

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний

(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему МОДЕЛЮВАННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ
ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ НА МІСЬКОМУ
АВТОБУСНОМУ МАРШРУТІ №69 МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав: студент II курсу, групи T-313м

Спеціальності 275 «Транспортні технології

(за видами)»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

275.03 «Транспортні технології

(на автомобільному транспорті)»


Вячеслав ФУРМАНОВ


(прізвище та ініціали)

Керівник


Олексій КУЗЬКІН

(прізвище та ініціали)

Рецензент


Олександр АРТЮХ

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.03 «Транспортні технології (на _____
автомобільному транспорті)» _____
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ФУРМАНОВА Вячеслава Максимовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Моделювання пасажиропотоків та удосконалення організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті №69 міста Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) д-р. техн. наук, проф. КУЗЬКІН Олексій Феліксович
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» листопада 2024 року №487

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 16 грудня 2024 р.

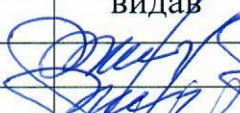





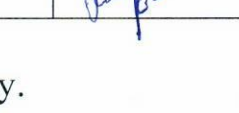
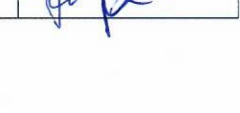
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі пасажиропотоки та обсяги перевезення пасажирів на маршруті, існуючі типи пасажирського рухомого складу, існуючі техніко-економічні показники роботи автобусів на маршруті №69, існуючий паспорт маршруту

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Вибір і обґрунтування рухомого складу на маршрутах, 2.2 Обґрунтування внесення змін у організації руху на маршруті № 69, 2.3 Розрахунок матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій, 2.4 Розрахунок проєктних пасажиропотоків, 2.5 Розрахунок потрібної кількості рухомого складу та вибір режимів роботи автобусних бригад, 2.6 Розробка розкладів руху автобусів на маршрутах, 3. Економічна частина, 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	КУЗЬКІН О.Ф., професор		
2	КУЗЬКІН О.Ф., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	28.10.2024-10.11.2024	
2	Основна частина	11.11.2024-15.12.2024	
3	Економічна частина	16.12.2024-29.12.2024	
4	Охорона праці	20.01.2025-26.01.2025	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	27.01.2025-05.02.2025	

Студент(ка)



(підпис)

Вячеслав ФУРМАНОВ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)



(підпис)

Олексій КУЗЬКІН

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 90 с., 26 табл., 18 рис., 1 дод., 7 джерел.

АВТОБУС, ГРАФОАНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД, МІСЬКИЙ МАРШРУТ,
РОЗКЛАД РУХУ, СОБІВАРТІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Об'єкт дослідження — міський автобусний маршрут загального користування № 69 «пл. Запорізька — пров. Квітковий» міста Запоріжжя.

Мета роботи — аналіз існуючої організації перевезень пасажирів на автобусному маршруті № 69 міста Запоріжжя та розробка рішень щодо покращення якості обслуговування пасажирів та підвищення ефективності використання рухомого складу на маршруті.

Методи дослідження — аналітичні, аналітичне моделювання матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій, графоаналітичний метод розрахунку раціональних систем організації роботи водіїв та водійських бригад на маршруті.

В результаті аналізу існуючої системи організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті загального користування № 69 «пл. Запорізька — пров. Квітковий» у місті Запоріжжя встановлено недостатньо ефективного використання рухомого складу на частині траси маршруту. Пропонується введення комбінованого режиму руху автобусів на маршруті з введенням укорочених випусків. Методом аналітичного розрахунку визначено елементи матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій на звичайному та укороченому маршрутах. Методом графоаналітичного розрахунку встановлено раціональні режими праці та відпочинку водіїв на маршруті, розроблено розклад руху автобусів на маршруті півавтоматизованим методом. Розраховані техніко-економічні показники та виконано економічне обґрунтування пропонованих змін.

ЗМІСТ

С.

Завдання на магістерську роботу	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Стисла характеристика системи міського громадського транспорту міста Запоріжжя.....	8
1.2 Характеристика міського автобусного маршруту № 69 «пл. Запорізька — пров. Квітковий»	11
1.3 Характеристика рухомого складу на маршруті № 69	14
1.4 Обстеження пасажирських потоків на маршруті	17
1.4.1 Методи обстеження пасажиропотоків	17
1.4.2 Обстеження пасажиропотоків на маршруті № 69	19
1.5 Недоліки існуючого стану і постановка задач магістерської роботи..	27
2 Основна частина.....	29
2.1 Вибір і обґрунтування рухомого складу на маршрутах	29
2.2 Обґрунтування внесення змін у організації руху на маршруті № 69..	33
2.3 Розрахунок матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій.	35
2.4 Розрахунок проєктних пасажиропотоків	43
2.5 Розрахунок потрібної кількості рухомого складу та вибір режимів роботи автобусних бригад	45
2.6 Розробка розкладів руху автобусів на маршрутах	57
3 Економічна частина	63
3.1 Розрахунок капітальних вкладень	63
3.2 Розрахунок собівартості перевезень	63
3.3 Розрахунок тарифу на перевезення пасажирів	73
3.4 Розрахунок доходу та прибутку від виконання перевезень	74
3.5 Розрахунок чистої поточної вартості проєктного варіанта	76

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	78
4.1 Заходи з цивільного захисту.....	78
Висновки	81
Перелік джерел посилання	82
Додаток А.....	83

ВСТУП

Автобусний транспорт у містах України є найбільш поширеним видом міського громадського транспорту завдяки таким його перевагам, як можливість швидко та відносно дешево організувати транспортне сполучення, забезпечувати доволі широкі діапазони провізної спроможності завдяки використанню рухомого складу різноманітної пасажиромісткості, простоті відкриття та закриття маршрутів у відповідності до потужностей пасажирських потоків, що склалися у обслуговуваному місті або території [1].

Незважаючи на великий накопичений досвід науковців та практиків у підходах до рішення задач раціональної оптимізації пасажирських перевезень, кожне місто з точки зору розташування пунктів утворення та погашення пасажиропотоків, їх напрямків, конфігурація вулично-дорожньої та транспортної мережі є унікальним, що призводить до необхідності проведення аналізу поточної ситуації на конкретному маршруті конкретної маршрутної мережі з метою удосконалення перевезень та підвищення рівня якості обслуговування пасажирів.

У магістерській роботі розглянуті питання удосконалення організації пасажирських перевезень на міському автобусному маршруті № 69 «Пл. Запорізька — вул. Квіткова» у місті Запоріжжя (Україна). Маршрут має радіальне розташування на плані міста і забезпечує перевезення пасажирів від центру міста до периферійних вулиць Шевченківського району міста. При цьому у периферійній частині міста спостерігається суттєве падіння пасажиропотоку, що призводить до неефективного використання рухомого складу на маршруті. Пропоновані проєктні рішення передбачають введення укороченого маршруту, траса якого співпадає з трасою існуючого маршруту, та застосування на маршрутах нового, більш пасажиромісткого рухомого складу, який забезпечує освоєння проєктних пасажиропотоків з дотриманням належного рівня якості обслуговування пасажирів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Стисла характеристика системи міського громадського транспорту міста Запоріжжя

Масовий міський громадський транспорт, представлений у місті Запоріжжя автобусним, тролейбусним і трамвайним видами транспорту, виконує важливу функцію забезпечення мобільності мешканців та гостей міста, надаючи їм можливість дістатися від місця проживання або перебування до будь-якої точки на карті міста за розумний час та доступних грошових витратах на таке пересування. Крім того, громадський транспорт міста забезпечує можливість переміщення представникам маломобільних, несамодіяльних верств населення та осіб з низьким рівнем доходів, таким як діти, пенсіонери, особи з обмеженими фізичними можливостями тощо.

З урахуванням умов воєнного стану та пошкоджень транспортної інфраструктури у місті Запоріжжя за період 2022-2024 роки система громадського транспорту міста перетерпіла певних змін у порівнянні зі звичайним (нормальним) режимом функціонування. Низка маршрутів фактично не функціонують, рух транспортну та забезпечення технікою на частині маршрутів відбуваються невідповідно укладеним договорам на перевезення пасажирів.

Станом на початок листопада 2024 року у місті функціонують:

- шість трамвайних маршрутів;
- п'ять тролейбусних маршрутів;
- п'ятнадцять автобусних маршрутів, які обслуговуються пасажирським рухомим складом великої пасажиромісткості (до 100 пасажирів) у звичайному режимі руху;
- шістдесят два маршрути, які обслуговуються пасажирським рухомим складом середньої та малої пасажиромісткості (до 40 пасажирів) у режимі маршрутного таксі.

Вартість проїзду для пасажирів на усіх автобусних маршрутах, які обслуговуються автобусами великої пасажиромісткості, тролейбусних та трамвайних маршрутах є однаковою і складає 10,0 грн за одну поїздку, усі пільгові категорії громадян згідно законодавства України (переважно пенсіонери за віком) перевозяться безоплатно. Пасажири можуть сплатити за проїзд з використанням платіжних терміналів, встановлених у салоні транспортних засобів, а також за допомогою мобільних додатків чи безпосередньо готівкою водію.

Вартість проїзду для пасажирів на усіх автобусних маршрутах, які працюють у режимі маршрутного таксі складає 12,0 грн за одну поїздку. Оплата проїзду пасажирами здійснюється готівкою безпосередньо водію транспортного засобу.

За даними комплексного обстеження пасажирських потоків, проведеного востаннє у 2017 році, маршрутна мережа громадського транспорту міста Запоріжжя характеризувалася такими основними показниками:

а) загальна протяжність маршрутної мережі міста — 297 км (автобусна мережа 289 км, тролейбусна мережа 94,2 км, трамвайна мережа 49,7 км);

б) сумарна довжина маршрутів — 1471 км, в тому числі автобусної 1287,8 км, тролейбусної 104,8 км, трамвайної 78,2 км;

в) щільність мережі міського громадського транспорту в цілому — 1,56 км/км², в тому числі автобусної 1,52 км/км², тролейбусної 0,50 км/км², трамвайної 0,26 км/км²;

г) маршрутний коефіцієнт, що визначається як відношення сумарної довжини усіх маршрутів до довжини маршрутної мережі, складає 4,95, в тому числі для автобусного транспорту 4,46, тролейбусного транспорту 1,11 та трамвайного транспорту 1,57.

За таких параметрів маршрутної мережі забезпечується середня відстань пішого підходу пасажирів до найближчих зупинок громадського транспорту приблизно 300 м, що дає можливість пасажирам витратити час на такий підхід у межах 5,0 хв, що відповідає вимогам законодавства.

Схема маршрутної мережі міського масового пасажирського транспорту у місті Запоріжжя наведена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 — Схема мережі громадського транспорту міста Запоріжжя

В цілому, враховуючи умови виконання перевезень, обсяги міграції мешканців міста та області, викликаних воєнними діями, режими роботи промислових підприємств можна констатувати, що міський громадський транспорт у місті в цілому забезпечує потреби мешканців міста у пересуваннях. Основні складнощі в організації перевезень пасажирів полягають у дефіциті водіїв автобусів у автоперевізників, крім того,

організація перевезень пасажирів на окремих маршрутах у пізній час доби (після 21:00 години) викликає нарікання городян.

1.2 Характеристика міського автобусного маршруту № 69 «пл. Запорізька – пров. Квітковий»

Міський автобусний маршрут загального користування (схема маршруту наведена на рис. 1.2) забезпечує пасажирські кореспонденції мешканців та працівників Дніпровського, Вознесенівського та Шевченківського районів міста Запоріжжя. Траса маршруту пролягає на плані міста у східно-західному напрямку.

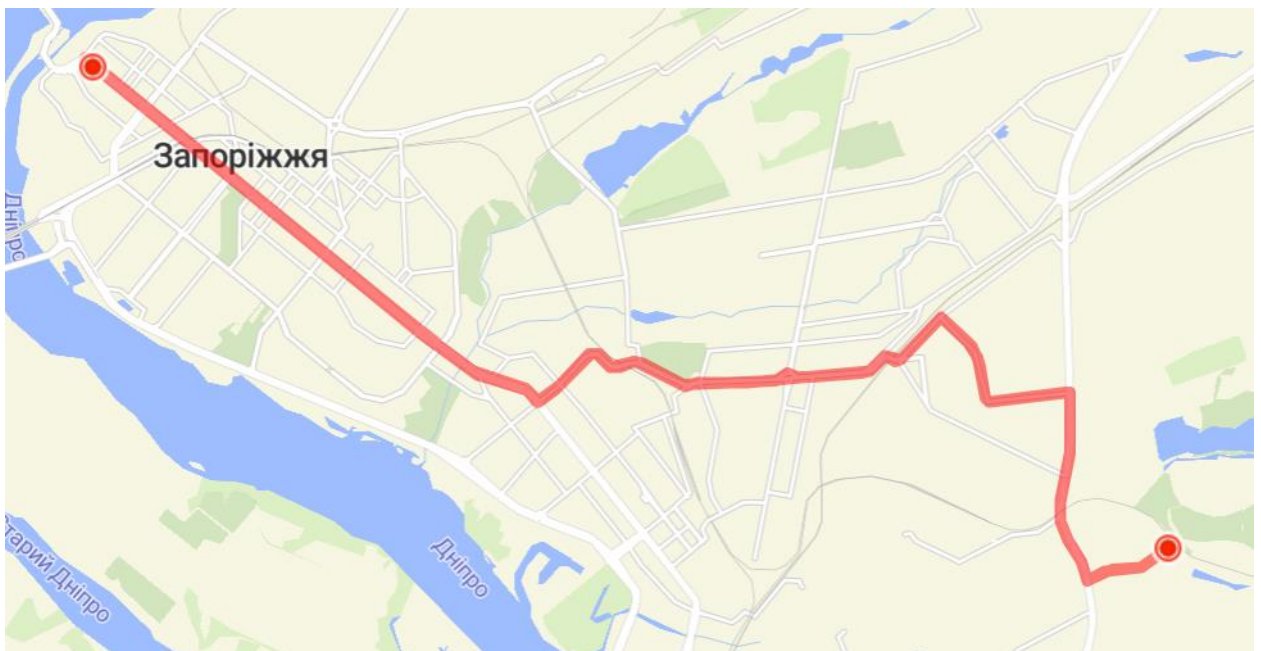


Рисунок 1.2 — Схема міського автобусного маршруту № 69

Транспортне обслуговування пасажирів на маршруті здійснює автоперевізник ФОП Микитенко О. В.

На маршруті використовується рухомий склад малої пасажиромісткості у кількості 6 одиниць у будні дні тижня та 4 одиниці у вихідні дні тижня. Інтервали руху на маршруті у будні та вихідні дні по годинних проміжках наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 — Інтервали руху на маршруті № 69

Дні тижня	Інтервал руху по годинах доби, хв. у часових проміжках			
	6:00 – 9:00	9:00 – 15:00	15:00 – 19:00	19:00 – 22:00
Будні	20,0	20,0	20,0	30,0
Вихідні	20,0	20,0	20,0	30,0

Маршрут налічує 25 зупинок у прямому напрямку та 27 зупинок у зворотному напрямку. Перелік зупинок та перегонів маршруту № 69 наведений у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 — Перелік зупинок та перегонів маршруту № 69

Прямий напрямок			Зворотний напрямок		
№ з/п	Назва зупинки	Довжина перегону, км.	№ з/п	Назва зупинки	Довжина перегону, км
1	пл. Запорізька	–	1	пров. Квітковий	–
2	К/З ім. Глінки	0,4	2	вул. Молочна	1,1
3	пр. Металургів	0,4	3	Мокрянка	0,5
4	пл. ім. Поляка О. В.	0,7	4	М'ясокомбінат	0,7
5	бул. Шевченка	0,5	5	Цегляний завод	0,3
6	вул. Миру	0,5	6	вул. Корищенка	0,8
7	вул. Сталеварів	0,3	7	Школа	0,4
8	ТЦ «Україна»	0,5	8	вул. Кольорова	0,4
9	пл. Фестивальна	0,8	9	Училище № 27	0,6
10	вул. Д. Донцова	0,5	10	вул. Карпенка-Карого	0,7
11	вул. Українська	1,7	11	Стадіон «Стріла»	0,7
12	вул. П. Захаріна	0,6	12	вул. Іванова	0,8

Кінець таблиці 1.2.

Прямий напрямок			Зворотний напрямок		
№ з/п	Назва зупинки	Довжина перегону, км.	№ з/п	Назва зупинки	Довжина перегону, км
13	вул. Стефанова	0,5	13	Уральські казарми	1,0
14	Уральські казарми	0,7	14	вул. Стефанова	0,7
15	вул. Іванова	0,8	15	вул. П. Захаріна	0,7
16	вул. Карпенка-Карого	1,6	16	вул. Українська	0,7
17	Училище № 27	0,9	17	М-н Вернадського	0,2
18	вул. Кольорова	0,6	18	вул. Д. Донцова	1,4
19	Школа	0,4	19	пл. Фестивальна	0,6
20	вул. Корищенко	0,4	20	ТЦ «Україна»	0,6
21	Цегляний завод	0,8	21	вул. Сталеварів	0,6
22	М'ясокомбінат	0,4	22	вул. Миру	0,4
23	Мокрянка	0,6	23	бул. Шевченка	0,6
24	вул. Молочна	0,4	24	пл. Поляка О. В.	0,4
25	пров. Квітковий	1,2	25	пр. Металургів	0,8
			26	К/З ім. Глінки	0,3
			27	пл. Запорізька	16,6
Разом		16,5	Разом		16,6

У табл. 1.3 наведені загальні показники маршруту згідно даних, наведений у його паспорті.

Таблиця 1.3 — Загальні показники маршруту № 69

Найменування показника	Кількісні значення показника за напрямками руху	
	прямий	зворотний
1. Довжина маршруту, км	16,5	17,8
2. Тривалість рейсу, хв.	62 (45)	65 (45)
3. Зупинки тарифні, кількість	25	27

На маршруті наявні обладнані та облаштовані майданчики для розвороту автобусів наприкінці виконання рейсів у кінцевих пунктах маршруту. Траса маршруту має один перетин з малодіяльним залізничним переїздом, що не охороняється (вул. Іванова, поблизу АБ «Прогрес» ім. Івченка, власник АТ «Мотор-Січ») та три перетини з трамвайними коліями (на перехрестях вулиць пр. Соборний – вул. В. Зайцева, вул. Іванова – вул. Моторобудівників та вул. Іванова – вул. Карпенка-Карого). На трасі маршруту наявні три мости (шляхопроводи) з вузькою проїзною частиною (пл. Поляка, вул. Карпенка-Карого та вул. Стефанова).

Шляхи прямування і довжини нульових рейсів:

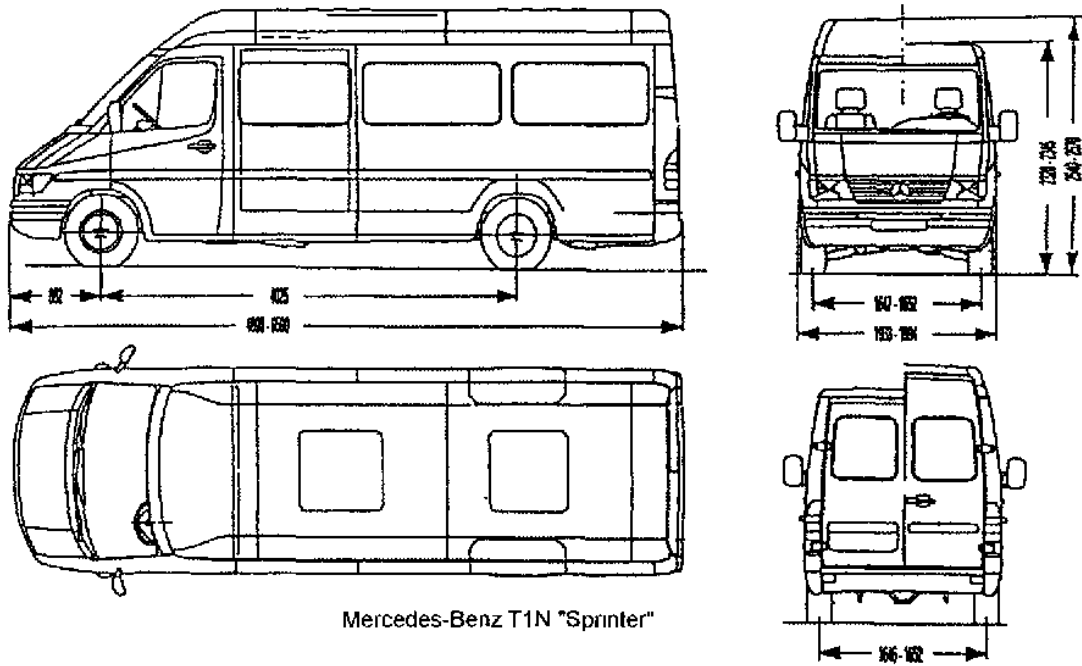
– з парку на маршрут: вул. Військбуд, 20 — вул. Стартова — тр. Харків – Сімферополь — вул. Молочна — пров. Квітковий (зуп. «пров. Квітковий»), довжина 10,0 км;

– з маршруту до парку: пров. Квітковий (зуп. «пров. Квітковий») — вул. Молочна — тр. Харків – Сімферополь — вул. Стартова — вул. Військбуд, 20, довжина 10,0 км.

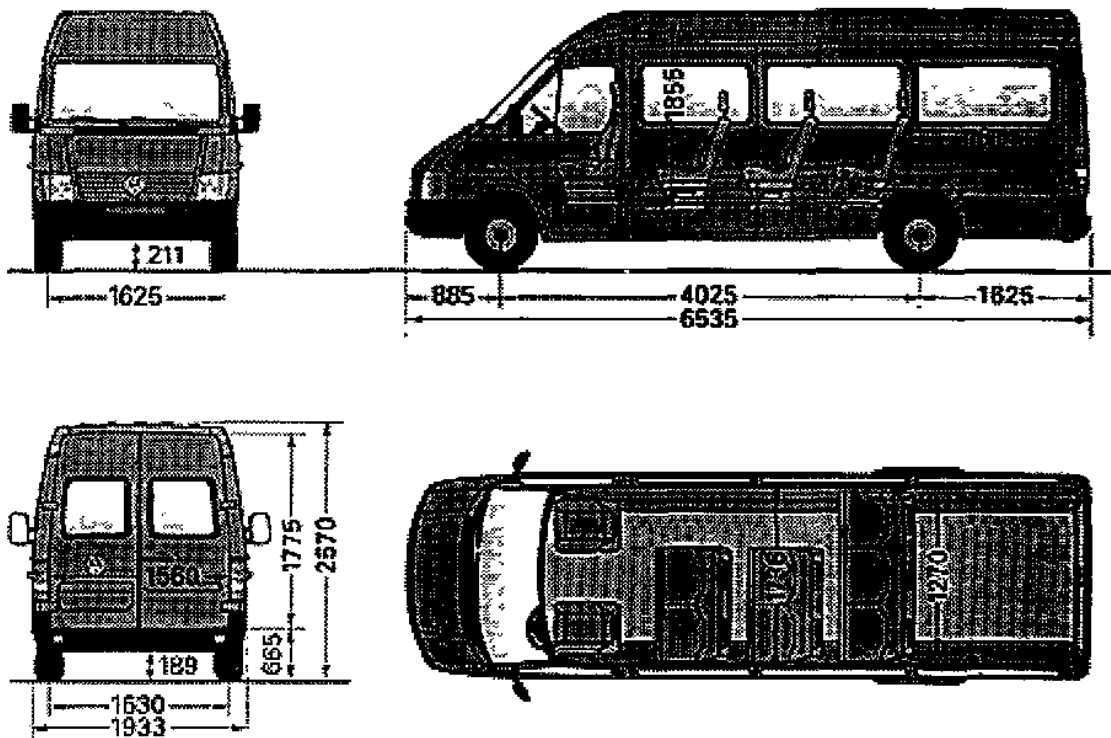
Середня експлуатаційна швидкість на маршруті складає 15,4 км/год.

1.3 Характеристика рухомого складу на маршруті № 69

На даний час маршрут № 69 «пл. Запорізька — пров. Квітковий» обслуговується рухомим складом малої пасажиромісткості (мікроавтобусами) Mercedes Sprinter та Volkswagen LT різних модифікацій та років випуску. Більшість автобусів є переобладнаними з вантажопасажирських на пасажирські, з кількістю місць для сидіння 18 та трирядним плануванням салону (подвоєні сидіння по лівому борту автобуса та одиночні сидіння по правому борту автобуса, всього 6 рядів). Габаритні креслення автобусів наведені на рис. 1.3.



a)



б)

Рисунок 1.3 — Габаритні креслення автобусів малої пасажиромісткості Mercedes Sprinter (а) та Volkswagen LT (б)

Технічні характеристики рухомого складу, який обслуговує міський автобусний маршрут № 69 наведені у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 — Технічні характеристики автобусів

Характеристика	Значення характеристики для автобуса	
	Mercedes	Volkswagen
	Sprinter	LT
1. Габаритні розміри автобуса, мм:		
довжина	6595	6540
ширина	1995	1935
висота від поверхні дороги	2570	2570
2. Колісна база автобуса, мм	4025	4025
3. Маса спорядженого автобуса, кг	2201	2090
4. Кількість місць для проїзду сидячи, од.	18	18
5. Загальна пасажиромісткість, пас.	34	34

Мікроавтобус Mercedes Sprinter — представник сімейства автобусів малої пасажиромісткості німецького концерну «Даймлер-Бенц». Вперше автобус був представлений у 1995 році як малотоннажний вантажопасажирський автомобіль. Автобус сконструйовано за компонувальною схемою з несучим кузовом, напівкапотною схемою компонування, встановленим повздовжньо попереду двигуном, приводом на задні колеса. Автобус має дві двері, одна з яких лише для водія. Рульове кермо — рейкове з гідропідсилювачем. Підвіска — пружинно-важільна. Однією з переваг автобусів Mercedes Sprinter є встановлені на них економічні двигуни, переважно дизельні (CDI), хоча випускаються і модифікації з бензиновим двигуном. Потужність двигунів від 60 кВт (82 к. с.) до 115 кВт (156 к. с.) при частоті обертів колінчастого валу двигуна від 1400 ... 1600 об./хв. до 2400 ... 2600 об. / хв. Основний завод з виробництва автобусів розташований у Дюссельдорфі (Німеччина).

Мікроавтобус Volkswagen LT почав вироблятися на підприємстві у Ганновері (Німеччина) у 1975 році як вантажний фургон. Перша модифікація автобуса на базі цього фургону мала сім місць для сидіння окрім водія і забезпечувала дуже комфортні умови проїзду для пасажирів через забезпечення кожному з них доволі великого особистого простору. Автобус має у позначенні повну масу, тож, наприклад, автобус Volkswagen LT-35 має повну масу 3,5 тонни. Друге покоління автобусів, яке вироблялось з 1996 по 2006 рік, було розроблене спільно с концерном «Даймлер-Бенц», тому автобуси Mercedes Sprinter та Volkswagen LT виглядають майже однаково та мають схожі технічні характеристики. На автобуси встановлюють дизельні двигуни (TDI) потужністю від 83 к. с. до 156 к. с. з п'ятиступеневою коробкою передач та витратою палива до 11 л/100 км пробігу у міському циклі. Ємність паливного баку автобуса складає 76 літрів.

1.4 Обстеження пасажирських потоків на маршруті

1.4.1 Методи обстеження пасажиропотоків

Пасажиропотік представляє собою числовий вираз попиту на пасажирські перевезення на окремому маршруті, його перегоні, ділянці або в цілому на маршрутній мережі міського пасажирського транспорту. Як відомо, попит на пасажирські перевезення у містах не є сталим і змінюється у часі — виділяють внутрішньодобові, добові, тижневі, місячні, сезонні та річні його коливання. Встановлення величини пасажиропотоку для міського автобусного маршруту є однією з найважливіших задач організації перевезень пасажирів, оскільки саме його величина визначає кількість рухомого складу для задоволення попиту на перевезення на маршруті з боку пасажирів та є основою для складення розкладів руху на маршруті. З цією метою необхідно мати інформацію потужності пасажиропотоків у кожному з напрямків маршруту для

кожного перегону маршруту по кожній годині функціонування маршруту протягом доби [2].

Практиками відділів експлуатації автотранспортних підприємств та науковцями розроблено низку методів отримання даних про пасажирські потоки на міських маршрутах громадського транспорту, до яких відносяться: анкетний, табличний, трафаретний, обліковий, візуальний тощо. Однак законодавством України (Порядок організації перевезень пасажирів і багажу автомобільним транспортом) для вивчення попиту на перевезення пасажирів на пасажирському автомобільному транспорті визначено лише три з них: табличний, обліковий та візуальний.

Табличний метод застосовується для обстеження пасажирських потоків на міських та приміських автобусних маршрутах і передбачає визначення кількості пасажирів, що увійшли та вийшли з автобуса на кожній зупинці маршруту обліковцями, які розташовуються у салоні автобуса або на зупинках.

Обліковий метод застосовується для обстеження пасажирських потоків на міжміських автобусних маршрутах та передбачає обробку відомостей про продані на кожний рейс квитків із зазначенням початкової та кінцевої зупинки поїздки пасажирів, систематизацію цієї інформації та подальше моделювання пасажиропотоків.

Візуальний метод може застосовуватись для обстеження пасажиропотоків на міських та приміських автобусних маршрутах та передбачає візуальне визначення ступеня наповнення салону автобусів у години «пік» на найбільш пасажиронапруженому перегоні або зупинці маршруту обліковцями у кожному з напрямків руху автобусів з метою коригування необхідної кількості рухомого складу на маршруті у відповідності до пасажиропотоку.

Обстеження може здійснюватися одночасно на усіх маршрутах маршрутної мережі міста (комплексне обстеження пасажиропотоків), у разі суттєвої зміни пасажиропотоків (вибіркове обстеження пасажиропотоків) та через чотири місяці після відкриття нового маршруту (коригувальне обстеження пасажиропотоків).

1.4.2 Обстеження пасажиропотоків на маршруті № 69

Для визначення пасажиропотоків на маршруті використаємо табличний метод обстеження пасажиропотоків. Дані про кількість пасажирів, що увійшли та вийшли з автобуса на кожній зупинці маршруту, зібрані обліковцями під час комплексного обстеження пасажиропотоків у місті Запоріжжя та внесені до маршрутних таблиць. Надалі дані з маршрутних таблиць введені до комп'ютерної інформаційно-аналітичної системи TRANSIT (розробка кафедри «Транспортні технології» Національного університету «Запорізька політехніка»). По результатах обробки маршрутних таблиць інформаційно-аналітична система видає такі документоформи: порейсові показники, погодинні показники, розгорнуті погодинні показники, добові показники, максимально завантажені перегони маршруту, визначення пікових періодів доби та пікові періоди доби з відповідними пасажиропотоками. Сформовані документоформи можуть бути збережені у файлі або роздруковані на паперових носіях.

Результати обстеження пасажиропотоків на маршруті № 69 у вигляді добових показників по напрямках маршруту наведені у табл. 1.5–1.6 та графічно у вигляді погодинного розподілу кількості пасажирів на маршруті на рис. 1.4–1.5. Максимально завантажені перегони маршруту № 69 по годинах доби за напрямками наведені у табл. 1.6–1.7.

Таблиця 1.5 — Добові показники пасажироперевезень на маршруті № 69 (прямий напрямок)

№ з/п	Назва зупинки	Довжина перегону, км	Вііхало	Вийшло	Зайшло	Коеф. викор. містк.	Пас. обіг зупинки, пас.	Пас. обіг перегону, пас-км
1	пл. Запорізька	–	78	0	78	0,11	78	0,0
2	К/З ім. Глінки	0,4	121	0	43	0,16	43	31,2

Кінець таблиці 1.5.

№ з/п	Назва зупинки	Довжина перегону, км	Вийшло	Вийшло	Зайшло	Коеф. викор. містк.	Пас. обіг зупинки, пас.	Пас. обіг перегону, пас-км
3	пр. Металургів	0,4	289	2	170	0,38	172	36,3
4	пл. ім. Поляка О. В.	0,7	318	0	29	0,43	29	231,2
5	бул. Шевченка	0,5	370	0	52	0,50	52	127,2
6	вул. Миру	0,5	400	5	35	0,54	40	222,0
7	вул. Сталеварів	0,3	456	11	67	0,61	78	160,0
8	ТЦ «Україна»	0,5	524	12	80	0,70	92	228,0
9	пл. Фестивальна	0,8	557	19	52	0,75	71	314,4
10	вул. Д. Донцова	0,5	619	13	75	0,83	88	334,2
11	М-н Вернадського	1,0	628	14	23	0,85	37	866,6
12	вул. Українська	0,7	664	24	60	0,90	84	188,4
13	вул. П. Захаріна	0,6	667	7	10	0,90	17	464,8
14	вул. Стефанова	0,5	667	7	7	0,90	14	466,9
15	Уральські казарми	0,7	682	32	47	0,93	79	466,9
16	вул. Іванова	0,8	642	91	51	0,87	142	682,0
17	вул. Карпенка-Карого	1,6	596	66	20	0,81	86	963,0
18	Училище № 27	0,9	607	30	41	0,82	71	536,4
19	вул. Кольорова	0,6	544	71	8	0,74	79	485,6
20	Школа	0,4	422	129	7	0,58	136	217,6
21	вул. Корищенка	0,4	288	144	10	0,40	154	168,8
22	Цегляний завод	0,8	246	48	6	0,34	54	230,4
23	М'ясокомбінат	0,4	206	48	8	0,28	56	98,4
24	Мокрянкa	0,6	150	58	2	0,20	60	123,6
25	вул. Молочна	0,4	91	62	3	0,13	65	60,0
26	пров. Квітковий	1,2	7	84	0	0,01	84	109,2
Разом				10839	977	984		1961
Середнє значення				433,5	37,5	37,8	0,58	75,4
Максимальне значення				682	144	170	0,93	172

Таблиця 1.6 — Добові показники пасажироперевезень на маршруті № 69
(зворотний напрямок)

№ з/п	Назва зупинки	Довжина перегону,			Коеф. викор. містк.	Пас. обіг зупинки, пас.	Пас. обіг перегону, пас-км	
		км	Вийшло	Вийшло				Зайшло
1	пров. Квітковий	–	56	0	56	0,09	56	0,0
2	вул. Молочна	1,1	143	3	90	0,21	93	67,2
3	Мокрянка	0,5	204	0	61	0,29	61	57,2
4	М'ясокомбінат	0,7	279	0	75	0,40	75	122,4
5	Цегляний завод	0,3	307	0	28	0,44	28	111,6
6	вул. Корищенка	0,8	474	13	180	0,67	193	245,6
7	Школа	0,4	570	6	102	0,82	108	189,6
8	вул. Кольорова	0,4	632	18	80	0,91	98	228,0
9	Училище № 27	0,6	613	51	32	0,88	83	379,2
10	вул. Карпенка-Карого	0,7	651	26	64	0,93	90	551,7
11	Стадіон «Стріла»	0,7	652	11	12	0,94	23	455,7
12	вул. Іванова	0,8	729	64	141	1,04	205	652,0
13	Уральські казарми	1,0	730	47	48	1,04	95	729,0
14	вул. Стефанова	0,7	733	15	18	1,04	33	511,0
15	вул. П. Захаріна	0,7	714	23	4	1,02	27	513,1
16	вул. Українська	0,7	645	78	9	0,91	87	499,8
17	М-н Вернадського	0,2	623	41	19	0,89	60	193,5
18	вул. Д. Донцова	1,4	551	85	13	0,79	98	872,2
19	пл. Фестивальна	0,6	505	58	12	0,73	70	330,6
20	ТЦ «Україна»	0,6	432	89	16	0,62	105	303,0
21	вул. Сталеварів	0,6	354	87	9	0,50	96	216,0
22	вул. Миру	0,4	322	38	6	0,46	44	141,6
23	бул. Шевченка	0,6	278	54	10	0,40	64	193,2
24	пл. Поляка О. В.	0,4	267	15	4	0,39	19	111,2
25	пр. Металургів	0,8	65	206	4	0,09	210	213,6
26	К/З ім. Глінки	0,3	20	45	0	0,04	45	19,5
27	пл. Запорізька	16,6	0	23	0	0,00	23	8,0
Разом				11546	1096	1093		2189
Середнє значення				444,0	40,5	40,4	0,63	81,0
Максимальне значення				733	206	180	1,04	210

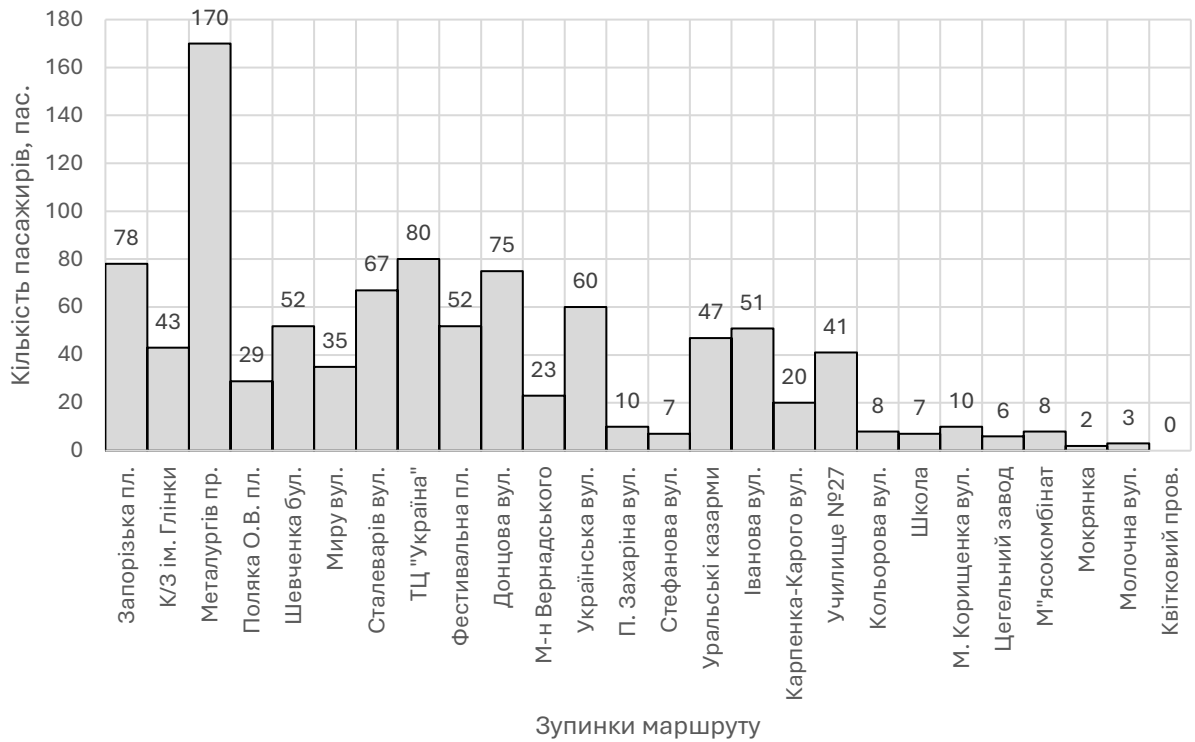


Рисунок 1.4 — Розподіл обсягів перевезень пасажирів на маршруті № 69 по годинах доби (прямий напрямок)

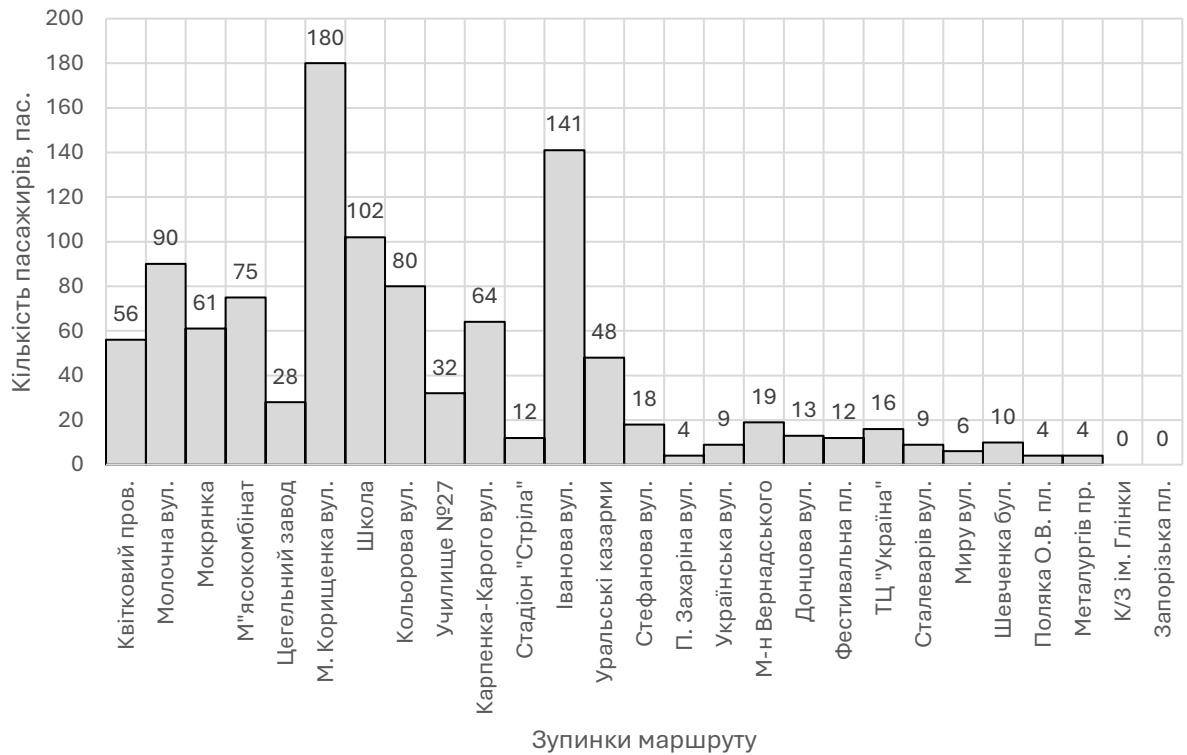


Рисунок 1.5 — Розподіл обсягів перевезень пасажирів на маршруті № 69 по годинах доби (зворотний напрямок)

Таблиця 1.7 — Максимально завантажені перегони маршруту № 69 по годинах доби (прямий напрямок)

Період доби	Перегін	Пасажирський потік, пас./год.
5 – 6	Поляка О.В. пл. – Шевченка бул.	26
6 – 7	Уральські казарми – Іванова вул.	66
7 – 8	Миру вул. – Сталеварів вул.	83
8 – 9	Школа – М. Корищенко вул.	80
9 – 10	Українська вул. – П. Захаріна вул.	80
10 – 11	Кольорова вул. – Школа	32
11 – 12	М-н Вернадського – вул. Донцова	70
12 – 13	ТЦ «Україна» – Фестивальна пл.	110
13 – 14	Уральські казарми – Іванова вул.	160
14 – 15	Училище №27 – Кольорова вул.	26
15 – 16	Іванова вул. – Карпенка-Карого вул.	81
16 – 17	Училище №27 – Кольорова вул.	28
17 – 18	Гагаріна вул. – Пушкіна майдан	210
18 – 19	Іванова вул. – Карпенка-Карого вул.	200
19 – 20	Училище №27 – Кольорова вул.	180
20 – 21	Молочна вул. – Квітковий пров.	90
21 – 22	Іванова вул. - Карпенка-Карого вул.	53

Таблиця 1.8 — Максимально завантажені перегони маршруту № 69 по годинах доби (зворотний напрямок)

Період доби	Перегін	Пасажирський потік, пас./год.
5 – 6	Кольорова вул. – Училище №27	55
6 – 7	Карпенка-Карого вул. – Стадіон «Стріла»	180
7 – 8	Стефанова вул. – П. Захаріна вул.	225

Кінець таблиці 1.8.

Період доби	Перегін	Пасажирський потік, пас./год.
8 – 9	Фестивальна пл. – ТЦ «Україна»	200
9 – 10	Іванова вул. – Уральські казарми	130
10 – 11	П. Захаріна вул. – Українська вул.	105
11 – 12	Іванова вул. – Уральські казарми	120
12 – 13	П. Захаріна вул. – Українська вул.	35
13 – 14	Іванова вул. – Уральські казарми	84
14 – 15	Українська вул. – Пушкіна майдан	165
15 – 16	Уральські казарми – Стефанова вул.	220
16 – 17	Миру вул. – Шевченка бул.	220
17 – 18	Училище №27 – Карпенка-Карого вул.	91
18 – 19	Донцова вул. – Фестивальна пл.	37
19 – 20	Іванова вул. – Уральські казарми	25
20 – 21	Кольорова вул. – Училище №27	55

Епюри пасажиропотоків на максимально завантажених перегонах маршруту № 69 за напрямками руху наведені на рис. 1.6–1.7. Розрахункові пасажиропотоки для визначення необхідної кількості рухомого складу визначаються як максимальні з отриманих по результатам обстеження пасажиропотоків за напрямками маршруту по годинах доби за формулою

$$P_{t\max} = \max \{ P_t^{\text{пр}}; P_t^{\text{зв}} \}, \quad (1.1)$$

де $P_{t\max}$ — розрахунковий пасажиропотік на маршруті за годину t ;

$P_t^{\text{пр}}$ — максимальний пасажиропотік на перегоні маршруту у прямому напрямку за годину t ;

$P_t^{\text{зв}}$ — максимальний пасажиропотік на перегоні маршруту у зворотному напрямку за годину t .

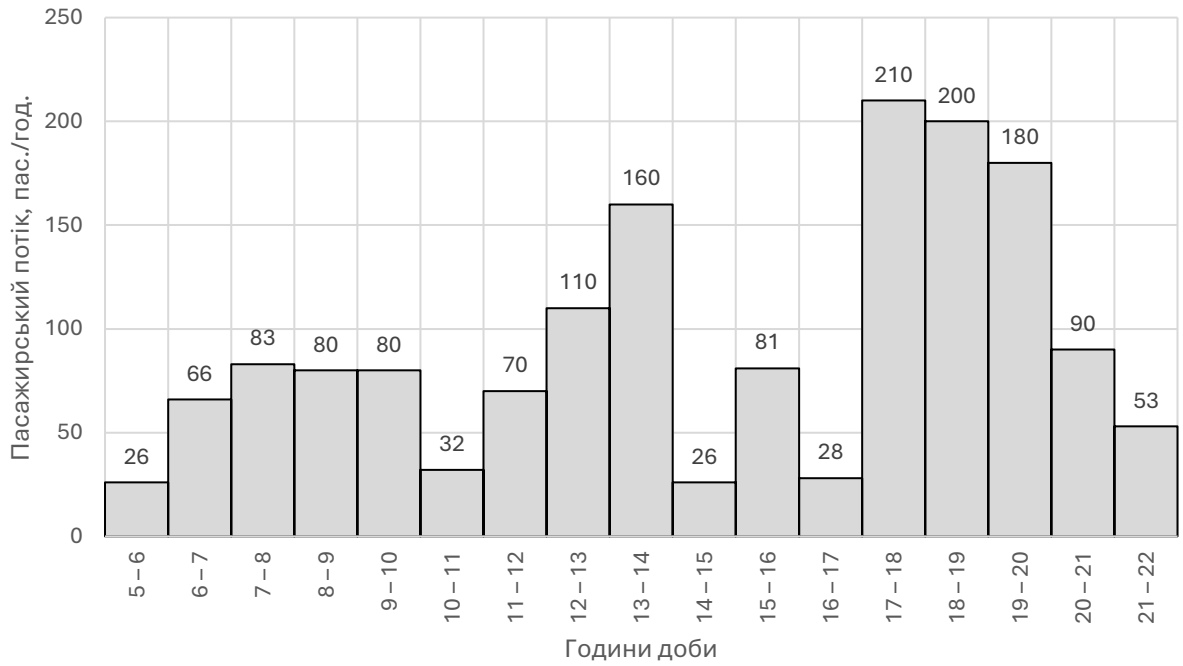


Рисунок 1.6 — Максимально завантажені перегони маршруту № 69 по годинах доби (прямий напрямок)

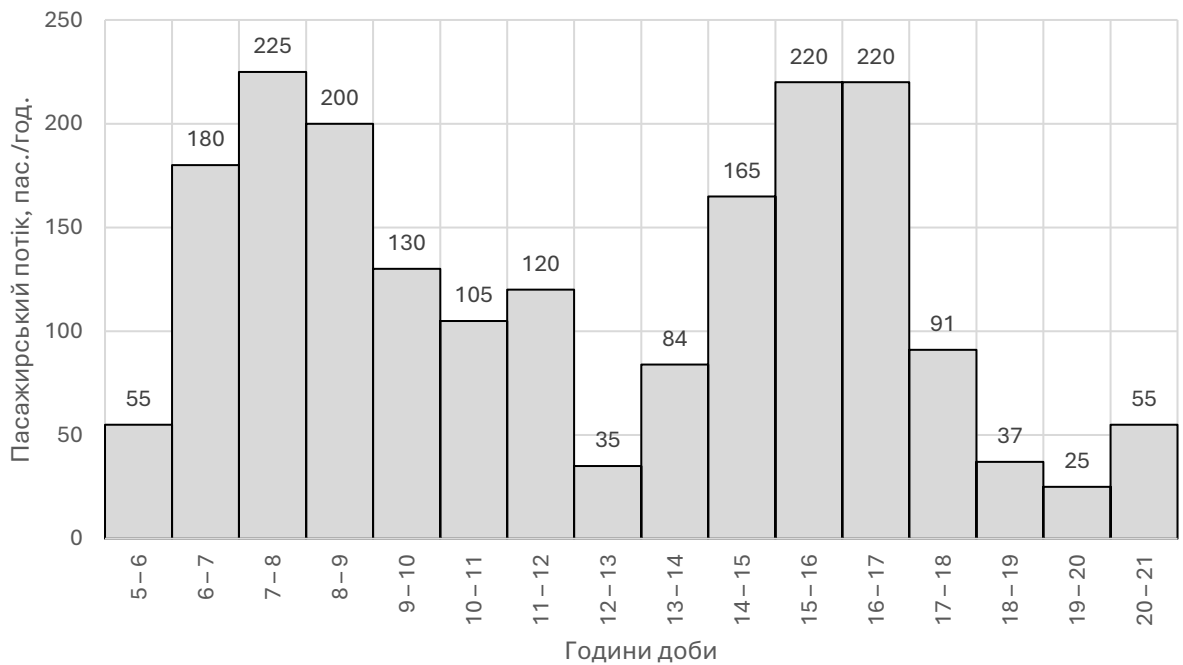


Рисунок 1.7 — Максимально завантажені перегони маршруту № 69 по годинах доби (зворотний напрямок)

Розрахунковий годинний пасажиропотік на маршруті № 69 наведено на рис. 1.8.

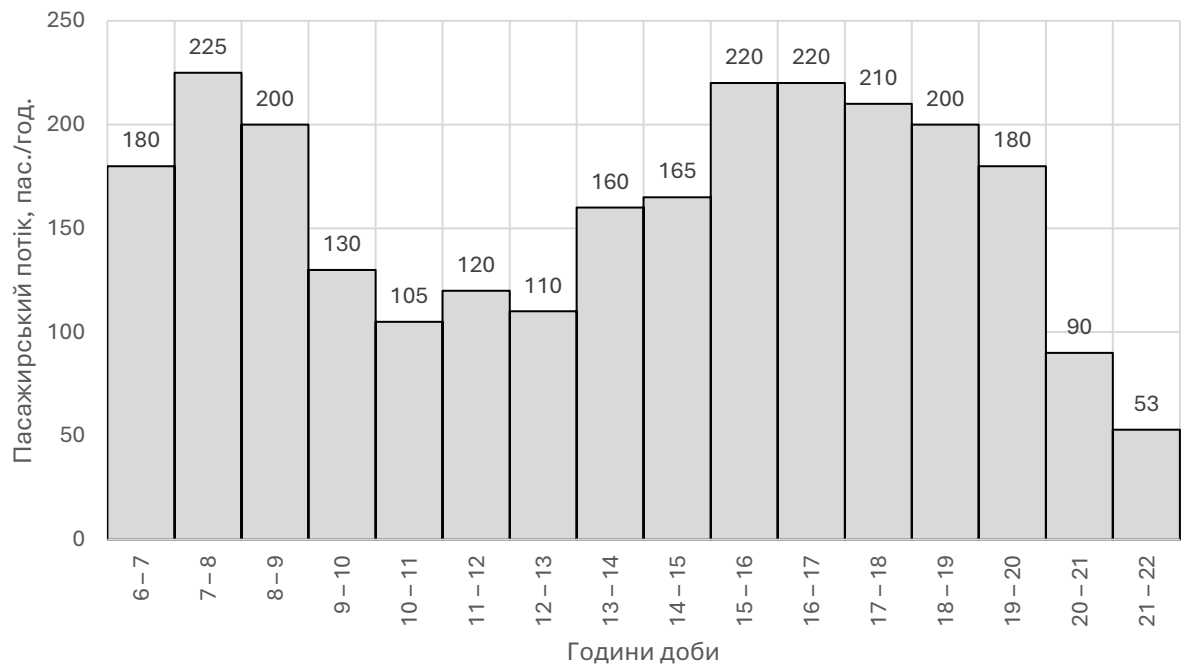


Рисунок 1.8 — Розрахунковий пасажиропотік на маршруті № 69 по годинах доби

Аналіз погодинної епюри пасажиропотоків свідчить, що на маршруті №69 наявні пікові години доби: менш тривалі, але більш потужні ранкові години «пік» у період з 7:00 до 9:00 з годинним пасажиропотоком 200 ... 225 пас./год., та більш тривалий період вечірнього піку з 15:00 до 20:00 з потужністю пасажиропотоків 180 ... 220 пас./год. Характер пасажирських потоків здебільшого протилежний: у ранкові години «пік» пасажиропотоки спрямовані у зворотному напрямку маршруту, тобто з Шевченківського району до центру міста, а у вечірні години пік — у зворотному напрямку з центру міста до Шевченківського району міста.

У міжпікові години доби (9:00 – 15:00) потужність пасажирських потоків на маршруті № 69 спадає у 1,5 ... 2,0 рази у порівнянні з потужностями пасажирських потоків у пікові години доби та складає 105 ... 165 пасажирів на годину.

1.5 Недоліки існуючого стану і постановка задач магістерської роботи

На підставі аналізу існуючої організації перевезень пасажирів на маршруті № 69 «пл. Запорізька — пров. Квітковий» можна виділити такі основні недоліки:

а) на маршруті використовується пасажирський рухомий склад особливо малої місткості — мікроавтобуси Mercedes Sprinter номінальною місткістю 18 пасажирів. При цьому в години пік частина пасажирів перевозиться стоячи у проході за неприпустимих умов скупчення, складності входу та виходу з автобуса на зупинках;

б) наявна значна нерівномірність наповнення салону на маршруті внаслідок суттєвого падіння пасажиропотоку на кінцевій ділянці маршруту від кінцевого зупиночного пункту «пров. Квітковий».

Для усунення зазначених недоліків, підвищення ефективності використання пасажирського рухомого складу та зниження собівартості перевезень пасажирів у магістерській роботі передбачається розробити такі заходи та рішення:

а) вибрати та обґрунтувати рухомий склад для виконання перевезень, що відповідає необхідним умовам перевезення пасажирів та відповідає потужності пасажиропотоку на маршруті;

б) внести зміни до схеми руху автобусів на маршруті № 69 шляхом запровадження скороченого маршруту, що співпадає за трасою з трасою автобусного маршруту № 69 та виконати обґрунтування даних змін з урахуванням особливостей пасажиропотоку на існуючому маршруті № 69;

в) розрахувати матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій на звичайному та укороченому маршрутах та визначити середню відстань поїздки пасажирів на кожному з маршрутів;

г) розрахувати очікувані пасажиропотоки та на їх підставі необхідну кількість рухомого складу на звичайному та укороченому маршрутах;

д) вибрати раціональні системи організації праці водіїв автобусів графоаналітичним методом та розробити зведені розклади руху автобусів на звичайному та укороченому маршрутах графічним методом на хвилинній сітці рейсів;

е) виконати техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень та визначити вартість проїзду пасажирів на звичайному та укороченому маршрутах.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір і обґрунтування рухомого складу на маршрутах

Необхідна кількість рухомого складу на міських автобусних маршрутах загального користування визначається призначенням на маршрут такого типу та кількості транспортних засобів, які забезпечують освоєння пасажиропотоку на маршруті з повним дотриманням законодавчих вимог до якості транспортного обслуговування пасажирів та економічних інтересів транспортного підприємства, яке обслуговує маршрут. Вихідними даними для вибору типу та пасажиромісткості рухомого складу є паспорт маршруту зі схемою руху, результати обстеження пасажиропотоків та встановлені нормативи часу виконання рейсів по напрямках і годинах доби. Визначення типу рухомого складу здійснюється виходячи з потреб необхідності забезпечення провізних здатностей маршруту у ранкові години «пік». Потужності пасажиропотоків на маршруті у пікові години доби є підґрунтям розробки плану формування кількісної та якісної структури парку рухомого складу автотранспортного підприємства.

В залежності від кількості пасажирів $P_{t\max}$, що перевозяться на максимально завантаженому перегоні маршруту за одну найбільш потужну годину у ранкові години «пік», рекомендується вибирати рухомий склад, клас якого зазначений у таблиці 2.1 [3].

Таблиця 2.1 — Рекомендації по вибору місткості автобусів

$P_{t\max}$, пас/год	до 1000	1000–1800	1800–2600	2600–3200	більш ніж 3200
Клас та тип автобуса	клас А, В, І, малої чи середньої місткості	клас А, І, ІІ, ІІІ, середньої або великої місткості	клас І, ІІ великої місткості	клас І, ІІ великої місткості	клас І, особливо великої місткості

На підставі результатів обстеження пасажиропотоку та виходячи з пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту № 69 з 7:00 до 8:00 ранку $P_{t_{\max}} = 225$ пасажирів на годину, для обслуговування маршруту № 69 доцільно призначити малий або середній міський автобус. Враховуючи, що на даний час маршрут обслуговується мікроавтобусами Mercedes Sprinter номінальною пасажиромісткістю 18 пасажирів, який у години «пік» перевозить з урахуванням пасажирів, що перевозяться стоячи, до 35 пасажирів, доцільним є призначення для обслуговування маршруту малого міського автобуса Богдан А069.21 номінальною пасажиромісткістю 33 пасажирів. Габаритне креслення автобуса Богдан А069.21 наведено рис. 2.1, а його технічні характеристики наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 — Технічні характеристики малого міського автобуса Богдан А069.21

Характеристика	Богдан А-069.21
1. Габаритні розміри автобуса, мм	
довжина	6690
ширина	2180
висота	2880
2. Колісна база автобуса, мм	3350
3. Колія коліс автобуса (передніх/задніх), мм	1705 / 1495
4. Маса спорядженого автобуса, кг	4290
5. Повна маса автобуса, кг	6825
6. Кількість місць для сидіння/загальна	16 / 33
7. Марка двигуна	Hyundai D4AL
8. Робочий об'єм двигуна, см ³	3,298
9. Тип та розмір шин	7.00×16-12PR
10. Максимальна потужність, к. с.	116
12. Витрати палива при повному завантаженні автобуса, л/100 км	15,0

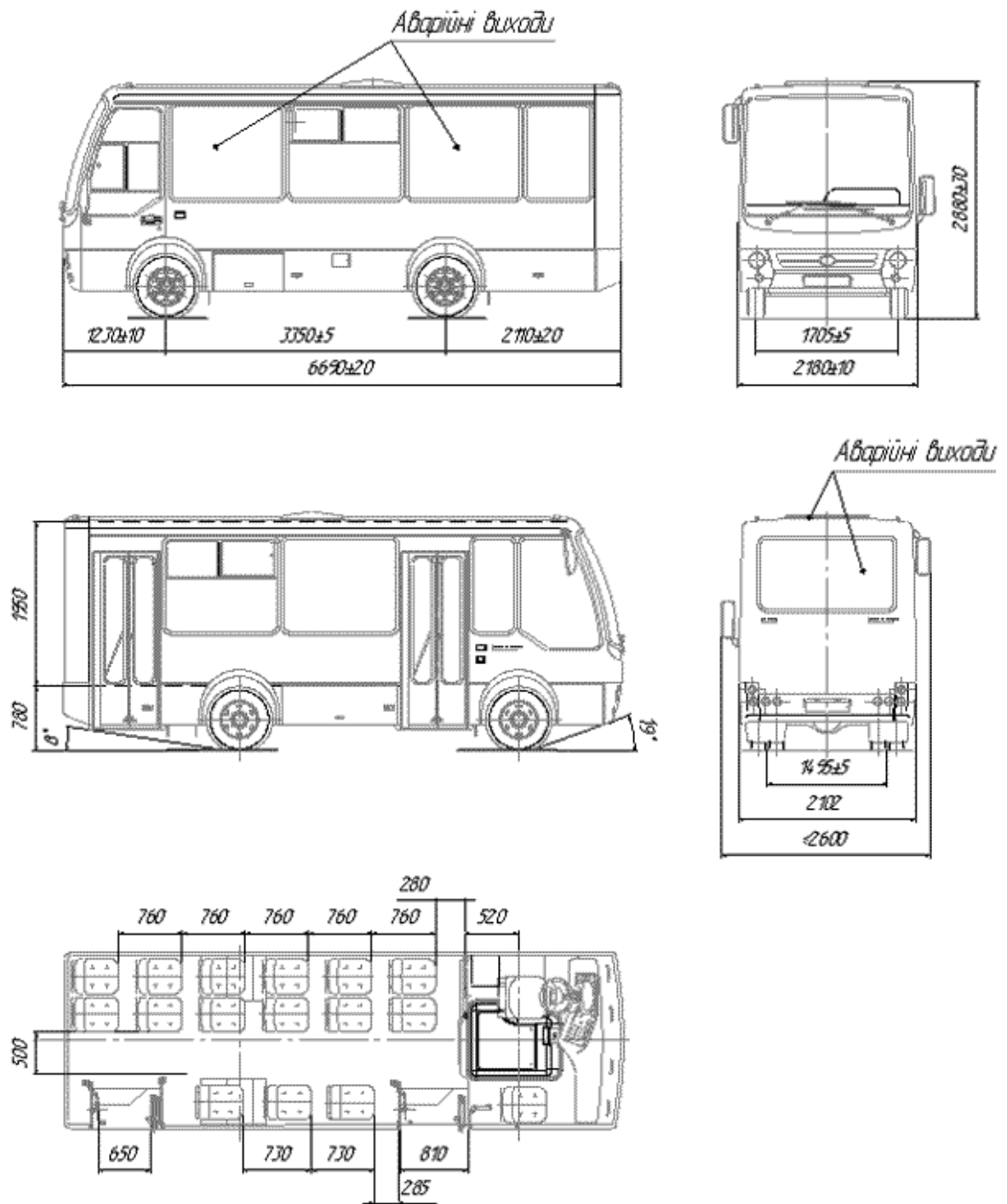


Рисунок 2.1 — Габаритне креслення малого міського автобуса Богдан

A069.21

Використання на маршруті № 69 автобуса Богдан А069.21 забезпечить належні умови перевезень пасажирів, особливо у години «пік», коли наповнення салону автобуса сягає максимальних значень протягом доби.

Автобуси «Богдан» мають заслужений попит на українському ринку вже багато років. Основною моделлю цього бренду, який випускався з 1999 року є автобус малого класу Богдан-А091. Проте, підприємство-виробник продовжувало удосконалити свою продукцію: 11 лютого 2003 року було офіційно представлено нову модель малого міського автобуса Богдан-А092, покликану замінити собою попередню модель. Під час розробки цієї моделі враховувалися побажання автоперевізників та пасажирів, що дозволило усунути деякі недоліки, притаманні конструкції автобуса А091. Якийсь час обидва автобуси вироблялися підприємством паралельно, але в 2005 році корпорація «Богдан» припинила випуск моделі А091, повністю перейшовши до виробництва автобусів А092.

Автобус малого класу А069 був створений корпорацією «Богдан» у 2006 році. Основою для нього послужило шасі корейського автобуса Hyundai County, а кузов був розроблений українськими автобусними конструкторами. Перші автобуси були вироблені в середині 2006 року, всього до кінця 2006 року було випущено близько 40 автобусів моделі А069. Виробництво цих автобусів відбувалося на Луцькому автомобільному заводі, що входив до складу корпорації «Богдан».

Автобус Богдан-А069 оснащений 115-сильним дизельним двигуном D4AL, що відповідає екологічним нормативам Euro-2. Гарантійний ресурс двигуна – 1 млн. км пробігу. Коробка передач – механічна, п'ятиступінчаста. Рульове керування обладнане гідропідсилювачем. Система електрообладнання автобуса живиться безпосередньо від генератора (основний режим роботи) або акумуляторних батарей. Номінальна напруга бортової електромережі — 24 В.

Автобус Богдан-А069.21 обладнаний рідинною системою опалення, в якій використовується тепло системи охолодження двигуна та автономного підігрівача рідини проточного типу моделі WEBASTO DBW 2010.90. Опалювальні прилади розташовані у кабіні водія під лобовим склом та під здвоєними сидіннями пасажирського салону. Вентиляція салону здійснюється за допомогою вентиляційного люка, кватирок, а також вентилятора обігрівача

на робочому місці водія. Автобус має широке панорамне лобове скло та високе скло в пасажирському салоні, що створює гарний огляд як для водія, так і для пасажирів.

На даний момент відомі дві модифікації автобуса А069 — міська (А069.21) та приміська (А069.00). Міська модифікація має дві автоматичні двері, безпосередньо за передньою віссю та в задньому звісі, та 16 місць для сидіння в салоні. Приміська модифікація має автоматичні передні двері та задні аварійні двері з ручним відчиненням, а також сидіння з підголівниками. Кількість місць для сидіння в автобусах приміської модифікації — 19.

2.2 Обґрунтування внесення змін у організації руху на маршруті № 69

Аналіз погодинних епюр найбільш завантажених перегонів маршруту дозволяє дійти висновку, що на ділянці маршруту вул. Корищенка — пров. Квітковий в обох напрямках руху автобусів пасажиропотік у порівнянні з іншими ділянками маршруту значно спадає. Враховуючи, що довжина цієї ділянки складає 3,77 км — близько 25 % довжини маршруту, рухомий склад на цій ділянці використовується недостатньо ефективно за місткістю (приблизно на третину по відношенню до наповнення салону автобусів на максимально завантаженому перегоні маршруту).

Для підвищення ефективності використання автобусів за пасажиромісткістю та зниження витрат на перевезення з дотриманням належного рівня якості обслуговування пасажирів пропонується одночасно із запровадженням на маршруті нового рухомого складу також запровадити укорочені виходи автобусів на ділянці маршруту між зупинками «пл. Запорізька» та «вул. Корищенка». Таким чином, лише частина рухомого складу на маршруті № 69 рухатиметься від площі Запорізької до кінцевої зупинки маршруту у провулку Квітковому. При цьому кількість автобусів слід

прийняти такою, щоб забезпечити максимальний інтервал руху, встановлений для міських маршрутів з огляду на нормативи якості обслуговування пасажирів не більше ніж $I_{\max} = 20,0$ хвилин. Частина пасажиропотоку, що залишається не освоєною автобусами, які працюють на звичайному маршруті, обслуговуватиметься укороченими виходами маршруту № 69к.

Для обґрунтування пропонованих змін в організації руху автобусів на маршруті необхідно вирішити такі завдання:

а) розрахувати мінімально необхідну кількість автобусів на звичайному маршруті №69;

б) визначити частку пасажиропотоку, яка буде обслуговуватись автобусами, які працюють на маршруті №69;

в) визначити розрахунковий пасажиропотік, що буде обслуговуватись автобусами, які працюють на укорочених виходах (маршрут №69к);

г) розрахувати матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій та середню відстань поїздки пасажирів на маршруті за звичайними та укороченими виходами;

д) розрахувати потрібну кількість автобусів, що працюють за звичайними та укороченими виходами, по годинах доби і парку в цілому;

е) обрати раціональні режими праці та відпочинку водіїв, що працюють на звичайних та укорочених виходах графоаналітичним методом та скласти зведений розклад руху автобусів по виходах та водійські розклади руху графічним методом на хвилинній сітці рейсів;

ж) виконати техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень щодо змін організації руху автобусів на маршруті № 69.

2.3 Розрахунок матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій

Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій показує розподіл пасажиропотоку по зупинках, перегонах маршруту та відбиває для кожного пасажирів довжину поїздки на певному рейсі маршруту або усіх пасажирів протягом визначеного проміжку часу. Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій є вихідною інформацією при організації на маршруті комбінованих режимів руху (напівекспресних, експресних), укорочених виходів (виходів, однією з кінцевих зупинок яких є одна з проміжних зупинок маршруту, складання та обґрунтування розкладів руху на маршруті та вибору раціональних режимів праці та відпочинку водіїв та водійських бригад на маршруту.

Для розрахунку елементів матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій на міських маршрутах розроблено декілька методів, що використовуються на практиці. Повну уяву про розподіл пасажиропотоку на маршруті може дати лише талонний метод обстеження пасажиропотоку, де для кожного пасажирів відома як зупинка входу, так і зупинка виходу. У разі обстеження пасажиропотоків нам відомі лише кількість пасажирів, що увійшли та вийшли з автобуса на кожній зупинці маршруту. За такої вихідної інформації визначити пасажирські кореспонденції неможливо без введення додаткових умов.

Аналітичний метод розрахунку елементів матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій виходить з припущення, що кількість пасажирів, що проїхала між певною парою зупинок на маршруті, пропорційна обсягу пасажирообороту цих зупинок. Як показала практика використання цього методу, він дає похибку не більше 10 ... 15 % у порівнянні з результатами обстеження пасажиропотоків табличним методом. Для проведення практичних розрахунків з організації комбінованих режимів руху такої точності цілком достатньо для прийняття обґрунтованих рішень.

Нехай за результатами обстеження пасажиропотоків на маршрутів відома інформація про кількість пасажирів, які увійшли (a_1, a_2, \dots, a_n , тут n — кількість зупинок на маршруті) та вийшли (b_1, b_2, \dots, b_n) на кожній з зупинок маршруту за рейс або певний проміжок часу. Позначимо як x_{ij} — шукану кількість пасажирів, які увійшли на зупинці i та, проїхавши увесь маршрут або його частину, залишили автобус на зупинці j .

Нехай далі Q_r — кількість пасажирів, що проїхали у автобусі на r -му перегоні маршруту (між зупинками), що визначається на підставі відомої кількості пасажирів, що входили та виходили з автобуса за наступною залежністю

$$Q_r = (Q_{r-1} - b_{r-1}) + a_{r-1} = \sum_{i=0}^{r-1} (a_i - b_i), \quad (2.1)$$

де a_{ij} — кількість пасажирів, що увійшли до автобуса на зупинці i та вийшли з автобуса на зупинці j ($r = \overline{1, n}$), яка може бути розрахована за формулою

$$a_{ij} = a_i - \sum_{r=i+1}^{j-1} x_{ir}. \quad (2.2)$$

Елементи матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій за аналітичним методом розраховуються за такими формулами

$$x_{ij} = \begin{cases} R_i \cdot \prod_{r=i+1}^{j-1} R_{r,r+1} \times b_j, & \text{якщо } j > i + 1; \\ R_j \times b_j, & \text{якщо } j = i + 1; \\ 0, & \text{якщо } j = 0, \end{cases} \quad (2.3)$$

де $R_i = \frac{a_i}{Q_{i+1}}$, $R_{i,i+1} = \frac{Q_i - b_i}{Q_{i+1}}$.

Матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій розраховуються для маятникових автобусних маршрутів у кожному з напрямків руху — прямого та зворотного. Результати розрахунку матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій для маршруту № 69 «пл. Запорізька — пров. Квітковий» наведено на рис. 2.2 та рис. 2.3.

Середню відстань поїздки пасажиря на маршруті № 69 розраховуємо за формулою

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^r Q_i l_i}{\sum_{i=1}^r a_i}, \quad (2.4)$$

де Q_i — пасажиропотік на i -му перегоні маршруту № 69, пас.;

l_i — довжина i -го перегону маршруту № 69, км.

Для існуючої схеми організації руху на маршруті № 69 розраховуємо середню відстань поїздки пасажиря за напрямками маршруту:

– у прямому напрямку

$$\bar{l}_{np(69)} = \frac{15597,8}{2725} = 5,72 \text{ км};$$

– у зворотному напрямку

$$\bar{l}_{обр(69)} = \frac{12052,4}{2503} = 4,82 \text{ км}.$$

Для розрахунку середньої відстані поїздки пасажиря для укорочених виходів (до зупинки «вул. Корищенка») з матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій прибираємо рядки та стовпчики, що відповідають зупинкам «Мокрянка», «вул. Молочна» та «пров. Квітковий» (рис. 2.4 та 2.5), після чого для отриманих матриць за формулами (2.3) знаходимо середню відстань поїздки пасажиря для укорочених виходів маршруту № 69к.

	Зупинки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Разом
1	Площа Запорізька	0	0	0	0	11	28	31	39	12	19	28	8,5	23	0,8	28	20	23	17	19	14	7,5	6,8	4,1	9,3	8,6	9	368
2	К/З ім. Глінки		0	0	0	9	22	25	31	9,2	15	22	6,7	18	0,6	22	16	18	13	15	11	5,9	5,3	3,2	7,3	6,8	7	289
3	пр. Металургів			0	0	11	28	31	38	12	19	28	8,4	23	0,8	28	20	22	17	19	14	7,4	6,7	4	9,1	8,5	8,8	363
4	пл. ім. Поляка О.В.				0	8,4	21	23	29	8,6	14	21	6,3	17	0,6	21	15	17	13	14	11	5,5	5	3	6,9	6,4	6,6	272
5	бул. Шевченка					0	15	17	21	6,2	10	15	4,5	12	0,4	15	10	12	9	10	7,6	3,9	3,6	2,2	4,9	4,5	4,7	188
6	вул. Миру						0	9,5	12	3,6	5,8	8,5	2,6	7,2	0,2	8,5	6,1	6,9	5,2	5,9	4,4	2,3	2,1	1,2	2,8	2,6	2,7	100
7	вул. Сталеварів							0	15	4,5	7,3	11	3,3	9	0,3	11	7,6	8,7	6,6	7,5	5,5	2,9	2,6	1,6	3,6	3,3	3,4	114
8	ТЦ "Україна"								0	4,8	7,8	12	3,5	9,7	0,3	11	8,2	9,3	7	8	5,9	3,1	2,8	1,7	3,8	3,5	3,7	106
9	пл. Фестивальна									0	8,1	12	3,6	9,9	0,3	12	8,4	9,5	7,2	8,2	6,1	3,2	2,9	1,7	3,9	3,6	3,8	104
10	вул. Донцова										0	17	5	14	0,5	16	12	13	10	11	8,5	4,4	4	2,4	5,5	5,1	5,3	134
11	вул. Українська											0	3,6	9,8	0,3	12	8,3	9,4	7,1	8,1	6	3,1	2,8	1,7	3,9	3,6	3,7	83
12	вул. П. Захаріна												0	18	0,6	21	15	17	13	15	11	5,6	5,1	3,1	7	6,5	6,8	144
13	вул. Стефанова													0	0,3	9,4	6,7	7,6	5,7	6,5	4,8	2,5	2,3	1,4	3,1	2,9	3	56
14	Уральські казарми														0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	вул. Іванова															0	2,9	3,3	2,5	2,8	2,1	1,1	1	0,6	1,3	1,2	1,3	20
16	Стадіон "Стріла"																0	15	11	13	9,4	4,9	4,5	2,7	6,1	5,7	5,9	78
17	вул. Карпенка-Карого																	0	18	21	15	7,9	7,2	4,3	9,9	9,1	9,5	102
18	Училище № 29																		0	15	11	5,9	5,3	3,2	7,3	6,8	7,1	62
19	вул. Кольорова																			0	16	8,5	7,7	4,7	11	9,8	10	68
20	Школа																				0	0,5	0,5	0,3	0,6	0,6	0,6	3
21	вул. Корищенка																					0	5	3	6,9	6,4	6,7	28
22	Цегляний завод																						0	4	9	8,3	8,7	30
23	М'ясокомбінат																							0	1,4	1,3	1,3	4
24	Мокрянкa																								0	1	1	2
25	вул. Молочна																									0	7	7
26	пров. Квітковий																										0	0
	Разом	0	0	0	0	40	115	136	184	60	106	172	56	172	6	214	155	191	163	200	164	86	83	54	124	116	128	

Рисунок 2.2 — Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій на маршруті № 69 (прямий напрям)

	Зупинки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Разом	
1	пров. Квітковий	0	0	0	40	14	28	38	3,7	27	3	18	51	13	0	3,3	7,6	2,5	3,8	8,9	6,9	1,7	2,4	5,3	2,1	6,9	4	5,1	296	
2	вул. Молочна		0	0	40	14	28	38	3,7	27	3	18	51	13	0	3,3	7,6	2,5	3,8	8,9	6,9	1,7	2,4	5,3	2,1	6,9	4	5,1	296	
3	Мокрянка			0	19	6,7	13	18	1,8	13	1,5	8,4	25	6	0	1,6	3,6	1,2	1,8	4,3	3,3	0,8	1,2	2,5	1	3,3	1,9	2,4	142	
4	М'ясокомбінат				0	3,6	7,1	9,9	1	7,1	0,8	4,5	13	3,2	0	0,8	2	0,6	1	2,3	1,8	0,5	0,6	1,4	0,6	1,8	1	1,3	66	
5	Цегляний завод					0	4,3	6	0,6	4,3	0,5	2,8	8	2	0	0,5	1,2	0,4	0,6	1,4	1,1	0,3	0,4	0,8	0,3	1,1	0,6	0,8	38	
6	вул. Корищенка						0	39	3,7	28	3	18	52	13	0	3,3	7,6	2,5	3,9	8,9	7	1,8	2,5	5,3	2,2	7	4	5,1	216	
7	Школа							0	4,6	34	3,7	22	63	15	0	4	9,3	3	4,7	11	8,5	2,1	3	6,5	2,6	8,5	4,9	6,3	216	
8	вул. Кольорова								0	12	1,3	7,7	23	5,5	0	1,4	3,3	1,1	1,7	3,9	3,1	0,8	1,1	2,3	0,9	3,1	1,8	2,3	76	
9	Училище № 29									0	2,2	13	37	9	0	2,3	5,4	1,8	2,8	6,4	5	1,3	1,8	3,8	1,5	5	2,8	3,7	104	
10	вул. Карпенка-Карого										0	4,7	14	3,4	0	0,9	2	0,7	1	2,4	1,9	0,5	0,7	1,4	0,6	1,9	1,1	1,4	38	
11	Стадіон "Стріла"											0	67	16	0	4,3	9,9	3,2	5	12	9	2,3	3,2	6,9	2,8	9	5,2	6,7	162	
12	вул. Іванова												0	39	0	10	24	7,8	12	28	22	5,5	7,6	17	6,7	22	12	16	229	
13	Уральські казарми														0	0	3,1	7,1	2,3	3,6	8,4	6,5	1,6	2,3	5	2	6,5	3,7	4,8	57
14	вул. Стефанова															0	1,1	2,5	0,8	1,3	2,9	2,3	0,6	0,8	1,7	0,7	2,3	1,3	1,7	20
15	вул. П. Захаріна																0	5,3	1,7	2,7	6,2	4,8	1,2	1,7	3,7	1,5	4,8	2,8	3,6	40
16	вул. Українська																0	6	9,3	21	17	4,2	5,9	13	5,2	17	9,6	12	120	
17	М-н Вернадського																	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	вул. Донцова																		0	40	31	7,8	11	23	9,5	31	18	23	193	
19	пл. Фестивальна																			0	3,8	1	1,3	2,9	1,2	3,8	2,2	2,8	19	
20	ТЦ "Україна"																				0	2,5	3,5	7,7	3,1	10	5,7	7,4	40	
21	вул. Сталеварів																					0	3,8	8,2	3,3	11	6,1	7,9	40	
22	вул. Миру																						0	11	4,3	14	8	10	47	
23	бул. Шевченка																							0	5,7	18	10	14	48	
24	пл. ім. Поляка О.В.																									0	0	0	0	
25	пр. Металургів																										0	0	0	
26	К/З ім. Глінки																											0	0	
27	Площа Запорізька																												0	
	Разом	0	0	0	100	38	80	150	19	153	19	115	402	138	0	40	98	38	59	176	141	38	57	134	60	194	111	143		

Рисунок 2.3 — Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій на маршруті № 69 (зворотний напрям)

	Зупинки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Разом
1	Площа Запорізька	0	0	0	0	11	28	31	39	12	19	28	8,5	23	0,8	28	20	23	17	19	14	7,5	330
2	К/З ім. Глінки		0	0	0	9	22	25	31	9,2	15	22	6,7	18	0,6	22	16	18	13	15	11	5,9	259
3	пр. Металургів			0	0	11	28	31	38	12	19	28	8,4	23	0,8	28	20	22	17	19	14	7,4	326
4	пл. ім. Поляка О.В.				0	8,4	21	23	29	8,6	14	21	6,3	17	0,6	21	15	17	13	14	11	5,5	244
5	бул. Шевченка					0	15	17	21	6,2	10	15	4,5	12	0,4	15	10	12	9	10	7,6	3,9	168
6	вул. Миру						0	9,5	12	3,6	5,8	8,5	2,6	7,2	0,2	8,5	6,1	6,9	5,2	5,9	4,4	2,3	89
7	вул. Сталеварів							0	15	4,5	7,3	11	3,3	9	0,3	11	7,6	8,7	6,6	7,5	5,5	2,9	100
8	ТЦ "Україна"								0	4,8	7,8	12	3,5	9,7	0,3	11	8,2	9,3	7	8	5,9	3,1	91
9	пл. Фестивальна									0	8,1	12	3,6	9,9	0,3	12	8,4	9,5	7,2	8,2	6,1	3,2	88
10	вул. Донцова										0	17	5	14	0,5	16	12	13	10	11	8,5	4,4	112
11	вул. Українська											0	3,6	9,8	0,3	12	8,3	9,4	7,1	8,1	6	3,1	67
12	вул. П. Захаріна												0	18	0,6	21	15	17	13	15	11	5,6	116
13	вул. Стефанова													0	0,3	9,4	6,7	7,6	5,7	6,5	4,8	2,5	43
14	Уральські казарми														0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	вул. Іванова															0	2,9	3,3	2,5	2,8	2,1	1,1	15
16	Стадіон "Стріла"																0	15	11	13	9,4	4,9	53
17	вул. Карпенка-Карого																	0	18	21	15	7,9	62
18	Училище № 29																		0	15	11	5,9	32
19	вул. Кольорова																			0	16	8,5	25
20	Школа																				0	0,5	1
21	вул. Корищенка																					0	0
	Разом	0	0	0	0	40	115	136	184	60	106	172	56	172	6	214	155	191	163	200	164	86	

Рисунок 2.4 — Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій на маршруті № 69
(укорочені випуски, прямий напрямок)

	Остановки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Разом
1	вул. Корищенка	0	39	3,7	28	3	18	52	13	0	3,3	7,6	2,5	3,9	8,9	7	1,8	2,5	5,3	2,2	7	4	5,1	216
2	Школа		0	4,6	34	3,7	22	63	15	0	4	9,3	3	4,7	11	8,5	2,1	3	6,5	2,6	8,5	4,9	6,3	216
3	вул. Кольорова			0	12	1,3	7,7	23	5,5	0	1,4	3,3	1,1	1,7	3,9	3,1	0,8	1,1	2,3	0,9	3,1	1,8	2,3	76
4	Училище № 29				0	2,2	13	37	9	0	2,3	5,4	1,8	2,8	6,4	5	1,3	1,8	3,8	1,5	5	2,8	3,7	104
5	вул. Карпенка-Карого					0	4,7	14	3,4	0	0,9	2	0,7	1	2,4	1,9	0,5	0,7	1,4	0,6	1,9	1,1	1,4	38
6	Стадіон "Стріла"						0	67	16	0	4,3	9,9	3,2	5	12	9	2,3	3,2	6,9	2,8	9	5,2	6,7	162
7	вул. Іванова							0	39	0	10	24	7,8	12	28	22	5,5	7,6	17	6,7	22	12	16	229
8	Уральські казарми								0	0	3,1	7,1	2,3	3,6	8,4	6,5	1,6	2,3	5	2	6,5	3,7	4,8	57
9	вул. Стефанова									0	1,1	2,5	0,8	1,3	2,9	2,3	0,6	0,8	1,7	0,7	2,3	1,3	1,7	20
10	вул. П. Захаріна										0	5,3	1,7	2,7	6,2	4,8	1,2	1,7	3,7	1,5	4,8	2,8	3,6	40
11	вул. Українська											0	6	9,3	21	17	4,2	5,9	13	5,2	17	9,6	12	120
12	М-н Вернадського												0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	вул. Донцова													0	40	31	7,8	11	23	9,5	31	18	23	193
14	пл. Фестивальна														0	3,8	1	1,3	2,9	1,2	3,8	2,2	2,8	19
15	ТЦ "Україна"															0	2,5	3,5	7,7	3,1	10	5,7	7,4	40
16	вул. Сталеварів																0	3,8	8,2	3,3	11	6,1	7,9	40
17	вул. Миру																	0	11	4,3	14	8	10	47
18	бул. Шевченка																		0	5,7	18	10	14	48
19	пл. ім. Поляка О.В.																			0	0	0	0	0
20	пр. Металургів																				0	0	0	0
21	К/З ім. Глінки																					0	0	0
22	Площа Запорізька																						0	0
	Разом	0	39	8	74	10	64	254	102	0	31	76	31	48	150	121	33	50	119	54	174	100	128	

Рисунок 2.5 — Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій на маршруті № 69
(укорочені випуски, зворотний напрямок)

Процес знаходження елементів матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій є доволі трудомістким, тож розрахунок матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій виконуємо на ЕОМ за програмою KORR, яка розроблена на кафедрі «Транспортні технології» Національного університету «Запорізька політехніка». Для розрахунків за програмою створюється довільний текстовий файл у будь-якому текстовому редакторі, до якого заносяться вихідні дані для розрахунку у такій послідовності:

а) кількість зупинок на маршруті у одному напрямку (кількість зупинок на маршруті за рейс);

б) кількість пасажирів, які увійшли до автобуса на кожній з зупинок маршруту, пас.;

в) кількість зупинок, які вийшли з автобуса на кожній з зупинок маршруту, пас.

Окремі значення у текстовому файлі вихідних даних розділяються пробілами.

Після підготування та збереження файлу вихідних даних запускається програма KORR, яка повинна розміщуватись у тій же папці, що і файл вихідних даних. У разі відсутності помилок у вихідних даних (нестача даних згідно заданої кількості зупинок на маршруті, від'ємні значення кількості пасажирів, що входять та виходять з автобуса, невідповідність сумарної кількості пасажирів, що увійшли за рейс, сумарній кількості пасажирів, що вийшли за рейс — баланс пасажирообміну), програма формує файл з результатами розрахунку, що має таке ж ім'я, що і вихідний файл даних та розширення RES, та містить розрахункову матрицю міжзупинкових пасажирських кореспонденцій. Розрахункова матриця містить нульові значення по головній діагоналі та нижче її. Розрахункові кореспонденції представляються реальними числами, при цьому розділювачем цілої та дробової частин є крапка.

2.4 Розрахунок проектних пасажиропотоків

Згідно зі схемою маршруту № 69 отримуємо довжину укороченого маршруту №69К у прямому напрямку $l_{\text{пр}} = 13,51$ км, у зворотному напрямку $l_{\text{обр}} = 12,78$ км. Час оборотного рейсу на укороченому маршруті визначимо, виходячи з експлуатаційної швидкості на маршруті, що розраховується за формулою

$$v_e = \frac{60(l_{\text{пр}} + l_{\text{обр}})}{t_{\text{пр}} + t_{\text{обр}} + 2 \cdot t_0}, \quad (2.5)$$

де $l_{\text{пр}}, l_{\text{обр}}$ — довжина маршруту № 69 у прямому та зворотному напрямках, км;

$t_{\text{пр}}, t_{\text{обр}}$ — тривалість рейсу на маршруті №69 у прямому та зворотному напрямку, хв;

t_0 — найменший час простою автобусів на кінцевих пунктах маршруту, год. Приймаємо $t_0 = 5$ хвилин.

$$v_e = \frac{60(16,55 + 16,54)}{40 + 40 + 2 \cdot 5} = 22,06 \text{ км/год.}$$

Тоді тривалість оборотного рейсу на укороченому маршруті №69К становитиме

$$t_{\text{об.к.}} = \frac{60(l_{\text{пр.к.}} + l_{\text{обр.к.}})}{v_e} = \frac{60(13,51 + 12,78)}{22,06} = 71,5 \text{ хв.}$$

Необхідну кількість автобусів, що будуть обслуговувати звичайний маршрут, розраховуємо за формулою

$$n_{\text{min}} = \frac{t_{\text{об}}}{I_{\text{max}}}, \quad (2.6)$$

де $t_{об}$ — тривалість оборотного рейсу на маршруті №69, хв;

I_{max} — максимально допустимий інтервал руху на маршруті, виходячи з нормативів якості обслуговування пасажирів. Приймаємо $I_{max} = 20$ хвилин.

Таким чином, для здійснення пасажироперевезень на звичайному маршруті № 69 необхідно мати $n = \frac{40+40}{20} = 4$ автобуси.

Обсяг пасажироперевезень, що буде при цьому виконуватись автобусами, що працюють на маршруті №69, визначимо за формулою

$$\Pi = \frac{60 \cdot q_a \cdot \gamma \cdot n}{t_{об}}, \quad (2.7)$$

де q_a — розрахункова пасажиромісткість автобуса на маршруті, приймаємо $q_a = 33$ пасажирів;

γ — коефіцієнт, що враховує використання пасажиромісткості автобуса та необхідність освоєння додаткового пасажиропотоку під час надання обідніх перерв водіям, що працюють на укорочених виходах. Приймаємо $\gamma = 0,6$.

$$\Pi = \frac{60(33 \cdot 0,6 \cdot 4)}{40 + 40 + 2 \cdot 5} = 53 \text{ пасажирів/годину.}$$

Скоригований розрахунковий пасажиропотік на укорочених випусках на маршруті №69К отримуємо, віднімаючи з пасажиропотоку на максимально завантажених перегонах маршруту знайдене значення годинної продуктивності автобусів, що працюють на звичайному маршруті № 69. Результати розрахунку пасажиропотоку на маршрутах по годинах доби та погодинні епюри пасажиропотоку на маршрутах № 69 «пл. Запорізька — пров. Квітковий» та № 69К наведено у табл. 2.2 та показано у вигляді епюр на рис. 2.6.

Таблиця 2.2 — Результати розрахунку пасажиропотоку на маршруті №69К

Години доби	Пасажиропотік, чол/год.	Години доби	Пасажиропотік, чол/год.
6 – 7	127	14 – 15	112
7 – 8	172	15 – 16	167
8 – 9	147	16 – 17	167
9 – 10	77	17 – 18	157
10 – 11	52	18 – 19	147
11 – 12	67	19 – 20	127
12 – 13	57	20 – 21	37
13 – 14	107	21 – 22	0

2.5 Розрахунок потрібної кількості рухомого складу та вибір режимів роботи автобусних бригад

Під ефективною роботою автобусів на міських автобусних маршрутах розуміють їх роботу з повним задоволенням попиту населення на перевезення з урахуванням нормативів якості транспортного обслуговування, обмежень у ресурсах автотранспортних підприємств-перевізників та вимог законодавства щодо режимів праці та відпочинку водіїв автобусів. Ресурсні обмеження автотранспортних підприємств можуть бути представлені у вигляді кількості рухомого складу, яка, згідно умов договору з організатором регулярних перевезень, повинна обслуговувати маршрут, дотримуючись затвердженого розкладу руху. Обмеження законодавства щодо режимів праці та відпочинку водіїв включають вимоги щодо максимальної тривалості робочого дня водія та надання йому перерв для відпочинку та харчування протягом робочої зміни роботи на маршруті. Окремі вимоги встановлюються до тривалості технологічних відстоїв автобусів у АТП протягом робочого дня.

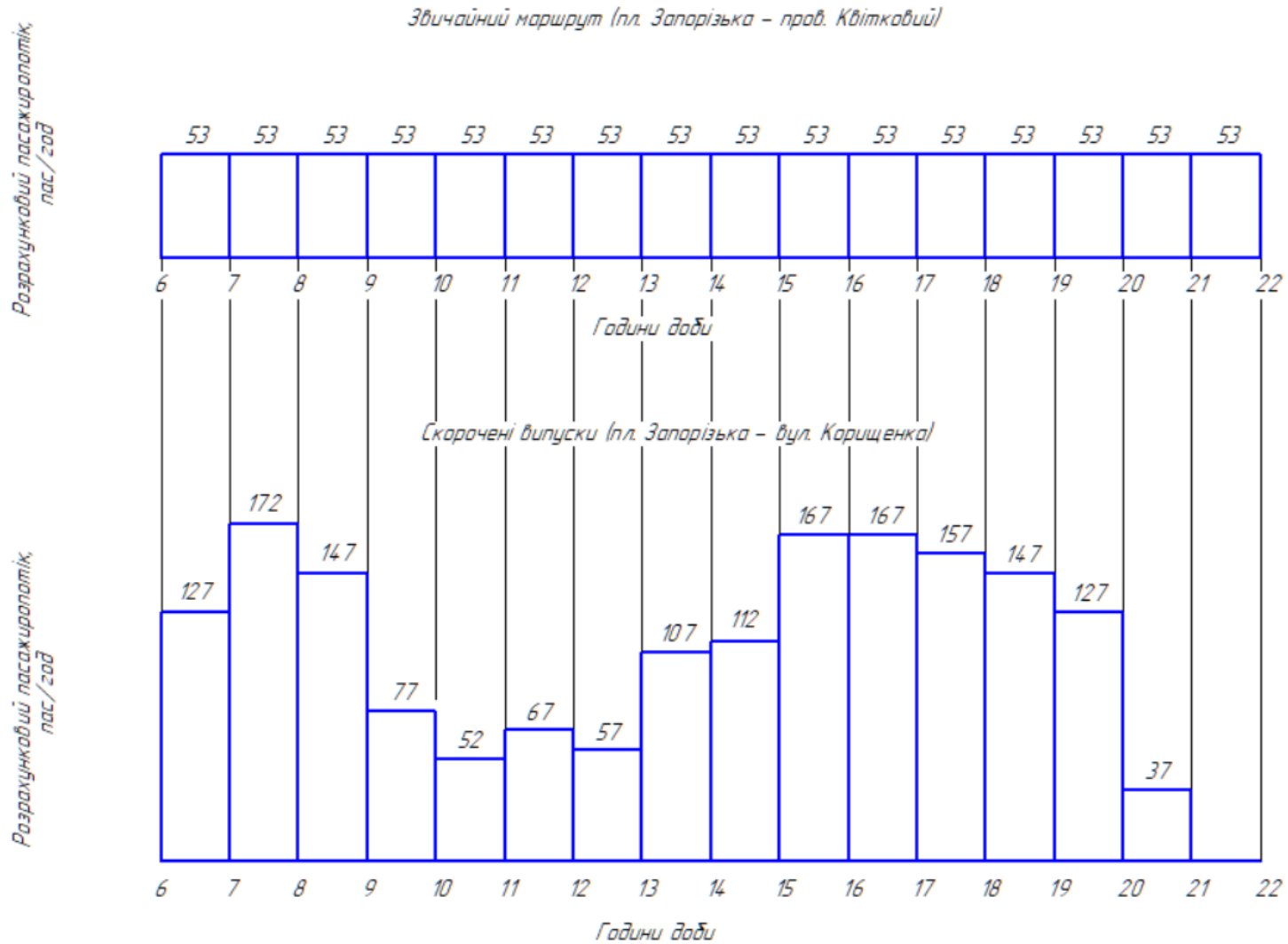


Рисунок 2.6 — Погодинні епюри пасажиропотоку на звичайному (№ 69) та укороченому (№ 69К) маршрутах

З урахуванням зазначених вище обмежень складення розкладів руху та організація роботи водіїв та водійських бригад у масштабах маршруту і автотранспортного підприємства мають першочергове значення для максимального задоволення потреб пасажирів у перевезеннях в умовах змінюваного протягом доби попиту на перевезення. Вибір раціональних режимів праці та відпочинку водіїв та організація роботи водійських бригад є першим з етапів складення маршрутного розкладу руху, особливо для маршрутів з інтенсивним та потужним пасажиропотоком.

Відносно простим та таким, що дозволяє оперативно коригувати режими праці та відпочинку водіїв та водійських бригад автотранспортного підприємства є метод графоаналітичного розрахунку, який є досить поширеним у практиці планування роботи автобусів у автотранспортних підприємствах з великою кількістю рухомого складу. Згідно цього методу спочатку виконується підготовчий обчислювальний етап, підсумком якого є встановлення кількісних показників транспортної роботи рухомого складу на маршруті протягом доби. Надалі, наступним етапом виконується розподіл цієї транспортної роботи між окремими випусками автобусів по кожній годині доби з урахуванням встановлених обмежень.

Для виконання розрахунків за графоаналітичним методом необхідні такі вихідні дані:

P_t — фактична кількість пасажирів, що були перевезені по найбільш пасажиронапруженому перегону у кожному годинному інтервалі часу протягом доби від t до $t + 1$. Це значення визначає потребу у перевезеннях пасажирів на маршруті і зазвичай представляється погодинною епюрою пасажиропотоків на найбільш завантаженому перегоні маршруту. У разі вивчення попиту на перевезення на маршруті табличним методом ця величина приймається за формою «Максимально завантажені перегони маршруту протягом доби», а у разі використання методу візуального обстеження пасажиропотоку виникає необхідність врахування часу на пробіг автобуса від початкової зупинки до перегону, на якому знаходиться обліковець;

$t_{об}$ — нормативна тривалість виконання оборотного рейсу на маршруті, диференційована по годинах доби, хв. Визначається за паспортом автобусного маршруту загального користування, затвердженого організатором регулярних перевезень;

t_0 — тривалість виконання нульових рейсів, хв. Ця величина визначається на підставі розташування автотранспортного підприємства відносно кінцевих зупинок маршруту. Зазвичай, випуск автобусів на лінію та зняття автобусів з лінії здійснюється у найближчому до автотранспортного підприємства кінцевому зупиночному пункті;

I_{max} — максимально допустимий інтервал руху на маршруті у періоди спадання пасажиропотоку між ранковим та вечірнім годинами пік. Враховуючи, що середня тривалість очікування пасажиром посадки у автобус за умови відсутності відмов у посадці через переповнення салону автобуса пасажирами дорівнює половині інтервалу руху, величина I_{max} зазвичай приймається у межах $I_{max} = 15 \dots 20$ хвилин, що відповідає тривалості очікування пасажира на зупинці 7,5 ... 10 хвилин, що слід вважати допустимим;

k_d — коефіцієнт нестачі (дефіциту) рухомого складу для випуску на лінію для даного автотранспортного підприємства. Цей коефіцієнт визначає реальне забезпечення підприємства рухомим складом, який може бути випущений на лінію щодня. Він встановлюється виходячи з очікуваних ситуацій поломки та виходу автобусів з ладу через технічні несправності;

q_n, q_{max} — номінальна та максимально допустима пасажиромісткість рухомого складу на маршруті, пас. Номінальна пасажиромісткість визначається технічними характеристиками автобуса та відповідає наповненню салону автобуса у 3... 5 пасажирів на 1 м² вільної площі салону автобуса при усіх зайнятих місцях для сидіння. У той же час, максимальна (пікова) наповненість салону автобуса відповідає незадовільним умовам перевезення пасажирів (8 та більше пасажирів на 1 м² вільної площі підлоги салону), яка, втім, допускається у обмежені проміжки часу годин «пік»;

Δt — середня тривалість робочої зміни водія автобуса, встановлена у конкретному автотранспортному підприємстві, год. Це значення може змінюватись від 7,0 год. при традиційному обліку робочого часу (з п'ятьма робочими днями на тиждень при двох вихідних днях) до 10,0 год. (при підсумованому обліку робочого часу водія). При цьому загальна тривалість робочого часу водія не повинна перевищувати 56 годин на тиждень;

$t_{об}$ — середня тривалість обідньої перерви водія протягом робочої зміни, год. В залежності від графіка роботи встановлюється у межах від 45 хв. до 2,0 годин;

$t_{зм}$ — середній час, що витрачається на перезміну водіїв у разі роботи на двозмінних та трьохзмінних випусках, год. Цей час залежить від прийнятої системи зміни водіїв на маршруті у конкретному автотранспортному підприємстві. З урахуванням вимоги медичного огляду перед керуванням, змінювання водіїв здійснюється, зазвичай, в умовах автотранспортного підприємства, тож час $t_{зм}$ визначається з урахуванням повернення автобуса з маршруту на автотранспортне підприємство, проходження медичного та технічного огляду та повернення автобуса з автотранспортного підприємства на маршрут.

Маємо такі вихідні дані для розрахунку раціональних режимів праці та відпочинку водіїв на маршруті № 69К:

- тривалість оборотного рейсу на маршруті $t_{об} = 72$ хв.;
- тривалість виконання нульових пробігів $t_0 = 5$ хв.;
- номінальна тривалість обідньої перерви водія $t_{обід} = 60$ хв.;
- коефіцієнт дефіциту рухомого складу $k_d = 0$;
- номінальна та максимальна місткість автобуса $q_H = q_{max} = 32$ пас.

Графоаналітичний розрахунок полягає у послідовному виконанні таких операцій:

а) розрахунок необхідної кількості автобусів, які необхідно мати на маршруті протягом кожної години роботи автобусів на маршруті;

- б) розрахунок необхідної кількості транспортної роботи з перевезення пасажирів на маршруті, яка задовольняє попит на перевезення протягом доби;
- в) визначення раціональної кількості випусків з необхідних, які будуть працювати у одну, дві та, можливо, три зміни;
- г) встановлення раціонального часу для обідніх перерв водіям та міжпікового відстоювання автобусів;
- д) вирівнювання тривалості робочих змін водіям, які працюють з однаковими системами праці та відпочинку;
- е) розробка зведеного розкладу руху автобусів на маршруті з використанням ручного, напівавтоматизованого або автоматизованого методу складання розкладів.

Етап 1. Необхідна кількість автобусів, яку необхідно мати на маршруті протягом кожної години його роботи протягом доби, визначається за формулою

$$n_t = \frac{P_t \cdot t_{об}}{60 \cdot q}, \quad (2.8)$$

де q — пасажиромісткість автобуса, пас., яка приймається рівною максимальній $q = q_{\max}$ пасажиромісткості для годин «пік» та номінальній $q = q_{\text{н}}$ пасажиромісткості у міжпіковий період доби.

Після розрахунку необхідної кількості автобусів на кожну годину роботи результати цього розрахунку представляють у вигляді погодинної епюри необхідної кількості автобусів на маршруті (табл. 2.3 та рис. 2.7).

Таблиця 2.3 — Необхідна кількість автобусів на маршруті № 69К по годинах доби

Години доби	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
Кількість автобусів	5	6	6	3	2	3	2	4	4	6	6	6	6	5	2

Етап 2. Фактична кількість автобусо-годин для забезпечення попиту на перевезення пасажирів на маршруті дорівнює кількості клітинок, що містяться нижче верхнього контуру цієї діаграми. Втім, у цій діаграмі ще не враховані обмеження щодо дефіциту автобусів у автотранспортному підприємстві та встановлені нормативи якості транспортного обслуговування пасажирів на маршруті. Для врахування цих вимог отриману після розрахунку діаграму необхідної кількості автобусів на маршруті перетворюють на так звану «діаграму-максимум» за наступними правилами.

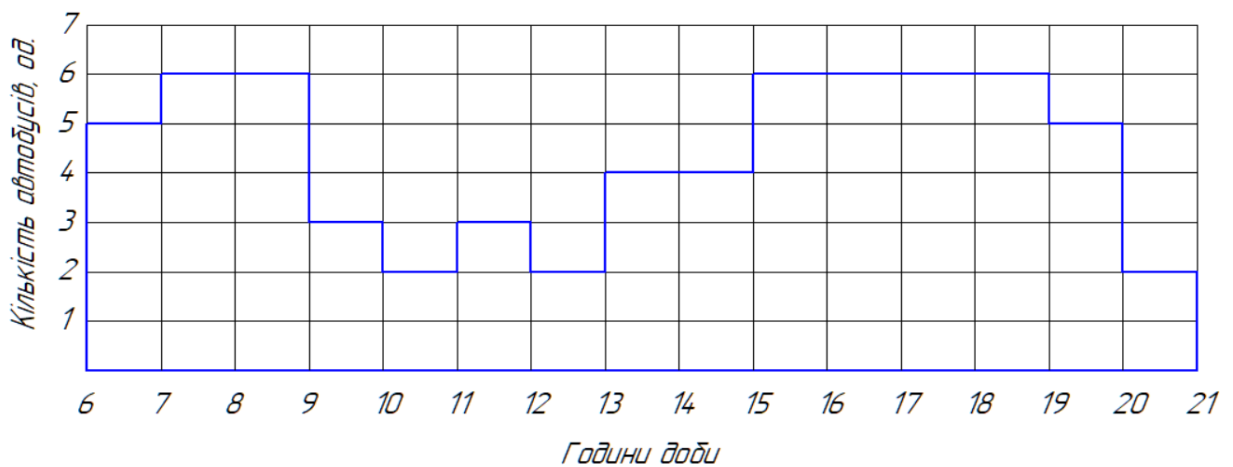


Рисунок 2.7 — Необхідна кількість автобусів на маршруті № 69К по годинах доби

Максимальна кількість автобусів залежить від наявного парку автобусів автотранспортного підприємства, які можуть бути щодня випущені на лінію. У разі, якщо автотранспортне підприємство має укладені договори на обслуговування декількох маршрутів, бажано на усіх маршрутах створювати рівні умови транспортного обслуговування пасажирів, розраховуючи максимально можливий випуск автобусів на лінію за формулою

$$n_{\max} = \kappa_a \cdot n_{t(\max)}, \quad (2.9)$$

де $n_{t(\max)}$ — максимальна кількість автобусів на маршруті, отримана за результатами розрахунку потреби у автобусах на кожну годину доби.

За значенням n_{\max} на діаграмі-максимум проводиться так звана «лінія максимум». При цьому усі клітинки, що опинилися у діаграмі вище лінії-максимум, з подальшого розрахунку відкидаються, створюючи таким чином певний дефіцит провізних здатностей рухомого складу на маршруті. Відповідно, добовий обсяг необхідної транспортної роботи на маршруті зменшується на величину дефіциту.

Мінімальна кількість автобусів, яку необхідно мати на маршруті у період доби між ранковим та вечірнім піками n_{\min} , встановлюється виходячи з максимально допустимого за тривалістю інтервалу руху на маршруті та розраховується за такою формулою

$$n_{\min} = \frac{t_{об}}{I_{\max}} \quad . \quad (2.10)$$

Отримане за цією формулою значення визначає мінімальну кількість рухомого складу, яка повинна бути на маршруті протягом денного міжпікового періоду часу. За цим значенням на діаграмі-максимум проводиться так звана «лінія-мінімум», при цьому усі клітинки діаграми, які розташовані вище лінії-мінімум та контуром діаграми-максимум, включаються до останньої як додаткові автобусо-години. У разі, якщо лінія-мінімум протягом усього дня знаходиться нижче контуру діаграми-максимум, то вона у розрахунках не враховується.

Лінію-мінімум проводимо на рівні $n = 3$ автобусів з урахуванням того, що на маршруті працюють ще чотири автобуси звичайного маршруту № 69.

Діаграма-максимум для маршруту № 69К, отримана в результаті коригування діаграми необхідної кількості автобусів на маршруті по кожній годині доби, наведена на рис. 2.8.

Кількість клітинок «діаграми-максимум» T_m , що містяться всередині контуру діаграми, визначають мініимально необхідну кількість автобусо-годин для забезпечення попиту на перевезення пасажирів на маршруті протягом дня.

При цьому одна клітинка всередині діаграмі відповідає одній автобусо-годині на маршруті.

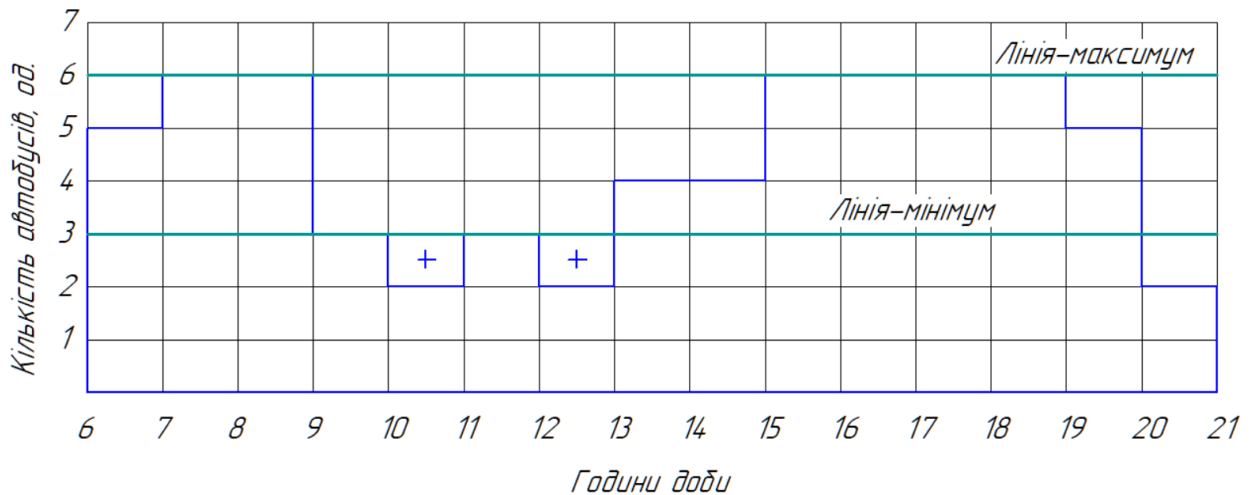


Рисунок 2.8 — Діаграма-максимум для маршруту № 69К

Етап 3. Наступним кроком розрахунку є визначення кількості автобусо-змін на маршруті протягом доби, Для цього спочатку розраховується допоміжна величина

$$d = \frac{T_m + t_0 \cdot n_{\max}}{\Delta t} . \quad (2.11)$$

Надалі розраховуємо величину $D_n = d - 2 \cdot n_{\max}$, після чого можливі такі три випадки:

а) у разі якщо $D_n = 0$, то усі n_{\max} автобусів будуть працювати на маршруті у дві зміни;

б) у разі якщо $D_n > 0$, то D_n автобусів будуть працювати на маршруті у три зміни, а решта $n_{\max} - D_n$ автобусів будуть працювати на маршруті у дві зміни;

в) у разі якщо $D_n < 0$, то $2n_{\max} - d$ автобусів будуть працювати на маршруті у одну зміну, а решта $d - n_{\max}$ автобусів будуть працювати на маршруті у дві зміни.

Для маршруту № 69К маємо $T_m = 69$ автобусо-годин, кількість змін автобусів на маршруті протягом доби за формулою (2.11) дорівнює

$$d = \frac{69 + 0,083 \cdot 6}{8} = 8,68 \approx 9 \text{ автобусо-змін.}$$

Оскільки величина $D_n = 9 - 2 \cdot 6 = -3 < 0$, то на маршруті № 69К будуть працювати $2 \cdot n_{max} - d = 2 \cdot 6 - 9 = 3$ однозмінних автобуси та решта три будуть працювати у дві зміни.

Етап 4. Подальшим кроком є встановлення періодів часу для надання обідніх перерв водіями та відстоювання автобусів протягом міжпікового періоду. Ця операція є суто графічною та виконується з врахуванням таких рекомендацій:

а) призначення часу обідніх перерв повинно бути виконано так, щоб не порушувалась необхідна кількість випуску автобусів на маршрут протягом цього періоду. Тож зазвичай, перерви водіям автобусів надаються по завершенні годин «пік», але не пізніше ніж через 4 години після початку роботи водія на лінії. Тривалість обідніх перерв повинна бути не менш ніж 45 хвилин після кожних 4 годин роботи та може складати від 20 до 45 хвилин (у разі розподілених у часі перерв загальною тривалістю 45 хвилин) до 2,0 годин протягом робочого дня водія;

б) при включенні до діаграми-максимум зон обідніх перерв водіїв необхідно стежити за тим, щоб у разі включення таких зон до діаграми отримана епюра погодинної кількості автобусів була якомога менш ступінчастою. Крім того, у разі планування однозмінних випусків з розривом у середині робочої зміни слід враховувати, що водії на таких випусках обідають протягом цього розриву, тож для них зони обідніх перерв додатково до діаграми-максимум не включаються;

в) зона діаграми максимум, що може бути використана для відстоювання та проведення технічного огляду та ремонту рухомого складу, зазвичай знаходиться у міжпіковій зоні та позначається літерою «С». При плануванні

цієї зони бажано дотримуватись таких рекомендацій: зняття автобусів у відстоювання слід виконувати не раніше ніж після 3 год. роботи автобусів; тривалість відстоювання автобуса повинна бути не меншою ніж 2,5 години.

Після призначення та додавання у діаграму-максимум зон обідніх перерв та виділення зони відстоювання автобусів виконується вирівнювання тривалості випусків автобусів. Для цього використовують метод вертикального переміщення клітинок діаграми. При цьому кількість автобусів протягом кожної години не змінюється. Слід враховувати, що така операція виконується окремо для випусків з різними режимами роботи водіїв (однозмінні, двохзмінні). По вирівнюванню тривалості випусків виконується фактичне призначення обідніх перерв водіям у межах виділених для цього раніше зон, при цьому необхідно стежити, щоб необхідна кількість автобусів по кожній годині доби відповідала розрахунковій.

Останньою виконується операція ліній розподілу змін. Її проводять так, щоб початок обідніх перерв водіїв, що працюють у другу зміну, починався не пізніше ніж через 4 години після початку роботи. Крім того, бажано забезпечувати рівні по тривалості умови роботи водіїв, що працюють у першу та другу зміни. На цьому графоаналітичний розрахунок завершується. Результат графоаналітичного розрахунку для автобусного маршруту № 69К «пл. Запорізька — вул. Корищенко» наведена на рис. 2.9.

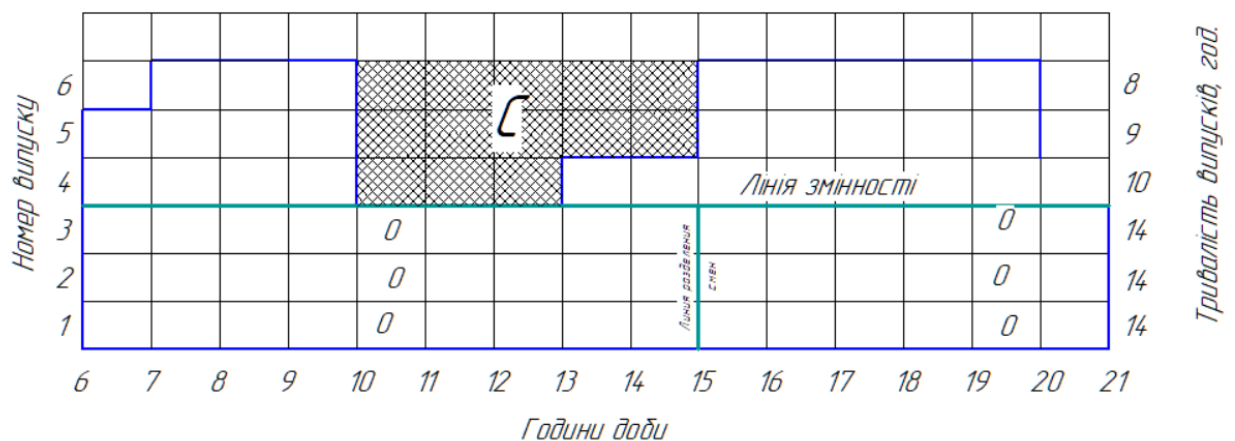


Рисунок 2.9 — Результат графоаналітичного розрахунку для маршруту № 69К

Зведені розклади руху автобусів на маршрутах № 69 та № 69К наведені у табл. 2.4 та табл. 2.5.

Таблиця 2.4 — Зведений розклад руху на маршруті №69К

Номер виходу	Номер зміни	Початок роботи	Закінчення роботи	Обід (відстій)
1	1	6-00	15-00	9-00 – 10-00
	2	15-00	21-00	18-30 – 19:00
2	1	6-00	15-00	9-00 – 10-00
	2	15-00	21-00	18-45 – 19:15
3	1	6-00	15-00	9-00 – 10-00
	2	15-00	21-00	19-15 – 19-45
4	1	6-00	19-00	10-00 – 13-00
5	1	6-00	20-00	10-00 – 15-00
6	1	7-00	20-00	10-00 – 15-00

Таблиця 2.5 — Зведений розклад руху на маршруті №69

Номер виходу	Номер зміни	Початок роботи	Закінчення роботи	Обід (відстій)
1	1	6-00	14-00	9-00 – 10-00
	2	14-00	22-00	19-00 – 20-00
2	1	6-00	14-00	9-00 – 10-00
	2	14-00	22-00	19-00 – 20-00
3	1	6-00	15-00	10-00 – 11-00
	2	15-00	22-00	18-00 – 19-00
4	1	6-00	15-00	10-00 – 11-00
	2	15-00	22-00	18-00 – 19-00

2.6 Розробка розкладів руху автобусів на маршрутах

Розробку розкладу руху на автобусних маршрутах № 69 та № 69К виконуємо напівавтоматизованим методом, який передбачає застосування ЕОМ для попереднього роздрукування хвилинної сітки рейсів.

Роздруківка хвилинної сітки рейсів для маятникових маршрутів здійснюється по двох кінцевих зупинках, які позначаються як А та Б. Кожний стовпчик сітки рейсів відповідає тривалості оборотного рейсу на маршруті. Значення, що знаходяться поруч у одному рядку та у різних стовпчиках відрізняються один від одного на величину тривалості рейсу з урахуванням тривалості відстоювання автобуса на кінцевих зупинках маршруту.

Процес складення розкладу руху полягає у побудові ланцюжків відправлень автобусів для кожного випуску між кінцевими пунктами маршруту шляхом поєднання прямими лініями відповідних значень на хвилинній сітці рейсів. Зняття автобуса з маршруту відповідає обривання такого ланцюжка, а виведенню автобуса на маршрут — початок такого ланцюжка.

Складання розкладу полягає у виконанні послідовно таких етапів:

а) попередньо встановлюють початок і завершення роботи автобусів на кожному випуску для груп однозмінних та двохзмінних випусків;

б) складається розклад руху на період початку руху автобусів на маршруті до початку ранкового піку. На цьому етапі слід забезпечити поступове та рівномірне зменшенні інтервалів руху на маршруті;

в) складається розклад руху на ранкові години «пік», протягом якого слід забезпечити максимально рівномірний інтервал руху при максимальному випуску автобусів на маршрут;

г) встановлення обідніх перерв та зняття автобусів у відстій по завершенню ранкових годин «пік». У ці години забезпечується монотонне та поступове збільшення інтервалів руху на маршруті;

д) складання розкладів руху на міжпікові години доби із забезпеченням рівного інтервалу руху та організацію змін водіїв, що працюють на двохзмінних випусках;

е) складання розкладів руху автобусів на початку вечірніх годин «пік». У цей період вирішують задачі випуску автобусів, що працюють з розривом протягом зміни, надання обідніх перерв водіям однозмінних випусків та поступового зменшення інтервалу руху на маршруті;

ж) складається розклад руху на період вечірніх годин «пік» із забезпеченням максимально рівномірного інтервалу руху;

з) складається розклад руху на період завершення руху на маршруті, при цьому встановлюються моменти завершення роботи однозмінних та двохзмінних випусків та надання обідніх перерв водіями, що працюють у другу зміну;

і) останнім виконується оцінка якості отриманого розкладу руху автобусів та його обробка з розрахунком техніко-експлуатаційних показників роботи автобусів на маршруті та розробка водійських та диспетчерських розкладів руху.

Розроблений напівавтоматизованим методом на хвилинній сітці рейсів розклад руху автобусів на маршрутах № 69 та № 69К наведений на рис. 2.10. У відповідності до розробленого розкладу руху формуємо водійські розклади руху по кожному випуску однозмінних та двохзмінних випусків автобусів, які наведені у табл. 2.6 та табл. 2.7.

Аналіз отриманих результатів графоаналітичного розрахунку та складеного розкладу руху автобусів свідчить, що за добу на маршруті № 69 виконується 42 оборотні рейси із загальним пробігом 1386,0 км, на маршруті № 69К виконується 51 оборотний рейс загальним пробігом 1340,79 км. На маршрутах за добу виконується 24 нульові пробіги. Довжина нульових пробігів автобусів за добу становить 103,2 км. Таким чином, загальний пробіг усіх автобусів на маршрутах за добу становить 2830 км.

А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
500	540	620	700	740	820	900	940	1020	1100	1140	1220	1300	1340	1420	1500	1540	1620	1700	1740	1820	1900	1940	2020	2100	2140	2220	2300	2340	2420
501	541	621	701	741	821	901	941	1021	1101	1141	1221	1301	1341	1421	1501	1541	1621	1701	1741	1821	1901	1941	2021	2101	2141	2221	2301	2341	2421
502	542	622	702	742	822	902	942	1022	1102	1142	1222	1302	1342	1422	1502	1542	1622	1702	1742	1822	1902	1942	2022	2102	2142	2222	2302	2342	2422
503	543	623	703	743	823	903	943	1023	1103	1143	1223	1303	1343	1423	1503	1543	1623	1703	1743	1823	1903	1943	2023	2103	2143	2223	2303	2343	2423
504	544	624	704	744	824	904	944	1024	1104	1144	1224	1304	1344	1424	1504	1544	1624	1704	1744	1824	1904	1944	2024	2104	2144	2224	2304	2344	2424
505	545	625	705	745	825	905	945	1025	1105	1145	1225	1305	1345	1425	1505	1545	1625	1705	1745	1825	1905	1945	2025	2105	2145	2225	2305	2345	2425
506	546	626	706	746	826	906	946	1026	1106	1146	1226	1306	1346	1426	1506	1546	1626	1706	1746	1826	1906	1946	2026	2106	2146	2226	2306	2346	2426
507	547	627	707	747	827	907	947	1027	1107	1147	1227	1307	1347	1427	1507	1547	1627	1707	1747	1827	1907	1947	2027	2107	2147	2227	2307	2347	2427
508	548	628	708	748	828	908	948	1028	1108	1148	1228	1308	1348	1428	1508	1548	1628	1708	1748	1828	1908	1948	2028	2108	2148	2228	2308	2348	2428
509	549	629	709	749	829	909	949	1029	1109	1149	1229	1309	1349	1429	1509	1549	1629	1709	1749	1829	1909	1949	2029	2109	2149	2229	2309	2349	2429
510	550	630	710	750	830	910	950	1030	1110	1150	1230	1310	1350	1430	1510	1550	1630	1710	1750	1830	1910	1950	2030	2110	2150	2230	2310	2350	2430
511	551	631	711	751	831	911	951	1031	1111	1151	1231	1311	1351	1431	1511	1551	1631	1711	1751	1831	1911	1951	2031	2111	2151	2231	2311	2351	2431
512	552	632	712	752	832	912	952	1032	1112	1152	1232	1312	1352	1432	1512	1552	1632	1712	1752	1832	1912	1952	2032	2112	2152	2232	2312	2352	2432
513	553	633	713	753	833	913	953	1033	1113	1153	1233	1313	1353	1433	1513	1553	1633	1713	1753	1833	1913	1953	2033	2113	2153	2233	2313	2353	2433
514	554	634	714	754	834	914	954	1034	1114	1154	1234	1314	1354	1434	1514	1554	1634	1714	1754	1834	1914	1954	2034	2114	2154	2234	2314	2354	2434
515	555	635	715	755	835	915	955	1035	1115	1155	1235	1315	1355	1435	1515	1555	1635	1715	1755	1835	1915	1955	2035	2115	2155	2235	2315	2355	2435
516	556	636	716	756	836	916	956	1036	1116	1156	1236	1316	1356	1436	1516	1556	1636	1716	1756	1836	1916	1956	2036	2116	2156	2236	2316	2356	2436
517	557	637	717	757	837	917	957	1037	1117	1157	1237	1317	1357	1437	1517	1557	1637	1717	1757	1837	1917	1957	2037	2117	2157	2237	2317	2357	2437
518	558	638	718	758	838	918	958	1038	1118	1158	1238	1318	1358	1438	1518	1558	1638	1718	1758	1838	1918	1958	2038	2118	2158	2238	2318	2358	2438
519	559	639	719	759	839	919	959	1039	1119	1159	1239	1319	1359	1439	1519	1559	1639	1719	1759	1839	1919	1959	2039	2119	2159	2239	2319	2359	2439
520	600	640	720	800	840	920	1000	1040	1120	1200	1240	1320	1400	1440	1520	1600	1640	1720	1800	1840	1920	2000	2040	2120	2200	2240	2320	2400	2440
521	601	641	721	801	841	921	1001	1041	1121	1201	1241	1321	1401	1441	1521	1601	1641	1721	1801	1841	1921	2001	2041	2121	2201	2241	2321	2401	2441
522	602	642	722	802	842	922	1002	1042	1122	1202	1242	1322	1402	1442	1522	1602	1642	1722	1802	1842	1922	2002	2042	2122	2202	2242	2322	2402	2442
523	603	643	723	803	843	923	1003	1043	1123	1203	1243	1323	1403	1443	1523	1603	1643	1723	1803	1843	1923	2003	2043	2123	2203	2243	2323	2403	2443
524	604	644	724	804	844	924	1004	1044	1124	1204	1244	1324	1404	1444	1524	1604	1644	1724	1804	1844	1924	2004	2044	2124	2204	2244	2324	2404	2444
525	605	645	725	805	845	925	1005	1045	1125	1205	1245	1325	1405	1445	1525	1605	1645	1725	1805	1845	1925	2005	2045	2125	2205	2245	2325	2405	2445
526	606	646	726	806	846	926	1006	1046	1126	1206	1246	1326	1406	1446	1526	1606	1646	1726	1806	1846	1926	2006	2046	2126	2206	2246	2326	2406	2446
527	607	647	727	807	847	927	1007	1047	1127	1207	1247	1327	1407	1447	1527	1607	1647	1727	1807	1847	1927	2007	2047	2127	2207	2247	2327	2407	2447
528	608	648	728	808	848	928	1008	1048	1128	1208	1248	1328	1408	1448	1528	1608	1648	1728	1808	1848	1928	2008	2048	2128	2208	2248	2328	2408	2448
529	609	649	729	809	849	929	1009	1049	1129	1209	1249	1329	1409	1449	1529	1609	1649	1729	1809	1849	1929	2009	2049	2129	2209	2249	2329	2409	2449
530	610	650	730	810	850	930	1010	1050	1130	1210	1250	1330	1410	1450	1530	1610	1650	1730	1810	1850	1930	2010	2050	2130	2210	2250	2330	2410	2450
531	611	651	731	811	851	931	1011	1051	1131	1211	1251	1331	1411	1451	1531	1611	1651	1731	1811	1851	1931	2011	2051	2131	2211	2251	2331	2411	2451
532	612	652	732	812	852	932	1012	1052	1132	1212	1252	1332	1412	1452	1532	1612	1652	1732	1812	1852	1932	2012	2052	2132	2212	2252	2332	2412	2452
533	613	653	733	813	853	933	1013	1053	1133	1213	1253	1333	1413	1453	1533	1613	1653	1733	1813	1853	1933	2013	2053	2133	2213	2253	2333	2413	2453
534	614	654	734	814	854	934	1014	1054	1134	1214	1254	1334	1414	1454	1534	1614	1654	1734	1814	1854	1934	2014	2054	2134	2214	2254	2334	2414	2454
535	615	655	735	815	855	935	1015	1055	1135	1215	1255	1335	1415	1455	1535	1615	1655	1735	1815	1855	1935	2015	2055	2135	2215	2255	2335	2415	2455
536	616	656	736	816	856	936	1016	1056	1136	1216	1256	1336	1416	1456	1536	1616	1656	1736	1816	1856	1936	2016	2056	2136	2216	2256	2336	2416	2456
537	617	657	737	817	857	937	1017	1057	1137	1217	1257	1337	1417	1457	1537	1617	1657	1737	1817	1857	1937	2017	2057	2137	2217	2257	2337	2417	2457
538	618	658	738	818	858	938	1018	1058	1138	1218	1258	1338	1418	1458	1538	1618	1658	1738	1818	1858	1938	2018	2058	2138	2218	2258	2338	2418	2458
539	619	659	739	819	859	939	1019	1059	1139	1219	1259	1339	1419	1459	1539	1619	1659	1739	1819	1859	1939	2019	2059	2139	2219	2259	2339	2419	2459
540	700	740	820	900	940	1020	1100	1140	1220	1300	1340	1420	1500	1540	1620	1700	1740	1820	1900	1940	2020	2100	2140	2220	2300	2340	2420	2500	2540
541	621	701	741	821	901	941	1021	1101	1141	1221	1301	1341	1421	1501	1541	1621	1701	1741	1821	1901	1941	2021	2101	2141	2221	2301	2341	2421	2501
542	622	702	742	822	902	942	1022	1102	1142	1222	1302	1342	1422	1502	1542	1622	1702	1742	1822	1902	1942	2022	2102	2142	2222	2302	2342	2422	2502
543	623	703	743	823	903	943	1023	1103	1143	1223	1303	1343	1423	1503	1543	1623	1703	1743	1823	1903	1943	2023	2103	2143	2223	2303	2343	2423	2503
544	624	704	744	824	904	944	1024	1104	1144	1224	1304	1344	1424	1504	1544	1624	1704	1744	1824	1904	1944	2024	2104	2144	2224	2304	2344	2424	2504
545	625	705	745	825	905	945	1025	1																					

Таблиця 2.6 — Водійські розклади на маршруті №69К

Кінцева зупинка	Номери рейсів та час відправлення з кінцевого пункту							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Вихід 1. Зміна 1.								
пл. Запорізька		6:10	7:30	Обід	9:45	11:05	12:25	13:45
вул. Корищенка	5:30	6:50	8:10		10:25	11:45	13:05	
Час на маршруті 8:02 год.								
Вихід 1. Зміна 2.								
пл. Запорізька		15:05	16:25	17:45	19:05	20:25		
вул. Корищенка	14:25	15:45	17:05	18:25	19:45			
Час на маршруті 6:40 год.								
Вихід 2. Зміна 1.								
пл. Леніна		6:24	7:44	Обід	10:17	11:37	12:57	14:17
вул. Корищенка	5:44	7:04	8:24		10:57	12:17	13:37	
Час на маршруті 8:00 год.								
Вихід 2. Зміна 2.								
пл. Запорізька		15:37	16:57	18:17	19:37			
вул. Корищенка	14:57	16:17	17:37	18:57				
Час на маршруті 5:20 год.								
Вихід 3. Зміна 1.								
пл. Запорізька		6:39	7:59	Обід	10:40	12:00	13:20	14:40
вул. Корищенка	5:59	7:19	8:39		11:20	12:40	14:00	
Час на маршруті 8:03 год.								
Вихід 3. Зміна 2.								
пл. Запорізька		16:03	17:23	18:43	20:03			
вул. Корищенка	15:23	16:43	18:03	19:23				
Час на маршруті 5:20 год.								

Кінець таблиці 2.6.

Кінцева зупинка	Номери рейсів та час відправлення з кінцевого пункту							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Вихід 4. Зміна 1.								
пл. Запорізька		6:55	8:15	9:35	14:05	15:25	16:45	18:05
вул. Корищенка	6:15	7:35	8:55	13:25	14:45	16:05	17:25	
Час на маршруті 9:20 год.								
Вихід 5. Зміна 1.								
пл. Запорізька		7:10	8:30	Відстій	15:50	17:10	18:30	19:50
вул. Корищенка	6:30	7:50	9:10	15:10	16:30	17:50	19:10	
Час на маршруті 8:40 год.								
Вихід 6. Зміна 1.								
пл. Запорізька		7:20	8:40	Відстій	16:15	17:35	18:55	20:15
вул. Корищенка	6:40	8:00	9:20	15:35	16:55	18:15	19:35	
Час на маршруті 8:40 год.								

Таблиця 2.7 — Водійські розклади на маршруті №69

Кінцевий пункт	Номери рейсів та час відправлення з кінцевого пункту							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Вихід 1. Зміна 1.								
пл. Запорізька		5:55	7:15	Обід	9:30	10:50	12:10	
пров. Квітковий	5:15	6:35	7:55		10:10	11:30	12:50	
Час на маршруті 7:20 год.								
Вихід 1. Зміна 2.								
пл. Запорізька	13:30	14:50	16:10	17:30	Обід	19:44	21:04	
пров. Квітковий	14:10	15:30	16:50	18:10		20:24		
Час на маршруті 7:20 год.								

Кінець таблиці 2.7.

Кінцевий пункт	Номери рейсів та час відправлення з кінцевого пункту							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Вихід 2. Зміна 1.								
пл. Запорізька		6:47	8:07	Обід	10:30	11:50	13:10	
пров. Квітковий	6:07	7:27	8:47		11:10	12:30	13:50	
Час на маршруті 7:20 год.								
Вихід 2. Зміна 2.								
пл. Запорізька	14:30	15:56	17:16	18:36	19:56			
пров. Квітковий	15:16	16:36	17:56	19:16				
Час на маршруті 6:06 год.								
Вихід 3. Зміна 1.								
пл. Запорізька		6:17	7:37	8:57	Обід	11:15	12:35	
пров. Квітковий	5:37	6:57	8:17	9:37		11:55	13:15	
Час на маршруті 8:00 год.								
Вихід 3. Зміна 2.								
пл. Запорізька	13:55	15:15	16:35	Обід	18:50	20:10	21:30	
пров. Квітковий	14:35	15:55	17:15		19:30	20:50		
Час на маршруті 7:20 год.								
Вихід 4. Зміна 1.								
пл. Запорізька		6:31	7:51	9:11	Обід		11:30	12:50
пров. Квітковий	5:51	7:11	8:31			10:50	12:10	13:31
Час на маршруті 7:21 год.								
Вихід 4. Зміна 2.								
пл. Запорізька	14:11	15:31	16:51	Обід	19:15	20:35		
пров. Квітковий	14:51	16:11	17:31		19:55			
Час на маршруті 6:00 год.								

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних вкладень

Згідно запропонованих рішень на маршруті № 69 є потреба у додатковому придбанні 10 автобусів середньої місткості Богдан А-069.21. При вартості нового автобуса Богдан А-069.21 $C_a = 1\,200\,000$ грн. загальний обсяг додаткових капітальних вкладень у придбання нового рухомого складу складе

$$K_{\text{дод}} = 10 \cdot 1\,200\,000 = 12\,000\,000 \text{ грн.}$$

3.2 Розрахунок собівартості перевезень

Порядок розрахунку собівартості перевезень пасажирів на автомобільному транспорті в Україні визначається наказом Міністерства інфраструктури України від 17.11.2009 року № 1175, яким затверджено Методику розрахунку тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту. Розрахунок собівартості послуг пасажирського автомобільного транспорту виконується на один кілометр пробігу та включає в себе такі статті витрат:

а) заробітна плата водіїв, основна і додаткова з відрахуваннями на соціальне страхування (єдиний соціальний внесок, ЄСВ) Z_v , грн./км.;

б) заробітна плата працівників, які виконують ремонт та технічне обслуговування автобусів в автотранспортному підприємстві Z_p , грн./км., основна та додаткова з відрахуваннями (ЄСВ);

в) витрати на паливо, що витрачається автобусами на маршруті та під час інших технологічних потреб C_t , грн./км.;

г) витрати на мастила та мастильні матеріали C_m , грн./км.;

д) витрати на запасні частини і матеріали для планового технічного обслуговування та ремонту автобусів C_{TO} , грн./км.;

е) витрати на шини для автобусів $C_{ш}$, грн./км.;

ж) амортизаційні відрахування на відновлення рухомого складу A , грн./км.;

з) витрати на відновлення стартерних акумуляторних батарей автобусів C_a , грн./км.

і) інші (загальновиробничі, адміністративні, накладні) витрати, пов'язані з експлуатацією автобусів на маршруті $C_{ін}$, грн./км.

Виконуємо розрахунок вищеперелічених статей собівартості перевезень пасажирів на маршруті № 69. Розрахунок заробітної плати водіїв автобусів наведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 — Заробітна плата водіїв автобусів

Стаття витрат	Тип автобуса	
	Volkswagen LT-35	Богдан A069
1. Основна заробітна плата водія, грн./год.	112,00	126,00
2. Додаткова заробітна плата водія, грн./год., у тому числі з доплатами за:		
– класність (25 %)	28,00	31,50
– розривний графік (10 %)	11,20	12,60
– відпустки (9,5%)	10,64	11,97
3. Заробітна плата водіїв, основна та додаткова, грн/год.	161,84	182,07
4. Експлуатаційна швидкість на маршруті, км/год	20,1	20,1
5. Основна та додаткова заробітна плата водіїв, грн./км.	8,05	9,10

Кінець таблиці 3.1.

Стаття витрат	Тип автобуса	
	Volkswagen LT-35	Богдан A069
6. Заробітна плата інженерно-технічних робітників та службовців підприємства (у розмірі 10% від заробітної плати водіїв автобусів), грн./км.	0,81	0,91
7. Сумарний фонд заробітної плати водіїв, інженерно-технічних працівників та службовців підприємства, грн./км	8,86	10,01
8. Єдиний соціальний внесок (22 % від фонду заробітної плати), грн./км.	1,95	2,20
Разом заробітна плата водіїв, грн./км.	10,81	12,21

Розрахунок заробітної плати робітників підприємства, які виконують роботи з технічного обслуговування та ремонту рухомого складу, наведений у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 — Заробітна плата робітників з ремонту та технічного обслуговування рухомого складу

Стаття витрат або техніко-експлуатаційний показник	Тип автобуса	
	Volkswagen LT-35	Богдан A06921
1. Річний пробіг автобуса, км	111544	103295
2. Періодичність видів технічного обслуговування для автобусів, км:		
ТО-1	5000	5000
ТО-2	20000	20000

Продовження таблиці 3.2.

Стаття витрат або техніко-експлуатаційний показник	Тип автобуса	
	Volkswagen LT-35	Богдан А06921
3. Нормативи трудомісткості виконання робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту:		
ЩО, чол.-год. одне обслуговування	0,8	0,8
ТО-1, чол.-год. одне обслуговування	5,8	5,8
ТО-2, чол.-год. одне обслуговування	24,0	24,0
ПР, чол.-год./1000 км пробігу автобуса	6,2	6,2
4. Кількість технічних обслуговувань на річний пробіг автобуса, одиниць:		
ЩО	320	320
ТО-1	22	21
ТО-2	6	5
5. Трудомісткість виконання робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту, чол.-год.:		
ЩО	256	256
ТО-1	127,6	121,8
ТО-2	144	120
ПР	692	640,4
Разом	1219,6	1138,2
6. Трудомісткість робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту автобуса на 1000 км пробігу, чол.-год.		
	10,93	11,02
7. Годинна тарифна ставка ремонтних робітників підприємства (III розряд), грн./год.		
	98,12	98,12
8. Розмір доплат та надбавок до годинної тарифної ставки робітників: за інтенсивну працю – 12%, за високу професійну майстерність – 12%		
	24%	24%

Кінець таблиці 3.2.

Стаття витрат або техніко-експлуатаційний показник	Тип автобуса	
	Volkswagen LT-35	Богдан А06921
9. Годинна тарифна ставка з урахуванням доплат та надбавок, грн./год.	121,67	121,67
10. Оплата відпусток (9,5%), грн./год.	9,32	9,32
11. Разом годинна тарифна ставка з урахуванням доплат, надбавок та сплат відпусток, грн./год.	130,99	130,99
12. Єдиний соціальний внесок (22%), грн./год.	28,82	28,82
13. Разом годинний фонд заробітної плати ремонтних робітників з єдиним соціальним внеском, грн./год.	159,81	159,81
14. Заробітна плата ремонтних робітників на 1 км пробігу автобуса на маршруті, грн./км.	1,75	1,76

Витрати на дизельне паливо, що витрачається автобусами на маршруті, визначаємо за формулою [4]:

$$C_T = 0,01(1 + k_{\Sigma}) \cdot H_s \cdot C_T, \quad (3.1)$$

де H_s — базова лінійна норма витрат палива на пробіг автобуса на маршруті, встановлений на підприємстві, л/100 км;

k_{Σ} — підсумковий коригуючий коефіцієнт до базової лінійної норми витрати палива, який враховує конкретні умови експлуатації автобусів на розглядуваному маршруті, %;

C_T — ціна одного літра дизельного палива, грн/л.

Розрахунок витрат за паливо зводимо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 — Розрахунок витрат на паливо автобусами на маршруті

Стаття витрат або показник	Тип автобуса	
	Volkswagen LT-35	Богдан A06921
1. Лінійна норма витрати палива на пробіг автобусів на маршруті, л/100 км.	13,0 дп	15,0 дп
2. Додаткові витрати палива при умовах:		
– за роботу у місті Запоріжжя з населенням 0,5 – 1,0 млн. мешканців	10	10
– за виконання роботи, пов’язаної з частими технологічними зупинками для посадки та висадки пасажирів на маршруті	10	10
3. Вартість 1 л дизельного палива, грн./л	52,00	52,00
4. Витрати палива на 1 км пробігу автобуса, л	0,156	0,180
5. Витрати на паливо на 1 км пробігу автобуса, грн./км	8,11	9,36

Для визначення витрат на мастильні та обтиральні матеріали використаємо дані автотранспортного підприємства, згідно з якими витрати на мастила та змащення складають 15 % від витрат на паливо автобусами, тобто

$$C_M = 0,15 \cdot C_{\Pi} = 0,15 \cdot 8,11 = 1,22 \text{ грн./км. (для автобусів VW LT-35);}$$

$$C_M = 0,15 \cdot C_{\Pi} = 0,15 \cdot 9,36 = 1,40 \text{ грн./км. (для автобусів Богдан A069).}$$

Витрати на запасні частини та матеріали для ремонту автобусів визначаємо на підставі укрупнених показників, наведених у Нормативах витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт по базових марках автомобілів (затверджені наказом Міністерства транспорту України від 14.11.1995 р.) у доларах США по поточному курсу до гривні. Результати

розрахунку цих витрат для автобусів, що експлуатуються на маршруті № 69 з урахуванням курсу долара США 48,62 грн./долар наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 — Розрахунок витрат на запасні частини та матеріали для ремонту автобусів

Стаття витрат	Тип автобуса	
	Volkswagen LT-35	Богдан A06921
1. Витрати запасні частини для ремонту автобусів , грн/1000 км	171,36	269,76
2. Витрати на матеріали для ремонту автобусів, грн/1000 км	299,04	353,28
3. Витрати на запчастини та матеріали для ремонту автобусів, грн./км	0,47	0,62

Витрати на шини для автобусів визначаються в залежності від марки шин, їх кількості на рухомому складі, нормативного $L_{\text{ш}}$ та фактичного пробігу шин до заміни та вартості шини $C_{\text{ш}}$ за формулою

$$C_{\text{ш}} = \frac{C_{\text{ш}}}{L_{\text{ш}}} \cdot \quad (3.2)$$

Результати розрахунку витрат на шини для автобусів зводимо у табл. 3.5.

Амортизаційні відрахування на відновлення рухомого складу визначаємо за прямолінійним методом нарахування амортизаційних відрахувань виходячи з нормативного терміну експлуатації автобусів 5 років, при цьому річна норма амортизаційних відрахувань складає 20 % на рік. Результати розрахунку амортизаційних відрахувань на існуючі та пропонувані для роботи на маршруті автобусів наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.5 — Витрати на шини для автобусів

Стаття витрат або техніко-експлуатаційний показник	Тип автобуса	
	Volkswagen	Богдан
	LT-35	A06921
1. Кількість шин, одиниць	4+1	6+1
2. Розмір шин	225/70/15C	7.00×16-2PR
3. Норма пробігу шин до заміни, тис. км.	75	80
4. Вартість шини, грн.	3200	5300
5. Витрати на шини на 1 км пробігу автобусів на маршруті, грн./км.	0,21	0,46

Таблиця 3.6 — Амортизаційні відрахування на рухомий склад

Стаття витрат або техніко-експлуатаційний показник	Тип автобуса	
	Volkswagen	Богдан
	LT-35	A06921
1. Балансова (очікувана) вартість автобуса, грн.	287520	1200000
2. Річна норма амортизаційних відрахувань, %	20	20
3. Річний пробіг автобуса на маршруті, км.	111544	103295
4. Річні амортизаційні відрахування, грн.	57504	240000
5. Амортизаційні відрахування, грн./км	0,52	2,32

Витрати на відновлення та заміну стартерних акумуляторних батарей автобусів розраховуємо за формулою

$$C_a = \frac{C_{аб} \cdot n_{аб}}{H_{аб} \cdot I}, \quad (3.3)$$

де $C_{аб}$ — вартість нової акумуляторної батареї для автобуса, грн;

$n_{аб}$ — кількість стартерних акумуляторних батарей, що встановлюються на один автобус, одиниць;

$H_{аб}$ — експлуатаційна норма середнього ресурсу акумуляторної батареї автобуса у місяцях, яка регламентується наказом Міністерства інфраструктури України від 20.05.2010 р. № 489;

I — фактична інтенсивність використання автобуса, км/місяць.

Розрахунок витрат на відновлення стартерних акумуляторних батарей автобусів зводимо до табл. 3.7.

Таблиця 3.7 — Витрати на стартерні акумуляторні батареї для автобусів

Стаття витрат або техніко-експлуатаційний показник	Тип автобуса	
	Volkswagen LT-35	Богдан A06921
1. Тип стартерної акумуляторної батареї автобуса	55DL23L	6СТ-90
2. Кількість акумуляторних батарей, встановлених на одному автобусі, одиниць	1	2
3. Середньомісячний пробіг автобуса на маршруті, км	9295	8608
4. Норма середнього ресурсу акумуляторної батареї, місяців	18	18
5. Вартість нової акумуляторної батареї, грн.	2250	4000
6. Витрати на стартерні акумуляторні батареї автобусів на 1 км пробігу, грн./км	0,013	0,052

Розмір інших (загальновиробничих, адміністративних, накладних) витрат визначаємо за даними підприємства виходячи з норми у 30 % від фонду заробітної плати водіїв автобусів:

$$C_{ін} = 0,3 \cdot 8,05 = 2,42 \text{ грн./км (для автобусів VW-35);}$$

$$C_{ін} = 0,3 \cdot 9,10 = 2,73 \text{ грн./км (для автобусів Богдан A069).}$$

Результати розрахунку собівартості пробігу автобусів на маршруті за існуючим та пропонованим варіантами зводимо до табл. 3.8.

Таблиця 3.8 — Результати розрахунку собівартості пробігу автобусів по статтях витрат

Стаття витрат	Тип автобуса	
	Volkswagen LT-35	Богдан A06921
1. Заробітна плата водіїв автобусів та інженерно-технічних працівників, грн./км.	10,81	12,21
2. Заробітна плата ремонтних робітників, грн./км	1,75	1,76
3. Витрати на паливо для автобусів, грн./км.	8,11	9,36
4. Витрати на мастильні матеріали для автобусів, грн./км.	1,22	1,40
5. Витрати на заміну шин автобусів, грн./км.	0,21	0,46
6. Витрати на запасні частини і матеріали для ремонту і технічного обслуговування автобусів, грн./км.	0,47	0,62
7. Амортизаційні відрахування на відновлення рухомого складу, грн./км.	0,52	2,32
8. Витрати на стартерні акумуляторні батареї автобусів, грн/км	0,013	0,052
9. Інші (загальнопромислові, адміністративні, накладні) витрати, грн./км.	2,42	2,73
Собівартість виконання 1 км пробігу автобусами на маршруті, грн.	25,52	30,91

3.3 Розрахунок тарифу на перевезення пасажирів

Вартість проїзду (тариф) одного пасажирів на маршруті розраховуємо за формулою

$$T = \frac{C_{\text{км}} \cdot \bar{l} \cdot k_p}{q_a \cdot \gamma_d}, \quad (3.4)$$

де $C_{\text{км}}$ — собівартість одного кілометра пробігу автобуса даної марки (див. розрахунки п. 3.2), грн./км;

\bar{l} — середня відстань поїздки одного пасажирів, км. Приймається за результатами моделювання та розрахунку матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій за існуючим та пропонованим варіантами;

k_p — коефіцієнт, який враховує рівень рентабельності пасажирських перевезень. Приймаємо рентабельність перевезень у розмірі 15 %, тоді $k_p = 1,15$;

q_a — номінальна пасажиромісткість автобусів, що використовуються на маршрутах, пас.;

γ_d — коефіцієнт використання пасажиромісткості на маршруті в середньому за добу (динамічний), приймаємо за результатами обстеження пасажиропотоків на маршруті табличним методом.

Розрахунковий тариф на проїзд пасажирів на маршруті № 69 за варіантами складе:

– для автобусів VW LT-35 за існуючим варіантом транспортного обслуговування пасажирів на маршруті № 69

$$T_{\text{існ}} = \frac{25,52 \cdot 5,27 \cdot 1,15}{18 \cdot 0,6} = 14,3 \text{ грн};$$

– для автобусів Богдан А069 на маршруті № 69 (звичайні випуски)

$$T_{\text{пр1}} = \frac{30,91 \cdot 5,27 \cdot 1,15}{32 \cdot 0,50} = 11,7 \text{ грн};$$

– для автобусів Богдан А069 на маршруті № 69К (укорочені випуски)

$$T_{\text{пр2}} = \frac{30,91 \cdot 4,67 \cdot 1,15}{32 \cdot 0,50} = 10,4 \text{ грн.}$$

Таким чином, вартість проїзду на маршруті № 69 при запровадженні нового типу рухомого складу у порівнянні з існуючим варіантом транспортного обслуговування для пасажирів не змінюється та складає 12,0 гривень за одну поїздку. Втім, перевезення за існуючим варіантом є збитковими для автотранспортного підприємства та вимагають збільшення вартості проїзду для пасажирів з 12 грн. до 14 грн.

3.4 Розрахунок доходу та прибутку від виконання перевезень

Дохід автотранспортного підприємства від надання послуг з перевезень пасажирів на маршруті № 69 «пл. Запорізька — пров. Квітковий» розраховуємо за формулою

$$D_p = Q_p \cdot T, \quad (3.5)$$

де Q_p — річний обсяг перевезень пасажирів на маршруті, пас.

Річний обсяг перевезень пасажирів розраховуємо як добуток добового обсягу перевезень пасажирів на маршруті $Q_{\text{доб}}$, отриманий по результатах обстеження пасажиропотоку, на кількість днів роботи маршруту за рік

$$Q_p = 8128 \cdot 365 = 2966720 \text{ пас./рік.}$$

Дохід автотранспортного підприємства по варіантах транспортного обслуговування буде однаковим та складає

$$D_p = 2966720 \cdot 12 = 35600640 \text{ грн.}$$

Річні експлуатаційні витрати автотранспортного підприємства від надання послуг з перевезення пасажирів на маршруті № 69 визначаємо за формулою

$$C_p = L_p \cdot C_{\text{км}}, \quad (3.6)$$

де L_p — річний пробіг автобусів на маршруті, км.

Для існуючого варіанту транспортного обслуговування пасажирів на маршруті № 69 $L_p = 1673160$ км,

$$C_{p6} = 1673160 \cdot 25,52 = 42699043 \text{ грн.}$$

Для пропонованого варіанту транспортного обслуговування пасажирів на маршруті № 69 та № 69К $L_p = 1032950$ км,

$$C_{p11} = 1032950 \cdot 30,91 = 31928484 \text{ грн.}$$

Прибуток від виконання перевезень пасажирів на маршруті № 69 Π знаходимо як різницю між річним доходом D_p та річними експлуатаційними витратами C_p .

Для існуючого варіанту організації перевезень на маршруті № 69

$$\Pi_6 = 35600640 - 42699043 = -7098403 \text{ грн.}$$

Для пропонованого варіанту організації перевезень на маршрутах № 69 та № 69К

$$П_{\pi} = 35\,600\,640 - 31\,928\,484 = 3\,672\,156 \text{ грн.}$$

Рентабельність перевезень R знаходимо як відношення прибутку до річних експлуатаційних витрат. При існуючому варіанті організації перевезень пасажирів на маршруті рентабельність є від'ємною, автотранспортне підприємство працює збитково, покриваючи витрати від обслуговування маршруту № 69 доходами від обслуговування інших міських маршрутів. Рентабельність перевезень за пропонуваним варіантом складе

$$R = \frac{3\,672\,156}{31\,928\,484} \times 100\% = 11,5\%.$$

3.5 Розрахунок чистої поточної вартості проєктного варіанта

Чисту поточну вартість пропонуваного варіанту транспортного обслуговування пасажирів на маршруті № 69 NPV розраховуємо за формулою

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.7)$$

де B_t — вигоди на рік від реалізації заходів по впровадженню проєкту, грн.

C_t — витрати на рік від реалізації заходів по впровадженню проєкту, грн.

i — коефіцієнт дисконтування або ставка дисконту. Виходячи з облікової ставки Національного банку України станом на 01.11.2024 року у 13 %, приймаємо коефіцієнт дисконтування $i = 0,15$;

n — тривалість повної реалізації заходів проєкту (термін життя проєкту).

Приймаємо виходячи з нормативного терміну експлуатації нового рухомого складу, який планується придбати для роботи на маршруті $n = 5$ років.

Результати розрахунку NPV наведено у табл. 3.9.

Таблиця 3.9 — Розрахунок чистої поточної вартості пропонованого варіанту

Рік, t	Витрати, грн	Доходи, грн.	Постійні експлуатаційні витрати, грн.	Прибуток, грн.	Чисті вигоди (Vt – Ct), грн	Коефіцієнт дисконтування $1/(1+i)^t$	Дисконтовані чисті вигоди NPV, грн
1	12000000	35600640	31928484	3672156	-9203844	1	-8327844
2	–	35600640	31928484	3672156	3672156	0,87	3194776
3	–	35600640	31928484	3672156	3672156	0,76	2790839
4	–	35600640	31928484	3672156	3672156	0,65	2386901
5	–	35600640	31928484	3672156	3672156	0,57	2093129
Чиста поточна вартість пропонованого варіанта							2137801

Таким чином, оскільки $NPV = 2\,137\,801$ грн, пропоновані рішення є економічно доцільними.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі магістерської роботи на тему «Моделювання пасажиропотоків та удосконалення організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті № 69 міста Запоріжжя» розглядається аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника під час збору статистичних даних. Розроблені заходи по їх усуненню. Дослідник знаходиться в небезпеках як і пасажери.

У додатку А показані потенційні небезпеки, які можуть вплинути на дослідника, розроблені заходи по усуненню загальних небезпек та небезпек виробничої санітарії та гігієни праці, зроблено дослідження та розрахунок шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища, напруженості праці, значення яких були заміряні в лабораторії дослідника.

4.1 Заходи з цивільного захисту

Забезпечення стійкої роботи комунально-енергетичних систем промислового об'єкта

Електропостачання є основою всякого виробництва. Порушення нормальної подачі електроенергії на об'єкт або окремі його ділянки може привести до повного припинення роботи об'єкта.

Для забезпечення надійного електропостачання в умовах війни при його проектуванні й будівництві повинні бути враховані наступні основні вимоги, що впливають із завдань ЦЗ.

Електропостачання повинне здійснюватися від енергосистем, до складу яких входять електростанції, що працюють на різних видах палива. Великі

електростанції слід розміщати друг від друга й від великих міст на значних відстанях.

Районні понижувальні станції, диспетчерські пункти енергосистем і лінії електропередачі необхідно розміщати розосереджене, і вони повинні бути надійно захищені.

Трансформаторні підстанції необхідно надійно захищати, їхня стійкість повинна бути не нижче стійкості самого об'єкта.

Електроенергію до ділянок Виробництва слід подавати по незалежних електрокабелях, прокладених у землі.

Крім того, необхідно створювати автономні резервні джерела електропостачання, Для цього можна використовувати пересувні електростанції на залізничних платформах і судах, малопотужні електростанції, не включені в енергосистеми, і т.п.

При проектуванні систем електропостачання слід зберігати в якості резервних дрібні стаціонарні електростанції об'єктів,

У містах, розташованих на берегах морів і рік, необхідно створювати берегові пристрої для приймання електроенергії від суднових енергоустановок.

Система електропостачання повинна мати захист від впливу електромагнітного імпульсу ядерного вибуху.

Нормальна робота багатьох підприємств залежить від безперебійного постачання технічною й питною водою. Потреба промислових підприємств у воді висока. Так, витрата води на виробництво 1 т хімічних волокон близько 2000 мт.

Порушення постачання водою промислових об'єктів може привести до їхньої Зупинки й викликати утруднення в рятувальних роботах у вогнищі ядерної поразки.

Для підвищення стійкості постачання об'єктів водою необхідно, щоб система водопостачання базувалася не менш чому на двох незалежних джерелах, один з яких доцільно влаштовувати підземним.

У містах і на об'єктах мережі водопостачання у всіх випадках повинні бути закільцьовані. Водопровідне кільце об'єкта повинне харчуватися від двох різних міських магістралей. Крім того, у містах і безпосередньо на промислових підприємствах слід споруджувати герметизовані артезіанські шпари системи, що знову споруджуються, водопостачання слід харчувати, якщо це можливо, від підземних джерел. Постачання об'єктів водою з відкритих водойм (рік, озер) повинне здійснюватися системою головних споруджень, розмічених на безпечнім видаленні.

Артезіанські шпари, резервуари чистої води й шахтні колодязі повинні бути пристосовані для роздачі води в пересувну тару. Резервуари чистої води слід обладнати герметичними люками й вентиляцією з очищенням повітря від пилу.

При наявності в місті декількох самостійних водопроводів необхідно передбачати з'єднання їх перемичками, з дотриманням санітарних правил. При будівництві нових водопроводів існуючі повинні зберігатися як резервні.

На підприємствах слід передбачати оборотне використання води для технічних цілей, що зменшує загальну потребу у воді й, отже, підвищує стійкість водопостачання.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розроблено заходи щодо удосконалення організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті загального користування № 69 «Пл. Запорізька — пров. Квітковий» міста Запоріжжя.

Для отримання вихідних даних для виконання роботи та розробки заходів виконано обстеження пасажирських потоків на маршруті візуальним методом та оброблено його результати. У відповідності до результатів обстеження пасажиропотоків на підставі їх потужностей протягом доби для організації перевезень на маршруті запропоновано використання нового рухомого складу середньої пасажиромісткості. Виконано моделювання пасажирських кореспонденцій з розрахунками матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій та визначено середню відстань поїздки пасажирів на маршруті. Розраховано проєктні пасажиропотоки на звичайному та скороченому маршрутах та обґрунтовано раціональні режими праці та відпочинку водіїв на них графоаналітичним методом.

За результатами розрахунку встановлено, що на звичайному маршруті необхідно залучити до перевезень чотири одиниці рухомого складу Богдан А092, у той час як на скороченому маршруті № 69К необхідно використовувати рухомий склад малої пасажиромісткості у кількості 6 одиниць.

Для маршрутів № 69 та № 69К розроблено розклади руху напівавтоматизованим методом на хвилинній сітці рейсів та визначені їх основні показники. Згідно з методикою Міністерства інфраструктури України розраховано собівартість перевезень пасажирів на маршруті та визначено величину тарифу на маршрутну поїздку пасажирів, яка склала 14,0 грн.

У роботі також розглянуті питання з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуацій.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Доля В. К. Пасажирські перевезення : підручник. Харків : Форт, 2011. 504 с.
2. Босняк М. Г. Пасажирські автомобільні перевезення : навч. посібник. К. : Видавничий дім «Слово», 2011. 272 с.
3. Організація та управління пасажирськими перевезеннями : підручник / В. С. Маруніч та ін. К. : Міленіум, 2017. 528 с.
4. Щелкунов В. І. Основи економіки транспорту : підручник. К. : Кондор, 2010. 392 с.
5. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС,
6. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)
7. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист : навчальний посібник для вузів. К. : Знання, 2013. 487 с.

ДОДАТОК А

Заходи з охорони праці та цивільного захисту

А.1 Аналіз потенційних небезпек

До потенційних небезпек відносяться:

- дорожньо–транспортні пригоди (ДТП), які викликані технічною несправністю транспортного засобу, недотримання Правил дорожнього руху, недостатня поінформованістю, щодо небезпечних перехресть, які призводять до травмування , а також до загибелі як водія, дослідника пасажирів, так і інших громадян;

- поганий фізичний стан водія, може призвести до бистої втоми, порушення уваги, в наслідок чого можливе створення небезпечної ситуації на маршруті та виникнення ДТП;

- не правові дії пасажирів і інших громадян під час виконання рейсу можуть призвести до непередбачених подій, також і до створення ДТП;

- нервово-емоційне напруження при керуванні транспортом, яке виникає через постійну концентрацію уваги при роботі на міському маршруті, а саме: різке гальмування, обгін. об'їзд та ускладнений проїзд регульованих та нерегульованих перехресть, вхід в транспортний потік, виїзд з нього, прийняти гроші від пасажирів за проїзд, об'ява зупинок;

- основними джерелами шуму є двигун з вентиляційною системою охолодження і випускними трубопроводами, ходова частина й кузов. Це може впливати на водія, сам перед, на пасажирів. Під впливом шуму знижується гострота зору, порушується рівновага нервових процесів, як збудження так і гальмування. Все це може призвести до ДТП;

- в наслідок негерметичності відсіку двигуна наявність у повітрі салону автобуса шкідливі речовини, а саме вихлопних газів, які потрапляють в організм людини і привести до небажаних результатів;

- недодержання параметрів мікроклімату в салоні автобуса, може призвести до застудних захворювань, швидкої втоми, і як наслідки-до аварій;
- скупчення на двигуні бруду і олії, що може призвести до короткого замикання електропроводки, застосування відкритого вогню при підігріві двигуна в холодний період - все це може призвести до пожежі;
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

А.2 Заходи по забезпеченню безпеки

При роботі на лінії водій повинен виконувати вимоги НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті». Для попередження ДТП необхідно проводити передрейсовий технічний огляд автобуса, з відміткою головного механіка у шляховому листі. Перед виїздом водій повинен пройти медичний огляд. Пройти інструктаж з охорони праці, з розгляданням особливо небезпечних діляниць маршруту.

Для запобігання втоми водія треба дотримуватися Положення про робочий час і час відпочинку водія автобуса. Перерва для відпочинку та харчування надається тривалістю не менш 45 хвилин і не більш 2 годин, як правило, не пізніше ніж через 4 години після початку роботи.

При неправових діях пасажирів водій повинен негайно прийняти міри по висадці цих пасажирів з салону або доставити їх до відділку поліції. Про ЧП негайно повідомити по радіо або телефону у диспетчерську.

Для зняття напруження при керуванні автобусом в салоні дозволяється слухати музику (не гучно, для себе). Музика поліпшує настрій та позитивно впливає на емоційний стан людини.

А.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Відповідно до ДСН 3.3.6-037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку, інфразвуку» рівень внутрішнього шуму в салоні автобуса не повинен перевищувати 60 дБ. Це забезпечується використанням звукоізоляції відсіку двигуна і днища автомобіля звукоізолюючими матеріалами (шумоізоляцією), використанням глушителів двигуна.

Для безпеки пасажирів та водія потрібно зробити перевірку системи вентиляції і вихлопної системи. Систему вентиляції треба зробити більш герметичною, щоб не відбувалося засмоктування відпрацьованих газів у салон автобуса. Для запобігання отруєння парами окису вуглецю проводять прогрів двигуна на збідненій суміші, оснащення бензинових двигунів каталітичними нейтралізаторами, а дизельні – комбінованими.

Для забезпечення оптимального рівня параметрів мікроклімату в салоні автобуса передбачена вентиляція з подачею теплого повітря в салон.

В рамках дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості та напруженості праці були проведені відповідні виміри мікроклімату, освітлення, рівня шуму та інші у лабораторії де є ПК, які були внесені до табл. А.1.

Таблиця А.1 — Результати вимірів

Фактор (показник)	Фактичне значення	Час дії год.
Умови праці:		
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °C	29	9
Освітленість приміщення E, лк	150	9
Розряд і під розряд зорових робіт, Z _{ор}	Б-2	-
Рівень шуму L, дБ А	109	6

Кінець таблиці А.1.

Фактор (показник)	Фактичне значення	Час дії год.
Напруженість праці:		
Загальні енергозатрати організму, Вт	340	6
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	61000	6
Важкість праці		6
Тривалість зосередженої уваги (в % від часу зміни)	80	6
Тривалість робочого дня, год	9	9

Далі були оброблені отримані данні.

Таблиця А.2 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники, $P_{\text{вим.}}$	Час дії, год.	ГДК, ГДР, показники $P_{\text{доп.}}$	$X_{\text{визн.}}$ бали	Клас умов праці	X_i бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ\text{C}$	29	10	22-25.1	3.2	3.3	3
Освітленість приміщення $E, \text{лк}$	150	9	200	-	3.2	2
Розряд і підрозряд зорових робіт, Z_{op}	Б-2	-	-	-	-	-
Рівень шуму $L, \text{дБА}$	109	6	60	-	3.3	2.25
Загальні енергозатрати організму, Вт	340	6	290	0.87	3.2	2
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	61000	6	40000	1.14		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	80	6	75	0.8		
Тривалість робочого дня, год.	9	9	8	0.18		

Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату розраховується в балах, за формулою:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T}, \quad (A.1)$$

де t_1, t_2, t_3, t_4 - час дії фактора на відповідному ступені 3 класу, год.;

T - тривалість робочої зміни, год.;

1, 2, 3, 4 - ступені 3 класу (шкідливі умови праці).

$$X_{визн} = \frac{3 \cdot 8}{8} = 3$$

Загальні енерговитрати організму:

$$X_{виз} = \frac{P_{виз} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}}, \quad (A.2)$$

де $P_{виз}$ – виміряні показники важкості та напруженості праці;

T – час дії показника важкості та напруженості праці;

$K_{знач}$ – коефіцієнт значимості показника, для основних показників

$K_{знач} = 1,0$, для допоміжних $K_{знач} = 0,15$;

8 – тривалість робочої зміни, год.;

$P_{доп}$ – допустимі рівні показників важкості та напруженості праці;

$$X_{виз} = \frac{340 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 290} = 0.87$$

Стереотипні робочі рухи:

$$X_{виз} = \frac{61000 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 4000} = 1.14$$

Тривалість зосередженої уваги:

$$X_{\text{виз}} = \frac{80 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 75} = 0.8$$

Тривалість робочого часу:

$$X_{\text{виз}} = \frac{9 \cdot 9 \cdot 0.15}{8 \cdot 8} = 0.18$$

Сума всіх коефіцієнтів:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{A.3})$$

$$X_{\text{сум}} = 0.87 + 1.14 + 0.8 + 0.18 = 2.99$$

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , по формулі 5.4.

$$X_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{A.4})$$

$$X_{\text{сум}} = 3 + 2 + 2.25 + 2 = 9.25$$

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1 Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 2 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками

шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2 Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці дослідника належать до категорії Іб, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії Іб, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 22-25,1°C;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200$ лк;
- рівень шуму в робочій зоні ЦЗЛ – 60 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 290 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 75%;
- тривалість робочого дня, 8 год.

3 Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;
- збільшити кількість освітлювальних приладів, щоб загальна освітленість приміщення становила 200 лк.
- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідників де є ПК необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрати організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 8 год;
- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;
- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4 Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці [7], у розмірі 20 %.