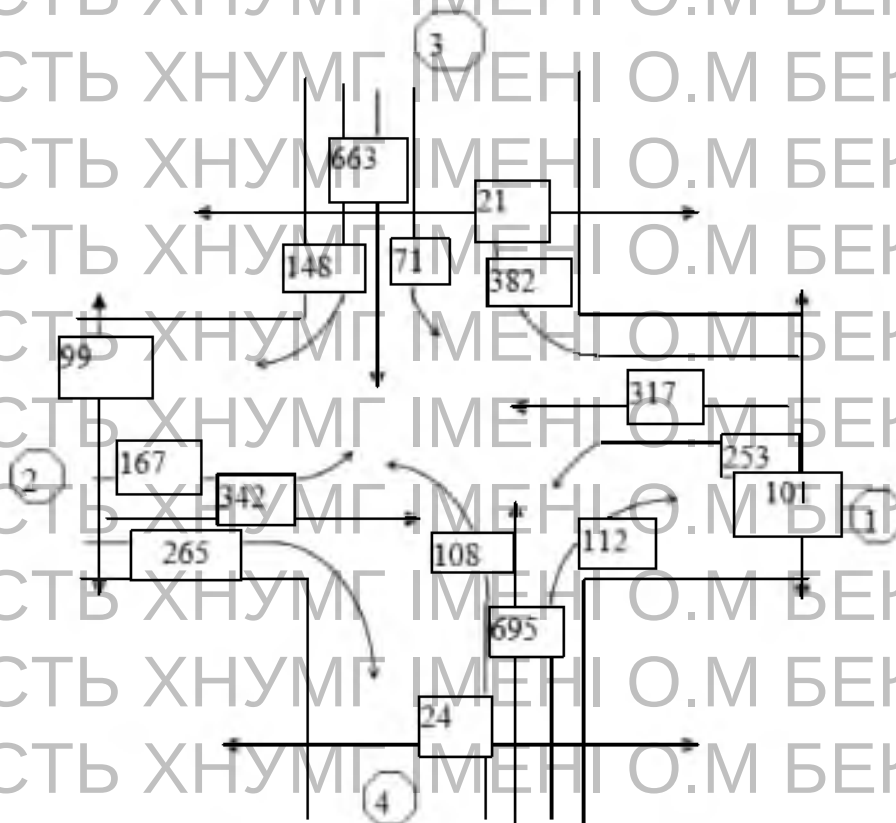


Рисунок 1 – Перехрестя маршруту

Студент _____

(підпис)

Керівник проекту _____

(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 46 аркушів, 11 рисунків, 17 таблиць, 3 джерела.

Об'єкт дослідження: перевезення 5340 мешканців міста за добу.

Мета роботи: покращання перевезення 5340 мешканців міста за добу.

Метод дослідження: аналітичний, а також розрахунковий

Отримані результати: покращено перевезення 5340 мешканців міста за добу.

Ступінь застосування: отримані параметри перевезення 5340 мешканців міста за добу будуть прийняті до застосування.

Рекомендації з впровадження: заходи з покращання перевезення 5340 мешканців міста за добу було рекомендовано к впровадженню.

МАРШРУТ, ПАСАЖИРОПОТІК, ЗУПИНКИ, АВТОБУСИ, ЕФЕКТИВ-
НІСТЬ, РОЗКЛАД, ГРАФІК

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
Розділ 1 МЕТОДИ ЗАДОВОЛЕННЯ ПОТРЕБ МЕШКАНЦІВ МІСТ У ПЕРЕСУВАННЯХ.....	11
1.1 Збалансованість послуг міського транспорту.....	11
1.2 Загальна характеристика маршруту.....	14
1.3 Висновки по розділу.....	17
Розділ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ 5340 МЕШКАНЦІВ МІСТА ЗА ДОБУ.....	19
2.1 Наявний та прогнозований попит.....	19
2.2 Формування показників роботи маршруту.....	21
2.3 Вибір автобусу.....	22
2.4 Формування розкладу для руху автобусів.....	27
2.5 Висновки по розділу.....	38
Розділ 3 ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ.....	39
ВИСНОВКИ.....	45
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	46

					ННІЕІТІ ТСЛ ТТ 2023-1у ТТ XXX...Х ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шумай М.В.			Пояснювальна записка			
Перевір.		Самчук Г.О.						
Н. контр.		Бурко Д.Л.						
Затв.		Куш Є.І.						
						Літера	Аркуш	Аркушів
						д н у	9	46
						ХНУМГ		

ВСТУП

Транспортна система є найважливішою підсистемою будь-якого міста, і чим більше місто, тим важливіше воно в міській економіці. Загальновідомо, що зі зростанням міського населення зростає і його мобільність. В останні роки транспортна система України стрімко розвивалася: збільшилася не тільки кількість приватних автомобілів, але й транспортний потік. Наразі параметри вулично-дорожньої мережі міста не відповідають рівню попиту на поїздки приватним автомобілем. Це може призвести до кризи в міських транспортних послугах. Розвитку галузі громадського транспорту приділялося недостатньо уваги.

РОЗДІЛ 1

МЕТОДИ ЗАДОВОЛЕННЯ ПОТРЕБ МЕШКАНЦІВ МІСТ У ПЕРЕСУВАННЯХ

1.1 Збалансованість послуги міського транспорту

Питання балансу громадського транспорту можна досліджувати з різних точок зору. Тому необхідно узагальнити та класифікувати основні методи оцінки балансу громадського транспорту.

Якщо розглядати транспортну систему в цілому, то можна проаналізувати це питання з точки зору балансу використання різних видів транспорту та міських видів пересування. З іншого боку, якщо розглянути це питання більш конкретно, можна дослідити баланс різних елементів у межах конкретного виду транспорту. Загалом, основні методи побудови структури балансу громадського транспорту можна представити у вигляді діаграми (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 - Загальне групування підходів до оцінки збалансованості транспортних послуг для міських мешканців

Основним видом громадського транспорту є автобус. Автобусна система може бути використана як приклад для дослідження балансу різних елементів у цьому конкретному виді транспорту.

Щодо автобусів, методи дослідження: одна ґрунтується на типі транспортного засобу, а інша - на структурі маршрутів. Баланс системи громадського транспорту тісно пов'язаний з різними зовнішніми факторами міського середовища, включаючи соціально-економічні характеристики міста, стан міського розвитку тощо.

У цій роботі буде зосереджено увагу на автобусах та досліджено баланс різних елементів у межах конкретного виду транспорту. Для автобусів метод збалансованість послуг можна розділити на дві підкатегорії: на основі використовуваних транспортних засобів та на основі структури маршрутів.

Питання балансу громадського транспорту тісно пов'язане з різними зовнішніми факторами міського середовища, включаючи соціально-економічні характеристики міста, стан міського розвитку тощо.

Проблема балансування систем міського громадського транспорту існує вже протягом 80-90 років. Дослідники ще у минулому столітті писали, що головним завданням у вирішенні проблем майбутнього міського транспорту є встановлення якісних показників для визначення ролі та статусу кожного виду міського пасажирського транспорту в міській економічній системі.

Фактичні та цільові частки різних видів транспорту залежать від багатьох факторів, включаючи рівень соціально-економічного розвитку міста та країни в конкретний час, а також транспортні схеми, які були унікальними на той час.

Теоретично, система громадського транспорту може бути представлена різними видами транспорту, починаючи від автобусів і тролейбусів, трамваїв і метро, і закінчуючи більш екзотичними варіантами, такими як монорейки та канатні дороги.

Однак, метро в Україні існує лише в кількох найбільших містах. Трамвайне та тролейбусне сполучення також доступне не скрізь. Для більшості транспортних систем міст основним видом транспорту є автобус.

Автобуси можна класифікувати за різними критеріями. Можливо використання система класифікації автобусів за загальною довжиною. Ця класифікація є досить умовною та не відображає належним чином головну характеристику

автобусів як пасажирських транспортних засобів, а саме їхню пасажиромісткість. Метод класифікації автобусів за загальною довжиною використовується й сьогодні. Пропонується метод класифікації автобусів їх на п'ять категорій за загальною довжиною - від мікроавтобусів до надвеликих.

Стандартні показники балансування структури транспортних засобів міського громадського транспорту для міст з населенням від 500 000 до 1 000 000 осіб можуть бути наступними :

- 10% – малі автобуси (максимум);
- 40% – Середні автобуси (нижче порогу 40%);
- 50% – Великі та надвеликі автобуси (мінімум).

Регулярні автобусні маршрути можна класифікувати за різними критеріями. Найпоширеніші методи класифікації включають диференціацію за географічним розподілом (радіальні, кільцеві тощо) та годинами роботи (наприклад, сезонні, цілорічні). Розглядаючи маршрутну мережу як систему, а не просто як низку сполучень, можна визначити певні типи регулярних автобусних маршрутів на основі їхнього призначення та параметрів обслуговування.

Маршрути, що відповідають основним потребам у подорожах, зазвичай включають більшість зупинок по дорозі та працюють з 5:00-6:00 ранку до 11:00-12:00 дня цілий рік, без обслуговування вночі.

Таку форму громадського транспорту можна назвати стандартною і вона типова для більшості густонаселених районів. Маршрутні мережі великий міст може бути поділена на три основні категорії]:

- магістральні лінії з'єднують центр міста з різними районами вздовж головних вулиць, з найкоротшими інтервалами відправлення;
- внутрішньорайонні маршрути – спеціально розроблені для поїздок у межах району або між районами, із середнім інтервалом відправлення не більше 15 хвилин;
- маршрути громадського обслуговування – що з'єднують важливі об'єкти громадського обслуговування: клініки, школи, багатофункціональні центри тощо, з інтервалом відправлення не більше 30 хвилин.

Тим часом, для задоволення різних конкретних туристичних потреб можуть використовуватися конкретні види послуг громадського транспорту. Загальне представлення стандартних та спеціальних форм транспортного обслуговування можна показати на рис. 1.2.

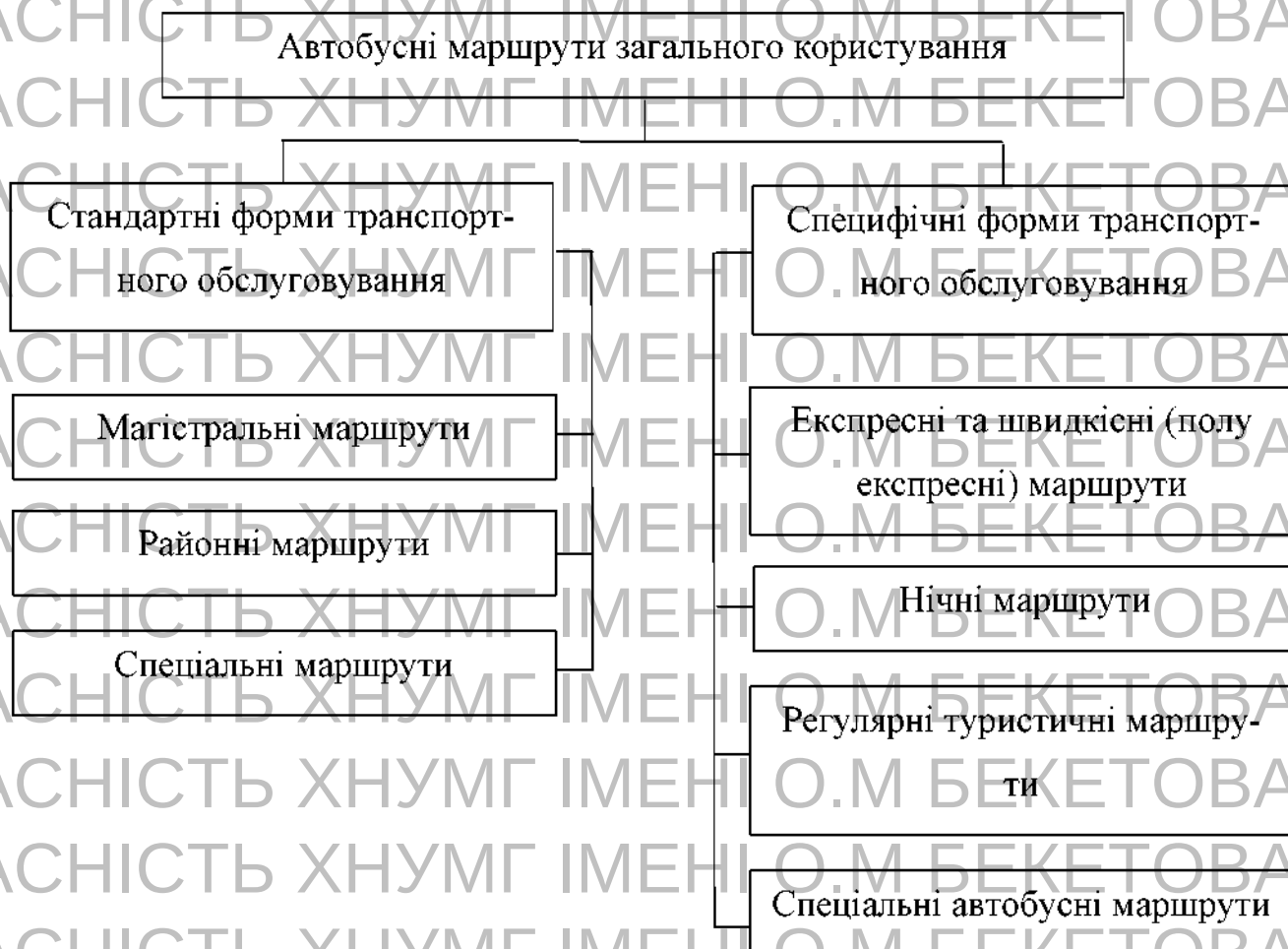


Рисунок 1.2 - Стандартні та специфічні форми транспортного обслуговування

У зв'язку з цим, розробка методичних рекомендацій щодо балансування автобусних маршрутів у мережах громадського транспорту на основі низки стандартів, що відображають особливості соціально-економічного розвитку міст, з метою раціонального використання стандартних та спеціальних форматів транспортного обслуговування, видається досить перспективною. Ці стандарти включають не лише чисельність населення, але й рівень розвитку сфери послуг (включаючи нічний режим роботи), туристичну привабливість міста

(частку туризму в міській економіці) тощо. Крім того, слід враховувати також міську територію, наявність інших не наземних видів швидкісного транспорту та інші фактори.

Місто постійно змінюється: розширюються зони забудови, будуються нові райони, закриваються підприємства та будуються нові житлові райони. Розвиток громадського транспорту має відповідати цьому. Обговорені раніше тенденції у видах транспорту, типах транспортних засобів та видах транспорту ілюструють цю схожість.

Навіть за збалансованого розподілу типів транспортних засобів, кількість транспортних засобів, що використовуються, повинна постійно коригуватися для підтримки балансу з міським населенням.

Крім того, визначення кількості транспортних засобів також повинно враховувати потреби підтримки пропускної здатності мережі громадського транспорту.

1.2 Предмет та об'єкт для дослідження

Організація пасажирських перевезень є одним із ключових питань для забезпечення безперебійного функціонування міського транспорту.

Наразі приблизно 73% населення користується міським громадським транспортом, причому більшість з них користується кількома видами міського громадського транспорту кілька разів на день. Автобуси є основним видом міських пасажирських перевезень. Оскільки автобуси мають багато переваг перед іншими, ця ситуація не зміниться в майбутньому.

Як об'єкт дослідження у роботі розглядається маршрут перевезення 5340 мешканців міста за добу.

Метою цього дослідження є порівняння умов експлуатації та закономірностей, що спостерігаються під час експлуатації маршруту, та визначення впливу параметрів експлуатації автобусів на якість обслуговування пасажирів

при користуванні маршрутом, тобто ступінь впливу технології перевезення на якість транспортного обслуговування.

Маршрут, що досліджується є цілорічним, тобто забезпечує пасажирські перевезення протягом усього року, незалежно від годин пік чи поза піком. Незалежно від обсягу та розподілу пасажиропотоку, автобуси можуть працюють за режимом маршрутного таксі.

Ця модель може покращити рівень послуг громадського транспорту, скоротить час поїздки пасажирів, збільшить використання автобусів та ще більше підвищить мобільність мешканців у місті.

Маршрут проходить через житлові райони міста, де пасажирів можуть зупинитися та перейти на інші маршрути.

Схема маршруту перевезення 5340 мешканців міста за добу наведено на рис. 1.3.

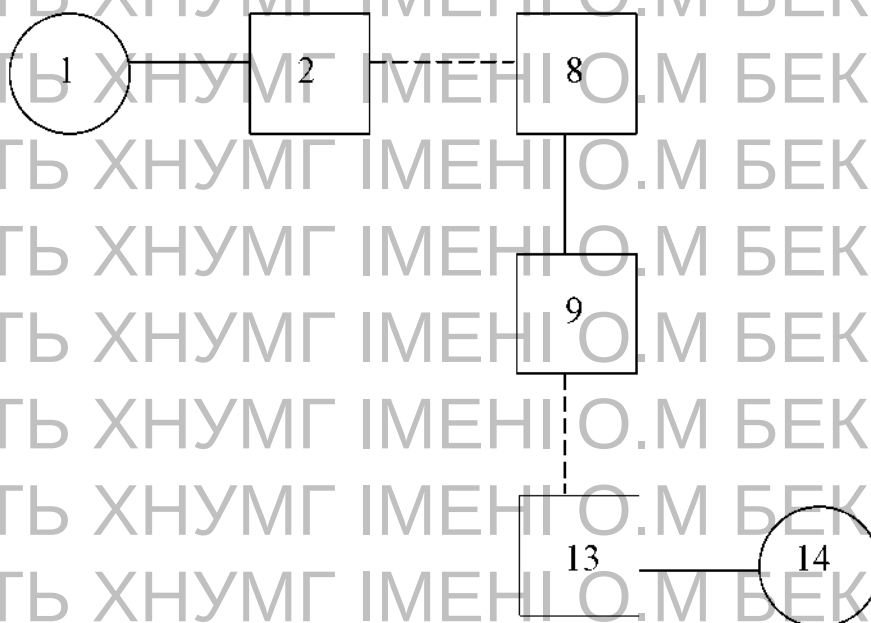


Рисунок 1.3 – Маршрут перевезення 5340 мешканців міста за добу

Показники маршруту наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Показники маршруту

Показники маршруту		Значення	
		Для прямого на- прямку	Для зворотного напрямку
Довжина, км		17,0	17,0
Час рейсу, хв.		1,03	1,03
Швидкість, км/год	Експлуатаційна	18	17
	Технічна	21	21
Загальна кількість зупинок, од		14	14
Кількість перехресть, од		37	37
Місця концентрації ДТП, од		3	3

Дані щодо пасажиропотоку на автобусному маршруті може бути отримані за допомогою методів обстеження. Під час роботи маршруту необхідно фіксувати час прибуття та відправлення на кінцевих зупинках маршруту, кількість пасажирів, які сідають та виходять на кожній зупинці, а також кількість пасажирів, які залишаються на кожній зупинці для обох напрямків маршруту.

Годинна зміна пасажиропотоку, отримана у результаті даних обстеження пасажиропотоків маршруту, наведена у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Годинна зміна пасажиропотоку

Напрямок			
Прямий		Зворотний	
Година доби, год	Пасажиропотік, пас	Година доби, год	Пасажиропотік, пас
1	2	3	4
5-6	154	5-6	134
6-7	193	6-7	125
7-8	316	7-8	133
8-9	361	8-9	156

Арк.

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
9-10	303	9-10	209
10-11	297	10-11	252
11-12	265	11-12	204
12-13	255	12-13	216
13-14	243	13-14	233
14-15	246	14-15	247
15-16	252	15-16	288
16-17	262	16-17	262
17-18	317	17-18	288
18-19	288	18-19	194
19-20	211	19-20	173
20-21	166	20-21	158
21-22	138	21-22	122

Виходячи з розподілу у табл. 1.2, можна зробити висновок, що прямий потік більший за зворотний потік щогодини протягом доби.

1.3 Висновки по розділу

У першій частині роботи аналізується існуюча література щодо збалансованості послуг міського транспорту. Мета та предмет у дослідження зрозумілі, а існуючі методи описані детально. Маршрут проходить через житлові райони міста, де пасажери можуть зупинитися та перейти на інші маршрути. Виходячи з розподілу пасажиропотоків, можна зробити висновок, що прямий потік більший за зворотний потік щогодини протягом доби.

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ 5340 МЕШКАНЦІВ МІСТА ЗА ДОБУ

2.1 Наявний та прогнозований попит

Основна функція маркетингових досліджень полягає у прогнозуванні майбутнього стану ринку. Транспортні послуги (за деякими винятками) належать до категорії термінових потреб. Тому розуміння структури ринку допомагає нам прогнозувати інфляцію, безробіття, зростання та спад доходів тощо. Прогнозування – це здатність передбачати ситуацію за допомогою моделювання. Методи моделювання включають порівняння, моделювання, числові моделі та експертну оцінку. Попит є одним із аспектів різних механізмів ціноутворення на ринку. Його причинно-наслідкова зв'язність та безперервність знаходяться в безперервно діючих законах економіки. Зокрема, закон попиту виражається наступним чином:

- ціна товару чи послуги пропорційна кількості, що купується;
- попит на певний продукт чи послугу поступово зменшується.

Клієнтами маршруту є населення міста. Водночас маршрут також обслуговує представників різних демографічних груп з різними потребами та цілями в подорожах.

Аналізуючи попит мешканців міст на пересування, було виявлено, що неможливо визначити їхню спільну мету подорожі; тобто їхні потреби в подорожах дуже різноманітні. Визначаючи пропускну здатність певного автобусного маршруту, необхідно враховували фактичні тенденції зміни пасажиропотоку за останні кілька років, стан та транспортні умови сусідніх автобусних маршрутів та інших видів транспорту, а також очікуваний сезонний та річний розподіл пасажиропотоку. Можливо визначити існуючий попит на основі тенденцій пасажиропотоку за останні три роки (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Місячний обсяг перевезень за останні кілька років

Номер місяця	Рік		
	2023	2024	2025
1	153517	154785	156574
2	144464	145724	147516
3	153523	154783	156577
4	164167	165427	167212
5	147716	148973	150768
6	167692	168961	170752
7	168611	169879	171665
8	158106	159368	161154
9	168617	169873	171662
10	196593	197856	199645
11	157488	158742	160532
12	133296	134561	136348

На основі отриманих даних було визначено, що обсяг перевезень збільшувався з року в рік протягом розглянутого періоду. Для прогнозування обсягу перевезень на 2026 рік ми скористаємося програмою FORECAST.EXE. Результати розрахунків наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати прогнозування обсягу перевезень на 2026 рік

Номер місяця	Результати прогнозування обсягу перевезень на 2026 рік, пас
1	2
1	158372

Продовження табл. 2.2

1	2
2	149323
3	158356
4	169018
5	152589
6	172530
7	173487
8	163457
9	173456
10	201445
11	162335
12	138146

2.2 Формування показників роботи маршруту

Сформуємо основні показники маршруту.

Обсяг перевезення:

$$Q_{\text{пас}} = \frac{T_n \cdot V_T \cdot \beta \cdot q_a \cdot \gamma_C \cdot A_C \cdot D_K \cdot \alpha_B}{l_{\text{ер.н}}}, \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{пас}}$ – обсяг перевезення, пас

T_n – час у в наряді, год;

V_T – швидкість технічна для маршруту, км/год;

β – коефіцієнт оцінювання використання пробігу;

γ – коефіцієнт оцінювання використання пасажиромісткості;

α_a – коефіцієнт оцінювання використання парку;

A_o – кількість автобусів, од;

D_k – кількість днів у році, од;

q_a – пасажиромісткість, пас;

$l_{cp.n}$ – середня відстань їздки пасажирів.

Пасажирооборот:

$$P = \sum Q_{пас} \cdot l_{пер}, \quad (2.2)$$

де $Q_{пас}$ – кількість пасажирів для перегону, пас;

$l_{пер}$ – довжина перегону, км.

Середня відстань їздки пасажирів

$$l_n = \frac{\sum Q_{пас}}{\sum P}, \quad (2.3)$$

де $Q_{пас}$ – обсяг перевезень, пас.

P – пасажирооборот, пас км;

Час на маршруті:

$$T_M = n_p(t_{рух} + t_n + t_z + t_k), \quad (2.4)$$

де T_M – час на маршруті, год;

$t_{рух}$ – час руху, год;

t_n – час простою для проміжних зупинок, год;

t_z – часу затримок внаслідок умов дорожнього руху, год;

t_k – час простою для кінцевих зупинок, год.

n_p – кількість рейсів, од.

Час на лінії:

$$T_H = T_M + T_O, \quad (2.5)$$

T_H - час лінії;

T_M - час на маршруті, год;

T_O - час на нульовий пробіг, год.

Швидкість сполучення:

$$V_C = \frac{L_M \cdot V_m}{L_M + t_{п.з} \cdot n_{п.з} \cdot V_m}, \quad (2.6)$$

де V_m - швидкість сполучення, км/год;

$t_{п.з}$ - час простою для проміжних зупинок, год;

$n_{п.з}$ - кількість наявних проміжних зупинок, од.

V_m - швидкість технічна, км/год.

Відношення виробничого пробігу до загального називають коефіцієнтом використання пробігу

$$\beta = \frac{L_{вир}}{L_{заг}}, \quad (2.7)$$

де $L_{заг}$ - загальний пробіг, км;

$L_{вир}$ - продуктивний пробіг, км.

Коефіцієнт використання місткості:

- статичний:

$$\gamma_c = \frac{\sum q_i}{q_n \cdot n}, \quad (2.8)$$

де γ_c - статичний коефіцієнт;

q_i – кількість пасажирів на перегоні у автобусі, пас;

q_n – номінальна місткість, пас.

- динамічний:

$$\gamma_d = \frac{\sum q_i \cdot l_i}{q_n \cdot \sum l_i}, \quad (2.9)$$

де γ_e – динамічний коефіцієнт;

l_i – відстань перевезення для пасажирів, км.

$$Q_{\text{пас}} = \frac{15,62 \cdot 21,0 \cdot 0,68 \cdot 45 \cdot 0,75 \cdot 14 \cdot 1 \cdot 0,9}{11,3} = 7028 \text{ пас.}$$

$$P^{\text{прям}} = 42 \cdot 0,4 + 38 \cdot 0,5 + 36 \cdot 0,7 + 32 \cdot 0,5 + 38 \cdot 0,6 + 34 \cdot 0,7 + 39 \cdot 0,5 + 31 \cdot 0,4 + 24 \cdot 0,8 + 20 \cdot 0,9 + \\ + 24 \cdot 0,6 + 16 \cdot 1,0 + 28 \cdot 0,6 + 24 \cdot 0,5 + 22 \cdot 0,4 + 33 \cdot 0,9 + 34 \cdot 1,1 + 29 \cdot 1,0 + 21 \cdot 0,9 + 31 \cdot 1,1 + \\ + 25 \cdot 0,9 + 26 \cdot 0,7 + 26 \cdot 0,5 + 19 \cdot 0,6 = 575,2 \text{ паскм}$$

$$l_{co} = \frac{7028}{575,2} = 12,1 \text{ км}$$

$$T_M = 14 \cdot (0,52 + 20 \cdot 0,015 + 2 \cdot 0,06 + 0,16) = 14,42 \text{ год.}$$

$$T_H = 1,03 \cdot 14 + 1,3 = 15,63 \text{ год.}$$

$$\beta = \frac{33,4}{49,6} = 0,68.$$

$$\gamma_c = \frac{42 + 38 + 36 + 32 + 38 + 34 + 39 + 31 + 24 + 20 + 24 + 16 + 28 + 24 + 22 + 33 + \\ + 34 + 29 + 21 + 31 + 25 + 26 + 26 + 19}{45 \cdot 22} = 0,75.$$

$$\gamma_c = \frac{42 \cdot 0,4 + 38 \cdot 0,5 + 36 \cdot 0,7 + 32 \cdot 0,5 + 38 \cdot 0,6 + 34 \cdot 0,7 + 39 \cdot 0,5 + 31 \cdot 0,4 + 24 \cdot 0,8 + 20 \cdot 0,9 + 24 \cdot 0,6 + 16 \cdot 1,0 + 28 \cdot 0,6 + 24 \cdot 0,5 + 22 \cdot 0,4 + 33 \cdot 0,9 + 34 \cdot 1,1 + 29 \cdot 1,0 + 21 \cdot 0,9 + 31 \cdot 1,1 + 25 \cdot 0,9 + 26 \cdot 0,7 + 26 \cdot 0,5 + 19 \cdot 0,6}{45 \cdot 17,0} = 0,71$$

2.3 Вибір автобусу

Марку автобусів визначають з врахуванням різних факторів: кількість перевезених пасажирів; коливання пасажиропотоку в різний час доби та вздовж маршруту; режими роботи автобусів; швидкість; довжина маршруту, інтервал відправлення, пропускна здатність дороги; ефективність автобусів та вартість перевезень. Остаточний вибір автобуса здійснюється після порівняння експлуатаційних витрат різних наявних моделей транспортних засобів. Також вибір типу автобуса може базуватися на різних методах економічного порівняння. Дані, що використовуються в розрахунку, включають середньодобовий пасажиропотік, довжину маршруту, час обертів, кількість пасажирів у різний час доби, а також постійні та змінні витрати різних типів автобусів. Нарешті, вибирається тип автобуса з найнижчою вартістю.

На підставі даних щодо пасажиропотоку, наведених у табл. 1.2, було визначено місткість для автобусу. Загальна місткість склала приблизно 40 місць. Було обрано наступні моделі міських автобусів: Heuliez GX127 та Mercedes-Benz Vario 818D. Дані щодо автобусів приведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Дані щодо автобусів

Параметр	Модель	
	Heuliez GX127	Mercedes-Benz Vario 818D
1	2	3
Місткість з урахуванням сидіння та стояння	48 пас.	37 пас.

Продовження табл. 2.3

1	2	3
Місткість з урахуванням тільки сидіння	16 пас.	29 пас.
Довжина	9,42 м	8,3 м
Ширина	2,33 м	2,5 м
Висота	3,3 м	2,9 см
Об'єм двигуна	5000 куб.см.	4249 куб.см.
Потужність	217 к.с	177 к.с
Паливо	Дизель	дизельне
Витрати палива	22 л/100км	15 л/100км
Витрати мастил	1,5 л на 100 л палива	1 л на 100 л палива
Максимальна швидкість	90 км/год	100 км/год

Витрати на організацію перевезень було визначено на підставі моделювання при використанні програми «Diatakt». Результати моделювання представлено у в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Витрати при функціонування маршруту

Вид витрат	Heuliez GX127	Mercedes-Benz Vario 818D
1	2	3
Змінні		
Паливо	9,6 грн/км	13,8 грн/км
Мастило	0,7 грн/км	0,7 грн/км
Засоби для обтирки	0,4 грн/км	0,4 грн/км
Ремонт та оновлення для шин	1,7 грн/км	1,5 грн/км
Обслуговування та ремонт	1,0 грн/км	1,1 грн/км
Запасні частини	1,6 грн/км	1,7 грн/км
Зарплата у водіїв	1,4 грн/км	1,4 грн/км

Арк.

Продовження табл. 2.4

1	2	3
Податок на зарплату, грн/км	0,5 грн/км	0,5 грн/км
Постійні		
Зарплата у водіїв, грн/год	45,0 грн/км	45,0 грн/км
Амортизація	124 грн/км	126 грн/км
Витрати (накладні)	10,8 грн/км	11,1 грн/км
Витрати інші витрати	9,8 грн/км	10,9 грн/км
Податок на зарплату	16,9 грн/км	16,9 грн/км

Після порівняння витрат для автобусів було зроблено висновок, що автобус Heuliez GX127 має менші витрати на експлуатації. Цей автобус будемо використовувати для перевезення 5340 мешканців міста за добу на маршруті пасажирського транспорту.

2.4 Формування розкладу для руху автобусів

Для забезпечення регулярності руху автобусів, підтримки довіри пасажирів та підвищення операційної ефективності, автобусні маршрути обслуговуються суворо відповідно до розкладу руху. Розклад руху є головним нормативним документом для роботи автобусів, що визначає методи роботи, графіки роботи водіїв, кількість транспортних засобів на маршруті та інтервали відправлення. Ключова інформація для створення розкладу руху включає час у рейсі, час зупинок на проміжних та кінцевих зупинках, а також нормативні режимів роботи водіїв. Щоб визначити кількість автобусів, необхідних для цього маршруту, необхідно врахувати дані про пасажиропотік на цьому маршруті. Оскільки на цьому маршруті працюватиме щойно обрана марка транспортних засобів, необхідно визначити максимальний пасажиропотік, щоб визначити пасажиропотік у різний час. На підставі даних табл. 1.2 графічно зображуємо зміну пасажиропотоку за годинами доби для кожного напрямку для руху (рис. 2.1, 2.2).

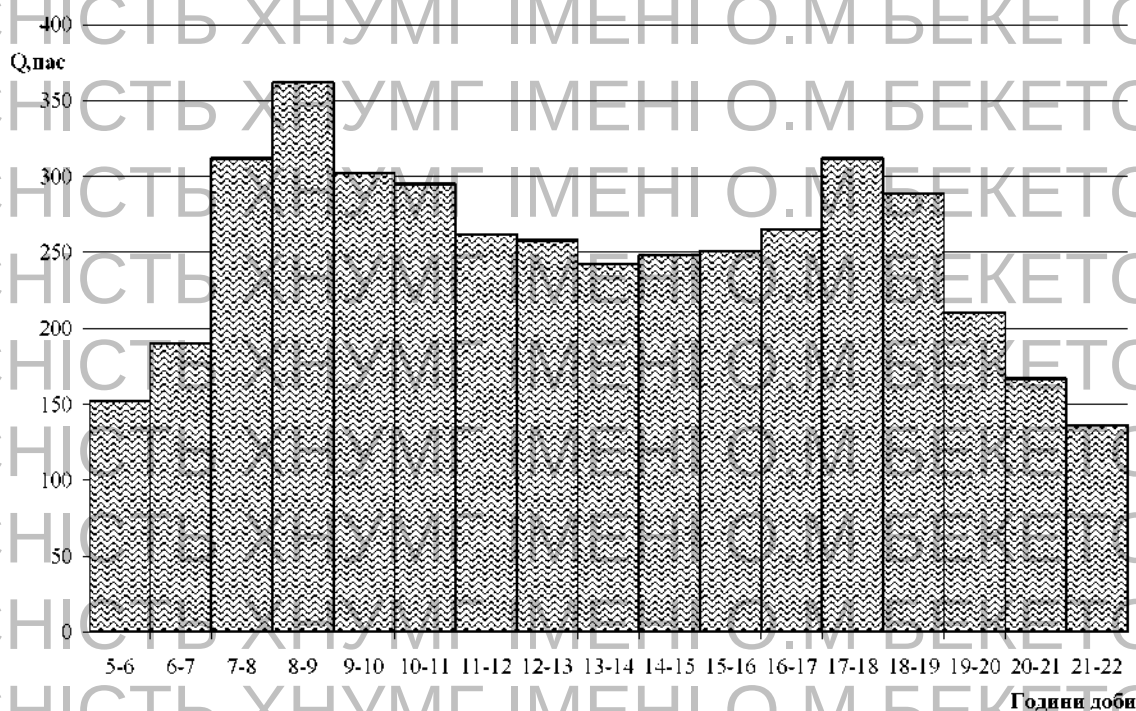


Рисунок 2.1 – Зміна пасажиропотоку за годинами доби для прямого напрямку

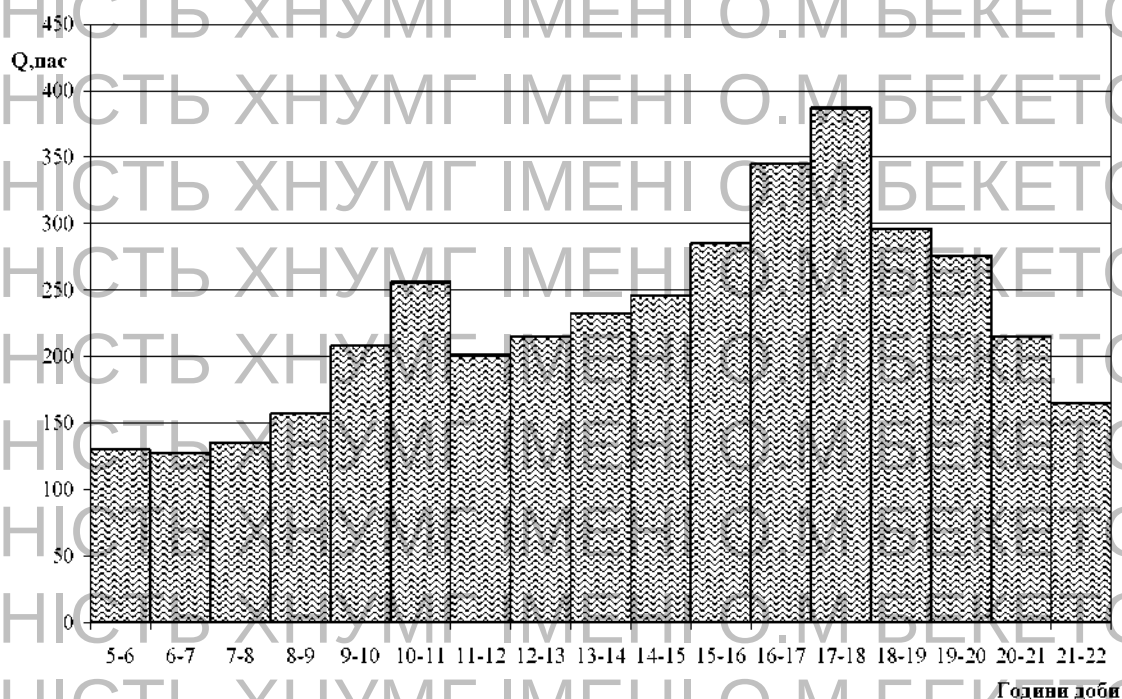


Рисунок 2.2 – Зміна пасажиропотоку за годинами доби для зворотного напрямку

Максимальне значення пасажиропотоку для кожної години доби наводимо у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Максимальне значення пасажиропотоку

Години у добі	Максимальне значення пасажиропотоку, пас
5-6	154
6-7	193
7-8	316
8-9	361
9-10	303
10-11	297
11-12	265
12-13	255
13-14	243
14-15	246
15-16	252
16-17	262
17-18	317
18-19	288
19-20	211
20-21	166
21-22	138

Для кожної години доби визначаємо кількість автобусів:

$$A_i = \frac{F_i \cdot t_{об}}{q_a \cdot \gamma}, \quad (2.10)$$

де A_i – кількість автобусів для i -го інтервалу доби, од;

F_i – пасажиропотік для i -го інтервалу доби, од

$t_{об}$ — час оберту, год.

Час оберту:

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

де $t_{об}$ — час оберту, год.

$\sum_{i=1}^m t_{np.з}$ — час простою для проміжних зупинок, год.

$l_{об}$ — довжина оберту, км.

$\sum_{i=1}^m t_{к.з}$ — час простою для кінцевих зупинок, год.

Інтервал руху для кожного часу визначаємо за залежністю

$$I_i = \frac{t_{об}}{A_j}, \quad (2.12)$$

де I_i — інтервал руху для i -го інтервалу доби, хв.

$$t_{об} = \frac{34}{21} + 0,61 + 0,25 = 2,1 \text{ год.}$$

Для «пікової» години:

$$A_{7-8} = \frac{361 \cdot 2,1}{48 \cdot 1} = 16 \text{ од.}$$

$$I_{7-8} = \frac{2,1}{16} = 0,13 \text{ год.}$$

Для інших інтервалів доби результати розрахунку зводимо до табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Розрахунок кількості автомобілів по годинам доби

Години у добі	Інтервал руху, хв.	Кількість автобусів, од
5-6	12	6
6-7	10	9
7-8	8	13
8-9	9	16
9-10	9	13
10-11	13	13
11-12	10	12
12-13	11	11
13-14	11	11
14-15	11	11
15-16	11	11
16-17	11	11
17-18	9	14
18-19	9	13
19-20	13	9
20-21	17	7
21-22	20	6

Графічно результати розрахунку представляємо на рис. 2.3. На наступному етапі проводимо формування графоаналітичного розрахунку (рис. 2.4).

При час формування графоаналітичного розрахунку режимів роботи автобусів та водіїв необхідно використовувати нормативи роботи для водіїв:

- однозмінний режим - кількість годин для роботи 6 - 9 годин;
- перерваний режим - кількість годин для роботи 8 - 10 годин.

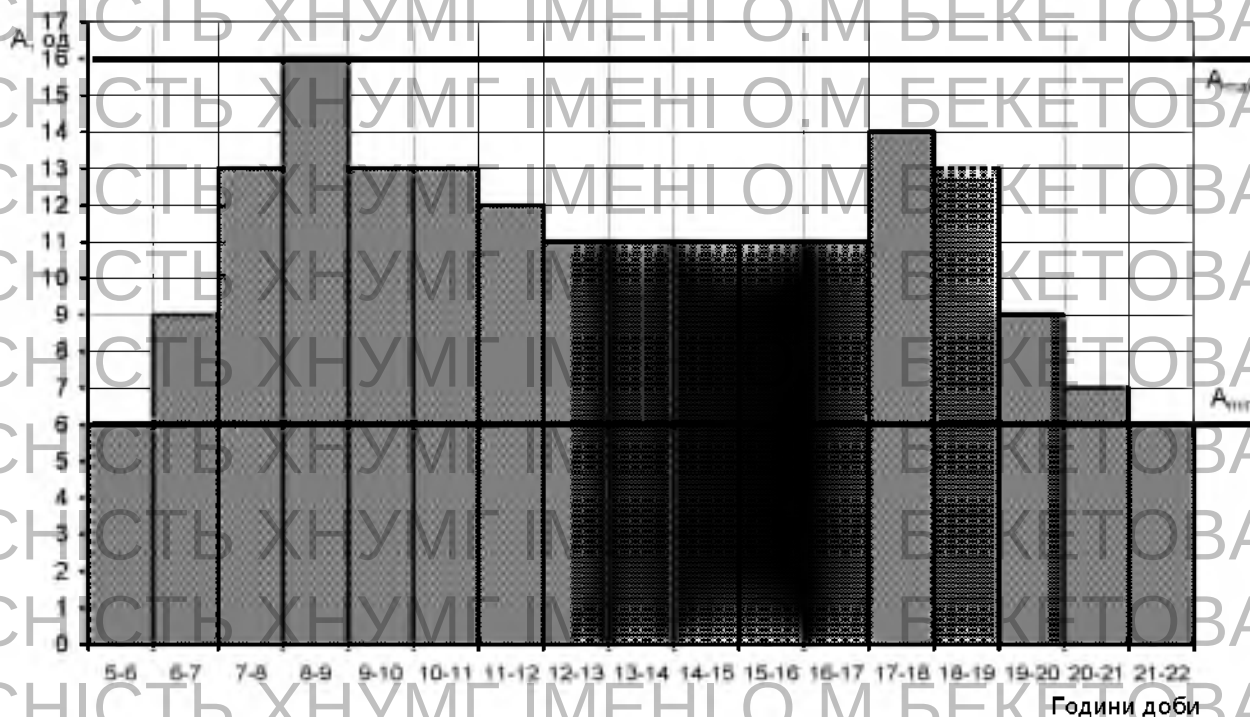
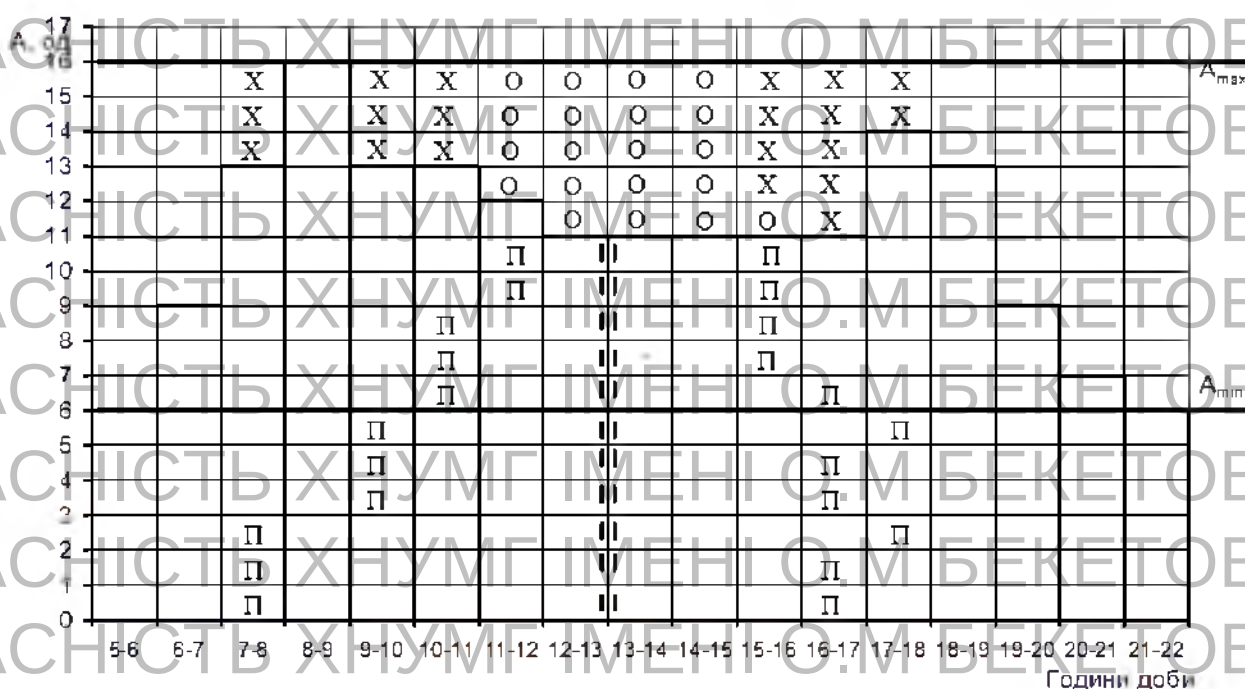


Рисунок 2.3 - Кількість автобусів за годинами доби



X – робота на маршруті; П – перерва; O – відстій; П – перерва.

Рисунок 2.4 – Результати формування графоаналітичного розрахунку

Результати формування графоаналітичного розрахунку дозволяють сформувати розклад руху для автобусів. У табл. 2.7 представлено розклад для першого випуску.

Таблиця 2.7 – Розклад руху для випуску 1

Прибуття	Відправлення	Зупинка	Прибуття	Відправлення
1	2	3	4	5
	4:35		22:50	
5:00	5:05	1	6:55	7:00
5:07	5:08	2	6:51	6:53
5:11	5:13	3	6:46	6:48
5:15	5:17	4	6:42	6:44
5:19	5:20	5	6:38	6:40
5:22	5:23	6	6:35	6:36
5:28	5:30	7	6:28	6:30
5:31	5:32	8	6:26	6:27
5:37	5:38	9	6:19	6:21
Перерва 7:00 - 8:00				
8:00	8:05	1	9:55	10:00
8:07	8:08	2	9:51	9:53
8:11	8:13	3	9:46	9:48
8:15	8:17	4	9:42	9:44
8:19	8:20	5	9:38	9:40
8:22	8:23	6	9:35	9:36
8:28	8:30	7	9:28	9:30
8:31	8:32	8	9:26	9:27
8:37	8:38	9	9:19	9:21
8:39	8:40	10	9:17	9:18

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5
8:44	8:46	11	9:11	9:13
8:49	8:51	12	9:06	9:08
8:53	8:54	13	9:03	9:04
8:56	9:01	14	8:56	9:01
9:55	10:00	1	11:50	11:55
10:02	10:03	2	11:46	11:48
10:06	10:08	3	11:41	11:43
10:10	10:12	4	11:37	11:39
10:14	10:15	5	11:33	11:35
10:17	10:18	6	11:30	11:31
10:23	10:25	7	11:23	11:25
10:26	10:27	8	11:21	11:22
10:32	10:33	9	11:14	11:16
10:34	10:35	10	11:12	11:13
10:39	10:41	11	11:06	11:08
10:44	10:46	12	11:01	11:03
10:48	10:49	13	10:58	10:59
10:51	10:56	14	10:51	10:56
11:50	11:55	1	13:45	13:50
11:57	11:58	2	13:41	13:43
12:01	12:03	3	13:36	13:38
12:05	12:07	4	13:32	13:34
12:09	12:10	5	13:28	13:30

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5
12:12	12:13	6	13:25	13:26
12:18	12:20	7	13:18	13:20
12:21	12:22	8	13:16	13:17
12:27	12:28	9	13:09	13:11
12:29	12:30	10	13:07	13:08
12:34	12:36	11	13:01	13:03
12:39	12:41	12	12:56	12:58
12:43	12:44	13	12:53	12:54
12:46	12:51	14	12:46	12:51
зміна			Перерва 15:40 - 16:40	
13:45	13:50	1	15:40	15:45
13:52	13:53	2	15:36	15:38
13:56	13:58	3	15:31	15:33
14:00	14:02	4	15:27	15:29
14:04	14:05	5	15:23	15:25
14:07	14:08	6	15:20	15:21
14:13	14:15	7	15:13	15:15
14:16	14:17	8	15:11	15:12
14:22	14:23	9	15:04	15:06
14:24	14:25	10	15:02	15:03
14:29	14:31	11	14:56	14:58
14:34	14:36	12	14:51	14:53

Продовження табл. 2.7

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

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5
19:12	19:13	9	19:54	19:56
19:14	19:15	10	19:52	19:53
19:19	19:21	11	19:46	19:48
19:24	19:26	12	19:41	19:43
19:28	19:29	13	19:38	19:39
19:31	19:36	14	19:31	19:36
20:30	20:35	1	22:25	
20:37	20:38	2	22:21	22:23
20:41	20:43	3	22:16	22:18
20:45	20:47	4	22:12	22:14
20:49	20:50	5	22:08	22:10
20:52	20:53	6	22:05	22:06
20:58	21:00	7	21:58	22:00
21:01	21:02	8	21:56	21:57
21:07	21:08	9	21:49	21:51
21:09	21:10	10	21:47	21:48
21:14	21:16	11	21:41	21:43
21:19	21:21	12	21:36	21:38
21:23	21:24	13	21:33	21:34
21:26	21:31	14	21:26	21:31

2.5 Висновки по розділу

Після порівняння витрат для автобусів було зроблено висновок, що автобус Neuliez GX127 має менші витрати на експлуатації. Цей автобус будемо використовувати для перевезення 5340 мешканців міста за добу на маршруті пасажирського транспорту.

На основі даних про пасажиропотік було розраховано необхідну кількість автобусів засобів для різних періодів часу. Розрахунки показують, що для підвищення рентабельності маршруту та на основі даних про пасажиропотік у години пік потрібно 16 автобусів.

З урахуванням кількості автобусів було складено графік руху автобусів.

РОЗДІЛ 3

ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ

На рис. 3.1 показано схему інтенсивності потоків транспорту вздовж перетину. На основі вищезазначеної інформації було створено схему пофазного роз'їзду на показаному перетині (рис. 3.2).

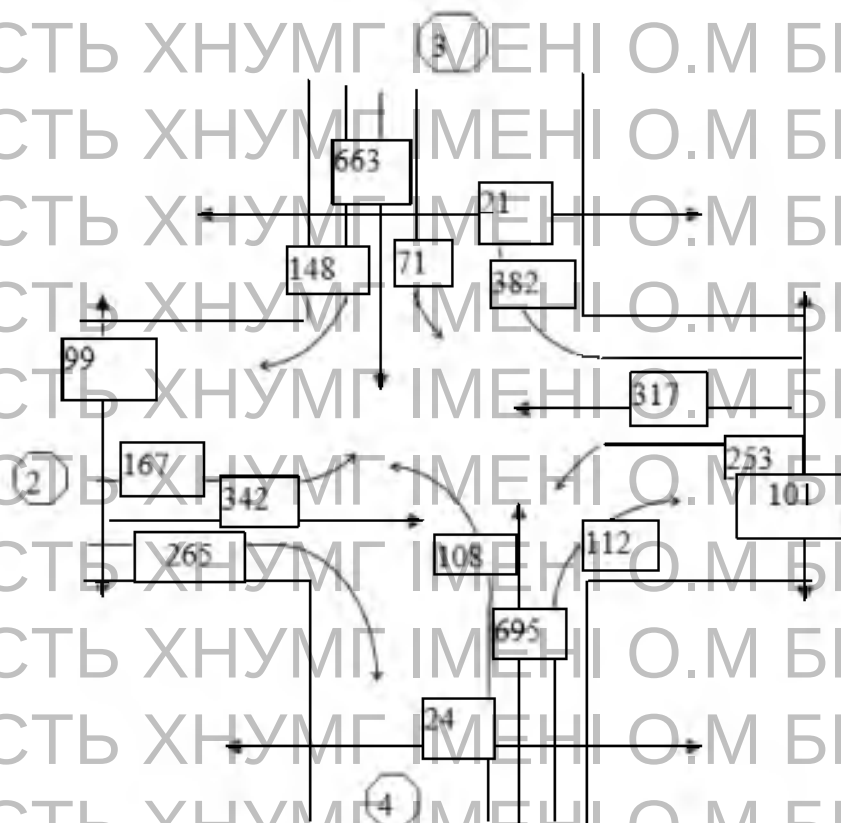
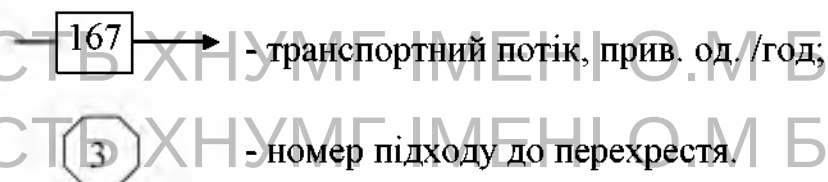


Рисунок 3.1 – Інтенсивності потоків для перехрестя:



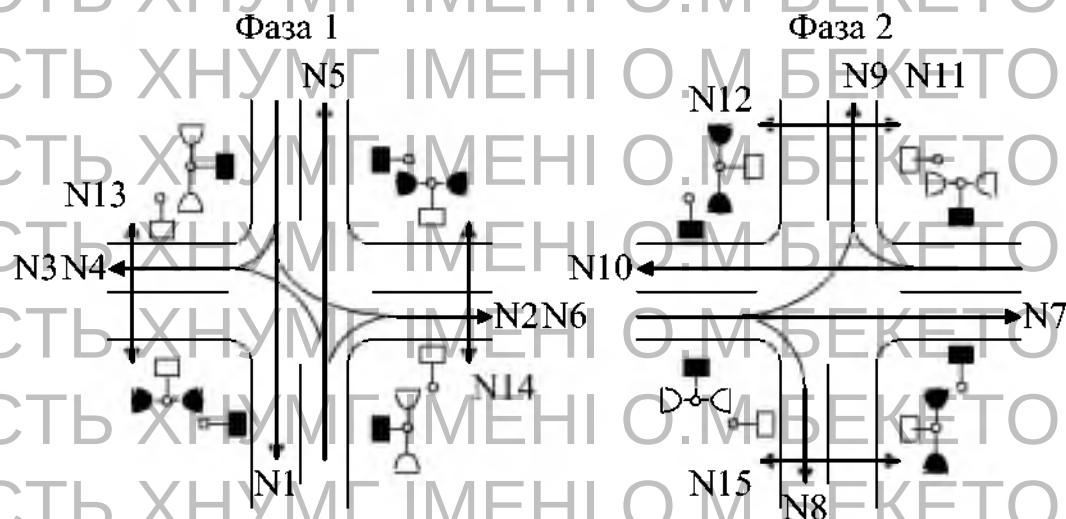


Рисунок 3.2 – Схема організації пофазного роз'їзду

Схематичне зображення розташування технічних засобів представлено на рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Розташування технічних засобів

Визначаємо параметри світлофорного регулювання.

Фазовий коефіцієнт:

$$y_{ij} = N_{ij} / M_{n_{ij}} \quad (3.1)$$

де $N_{ij}, M_{n_{ij}}$ - інтенсивність руху і потік насичення, од/год (табл. 3.1);

y_{ij} — фазовий коефіцієнт.

Таблиця 3.1 – Параметри світлофорного регулювання

Показники	Напрямок											
	Перша фаза регулювання						Друга фаза					
	1-2	1-3	1-4	2-1	2-3	2-4	3-1	3-2	3-4	4-1	4-2	4-3
Інтенсивність руху (авт/год.)	603	182	113	563	108	128	112	148	511	133	110	415
Потік насичення (авт/год.)	1574	2107	1999	1825	1954	2008	1863	2282	1657	2013	2002	1797
Фазовий коефіцієнт	0,383	0,083	0,057	0,309	0,055	0,063	0,07	0,063	0,308	0,064	0,057	0,237
Прийнятий фазовий коефіцієнт	0,383						0,308					

$$y_{1-2} = \frac{603}{1574} = 0,38.$$

Аналогічно проводимо розрахунки для всіх інших напрямків (табл. 3.1). Максимальне значення y_{ij} було взято за розрахунковий фазовий коефіцієнт (табл. 3.1).

Тривалість проміжного такту:

$$t_{ni} = \frac{V_a}{7,2 \cdot a_T} + \frac{3,6 \cdot (l_i + l_a)}{V_a}, \quad (3.2)$$

де V_a - швидкість автомобіля перед перехрестям, км/год;

a_T - уповільнення для автомобілів, м/с²;

l_a - довжина автомобіля у потоці, м;

l_i - відстань до дальньої конфліктної точки від стоп-лінії.

Перша фаза, $l_i = 11,6$ м; друга фаза – 10,6 м.

$$t_{n1} = \frac{55}{7,2 \cdot 3,5} + \frac{3,6 \cdot (11,6 + 5)}{55} = 3,8 \text{ с.}$$

Друга фаза, $l_i = 10,6$ м:

$$t_{n2} = \frac{55}{7,2 \cdot 3,5} + \frac{3,6 \cdot (10,6 + 5)}{55} = 3,2 \text{ с.}$$

Для подальших розрахунків приймаємо 3 с.

Тривалість циклу:

$$T_{\text{ц}} = \frac{(1,5 \cdot T_n + 5)}{(1 - Y)}, \quad (3.3)$$

де $T_n = \sum_i t_{ni}$ - сумарна тривалість для проміжних тактів t_n ;

k - число фаз при регулюванні;

$Y = \sum_{k=1}^{n_p} Y_k$ - сума фазових коефіцієнтів.

$$T_u = \frac{(1,5 \cdot 6 + 5)}{(1 - (0,383 + 0,308))} = 45,3 \text{ с.}$$

Тривалість для основного такту:

$$t_{oi} = \frac{(T_u - T_n) \cdot Y_k}{Y} \quad (3.4)$$

Перша фаза:

$$t_{o1} = \frac{(45 - 6) \cdot 0,383}{0,691} = 21,78 \approx 22 \text{ с.}$$

Друга фаза:

$$t_{o2} = \frac{(45 - 6) \cdot 0,308}{0,691} = 17,5 \text{ с.}$$

Час для пропуску пішоходів:

$$t_{mi1} = 5 + \frac{B_{mi}}{V_{mi}}, \quad (3.5)$$

де B_{mi} – ширина для пропуску пішоходів, м;

V_{mi} – швидкість у пішохода, м/с.

Перша фаза:

$$t_{mi1} = 5 + \frac{15}{1,3} = 16,54 \text{ с.}$$

Друга фаза:

$$t_{\text{нз2}} = 5 + \frac{10}{1,3} = 12,69 \text{ с.}$$

Отримані значення не більше тривалості основного такту. Тривалості основних тактів лишаємо незмінними.

Приймаємо:

$$T_{\text{ц}} = 22 + 17 + 6 = 45 \text{ с.}$$

Після розрахунку всіх елементів циклу світлофора необхідно намалювати циклічну діаграму світлофорів на основі цих елементів. На рис. 3.4 показано циклограму світлофорів на цьому перехресті.

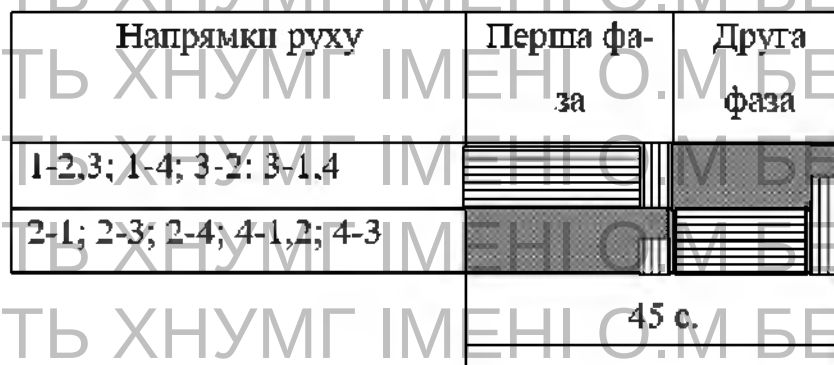


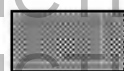
Рисунок 3.4 – Циклограма світлофору:



- зелений сигнал;



- жовтий сигнал;



- червоний сигнал.

ВИСНОВКИ

Маршрут проходить через житлові райони міста, де пасажери можуть зупинитися та перейти на інші маршрути. Виходячи з розподілу пасажиропотоків, можна зробити висновок, що прямий потік більший за зворотний потік щогодини протягом доби.

Після порівняння витрат для автобусів було зроблено висновок, що автобус Neuliez GX127 має менші витрати на експлуатації. Цей автобус будемо використовувати для перевезення 5340 мешканців міста за добу на маршруті пасажирського транспорту.

На основі даних про пасажиропотік було розраховано необхідну кількість автобусів засобів для різних періодів часу. Розрахунки показують, що для підвищення рентабельності маршруту та на основі даних про пасажиропотік у години пік потрібно 16 автобусів.

З урахуванням кількості автобусів було складено графік руху автобусів.

Для підвищення безпеки руху було розраховано параметри світлофорного циклу на перехресті маршруту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Овчар П.А. Імплементация державою європейських вимог в галузі пасажирських перевезень в Україні. – Режим доступу : file:///C:/Users/%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%B0/Downloads/nvnau_tech_2017_275_18.pdf.
2. Маруніч В.С. Організація та управління пасажирськими перевезеннями. Київ : Міленіум, 2018. 529 с
3. Абрамова І. В. Стратегічні орієнтири фінансового забезпечення розвитку пасажирського транспорту // Вісник ЖНАЕУ. – 2017. – № 2, т. 2. – С. 93-98.