

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

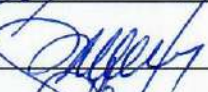
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ НА
МІСЬКОМУ АВТОБУСНОМУ МАРШРУТІ № 58 М. ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав: студент II курсу, групи T-312м

Спеціальності 275 «Транспортні технології
(за видами)»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
275.03 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»

	<u>Максим ХАРИТОНОВ</u> (прізвище та ініціали)
Керівник 	<u>Олексій КУЗЬКІН</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент 	<u>Олександр АРТЮХ</u> (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 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Харитонова Максима Олександровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті № 58 м. Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) КУЗЬКІН Олексій Феліксович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 року №450

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 15 грудня 2023 р.

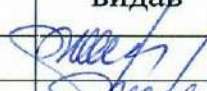
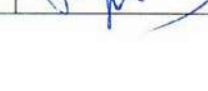
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) паспорт міського автобусного маршруту загального користування № 58 «пр. Металургів – вул. М. Судця» міста Запоріжжя, рухомий склад на маршруті пасажиромісткістю 18 пасажирів, вартість проїзду 13,0 грн, існуючі техніко-економічні показники роботи автобусів на маршруті

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Вибір та обґрунтування рухомого складу на маршруті. 2.2 Розрахунок необхідної кількості рухомого складу на маршруті та вибір режимів роботи автобусних бригад графоаналітичним методом. 2.3 Складання розкладу руху автобусів на маршруті. 2.4 Розрахунок матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій та середньої відстані поїздки пасажирів. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека у 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., проф.		
2	КУЗЬКІН О.Ф., проф.		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	30.10.2023-06.11.2023	
2	Основна частина	07.11.2023-20.11.2023	
3	Економічна частина	21.11.2023-27.11.2023	
4	Охорона праці	28.11.2023-01.12.2023	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	01.12.2023-25.01.2024	

Студент(ка)


(підпис)

Максим ХАРИТОНОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Олексій КУЗЬКІН
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 79 с., 25 табл., 10 рис., 10 джерел.

ГРАФОАНАЛІТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, МАРШРУТ, МІЖЗУПИНКОВІ КОРЕСПОНДЕНЦІЇ, ПАСАЖИРОПОТІК, РОЗКЛАД РУХУ, СОБІВАРТІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.

Об'єкт дослідження — міський автобусний маршрут загального користування № 58 «вул. Маршала Судця — БК ЗалК» міста Запоріжжя, що обслуговується автотранспортним підприємством ТОВ «Запоріжградтранс».

Мета дослідження — розробка заходів щодо підвищення ефективності організації перевезень пасажирів, покращення техніко-економічних показників роботи рухомого складу на маршруті, підвищення якості транспортного обслуговування пасажирів.

Методи дослідження - аналітичні, графоаналітичні, розрахунки на комп'ютері.

У магістерській роботі проведено комплексне обстеження пасажиропотоку, розраховано матрицю міжзупинкових пасажирських кореспонденцій на міському автобусному маршруті загального користування №58 міста Запоріжжя, на якому працює рухомий склад малої місткості в режимі маршрутного таксі. Запропоновано заходи щодо заміни наявного рухомого складу на сучасні автобуси середньої місткості. Це дозволило збільшити рентабельність перевезень Розраховано потрібну кількість нового рухомого складу, розроблено маршрутний розклад руху автобусів напівавтоматизованим методом на хвилинній сітці рейсів, розраховано техніко-економічні показники роботи рухомого складу на маршруті, дохід, прибуток та рентабельність перевезень внаслідок пропонованих змін.

ЗМІСТ

	Завдання на магістерську роботу	2
	Реферат	4
	Вступ	7
1	Аналітична частина	8
1.1	Характеристика маршруту №58 ТОВ «Запоріжградтранс»	8
1.2	Характеристика району міста, що обслуговується	12
1.3	Характеристика рухомого складу маршруті	16
1.4	Аналіз пасажиропотоку на маршруті №58	18
1.4.1	Методи отримання даних про пасажиропотоки	18
1.4.2	Обстеження пасажиропотоку на маршруті №58	21
1.5	Недоліки існуючого стану та постановка завдань у магістерській роботі	25
2	Основна частина	27
2.1	Вибір та обґрунтування рухомого складу на маршруті	27
2.2	Розрахунок необхідної кількості рухомого складу на маршруті та вибір режимів роботи автобусних бригад графоаналітичним методом	31
2.3	Складання розкладу руху автобусів на маршруті	45
2.4	Розрахунок матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій та середньої відстані поїздки пасажирів	53
3	Економічна частина	59
3.1	Розрахунок капітальних вкладень	59
3.2	Розрахунок собівартості перевезень	59
3.3	Розрахунок тарифу на перевезення пасажирів	66
3.4	Розрахунок доходу та прибутку від виконання перевезень	68
3.5	Розрахунок чистої поточної вартості пропонованого варіанта	70
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	72
4.1	Аналіз потенційних небезпек	72

4.2	Заходи щодо забезпечення безпеки	73
4.3	Заходи щодо виробничої санітарії та гігієни праці	74
4.4	Заходи щодо пожежної безпеки.....	75
4.5	Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях	76
	Висновки	78
	Перелік джерел посилання	79

ВСТУП

В нашій країні відносна потреба у перевезеннях громадським транспортом є набагато вищою, ніж у більшості європейських країн. Це зумовлено відносно невеликим парком приватних легкових автомобілів (у середньому в 5-6 разів менше автомобілів на одну особу), як наслідок щодо невисокого рівня доходів населення. Багато людей надають перевагу громадському транспорту на противагу приватному автомобілю внаслідок низки причин, серед яких: неможливість фінансово або фізично мати автомобіль, неможливість керувати автомобілем внаслідок вікових обмежень, небажання мати автомобіль тощо.

Як свідчить досвід передових країн світу, зростання рівня автомобілізації та автомобілекористування призводить до появи транспортних проблем у містах, які інфраструктурно не готові до такої кількості автомобілів. Як наслідок, у містах виникають транспортні затори, зменшується швидкість сполучення, погіршується стан повітряного басейну міст, зростає рівень захворюваності на хвороби органів дихання та серцево-судинної системи.

Підсумувавши вищесказане, можна зробити висновок, що найближчими роками навантаження на громадський транспорт не знизиться, а у разі підвищення зайнятості населення може навіть збільшитись.

Дана магістерська робота присвячена аналізу організації пасажирських перевезень на міському автобусному маршруті загального користування № 58 «вул. Маршала Судця — БК ЗАЛК» (перевізник — автотransпортна компанія ТОВ «Запоріжградтранс»), що зв'язує Дніпровський (лівобережна частина міська, район проспекту Металургів) та Хортицький райони міста Запоріжжя, та розробленню заходів, спрямованих на зниження вартості поїздки пасажирів із заданим рівнем комфортності та безпеки поїздки. Ціль передбачається досягти шляхом застосування на маршруті нового рухомого складу середньої місткості вітчизняного виробництва.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика маршруту №58 ТОВ «Запоріжградтранс»

Маршрут №58 БК «ЗАЛК» – вул. Маршала Судця з'єднує центральну частину міста (район проспекту Металургів) із Хортицьким районом міста Запоріжжя, розташованим на правому березі річки Дніпро. Основне призначення маршруту – забезпечення транспортного обслуговування пасажирських кореспонденцій із мікрорайонів Хортицького району до інших районів міста з можливим виконанням пересадки на зупинці пр. Металургів.

Паспортом маршруту передбачено режими руху на маршруті – звичайний та режим маршрутного таксі. Характеристика маршруту для звичайного режиму руху наведена у таблиці 1.1, характеристика маршруту для режиму руху маршрутного таксі наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 — Характеристика маршруту № 58 (звичайний режим руху)

Найменування показників	Кількісні показники за напрямками руху	
	прямий	зворотний
Довжина маршруту, км	12,79	13,48
Тривалість рейсу, хв.	35	35
Експлуатаційна швидкість, км/год	18,9	19,9
Кількість зупинок	13	13
Кількість перехресть	21	21
Місць з ускладненими дорожніми умовами та концентрації ДТП	19	19
Наземні пішохідні переходи	30	30
Мости з вузькою проїжджою частиною	2	2
Залізничні переїзди	–	–
Місця з поганим дорожнім покриттям	–	–

Таблиця 1.2 – Характеристика маршруту № 58 (режим маршрутного таксі)

Найменування показників	Кількісні показники за напрямками руху	
	пряме	зворотне
Довжина маршруту, км	12,79	13,48
Тривалість рейсу, хв.	30	30
Експлуатаційна швидкість, км/год	21,5	22,3
Кількість зупинок	13	13
Кількість перехресть	21	21
Місць з ускладненими дорожніми умовами та концентрації ДТП	19	19
Наземні пішохідні переходи	30	30
Мости з вузькою проїжджою частиною	2	2
Залізничні переїзди	-	-
Місця з поганим дорожнім покриттям	-	-

Схема маршруту №58 наведена на рисунку 1.1. Основними джерелами небезпеки у місцях концентрації дорожньо-транспортних пригод є: перевищення швидкості руху, порушення правил обгону, порушення правил проїзду перехресть, порушення вимог дотримання безпечної дистанції руху, виїзд на зустрічну смугу руху.

На трасі маршруту є два мости з вузькою проїжджою частиною (мости Преображенського через річку Дніпро та Старий Дніпро). Ширина проїжджої частини на обох мостах складає 7,0 м при кількості смуг руху 2. Наземні пішохідні переходи на маршруті є регульованими (14 переходів), нерегульованими (16 переходів) типу «зебра» (8 переходів), не обладнаними (1 перехід).

Паспорт автобусного маршруту перевірено на відповідність умовам перевезення та затверджено Управлінням з питань транспортного забезпечення та зв'язку Запорізької міської ради.

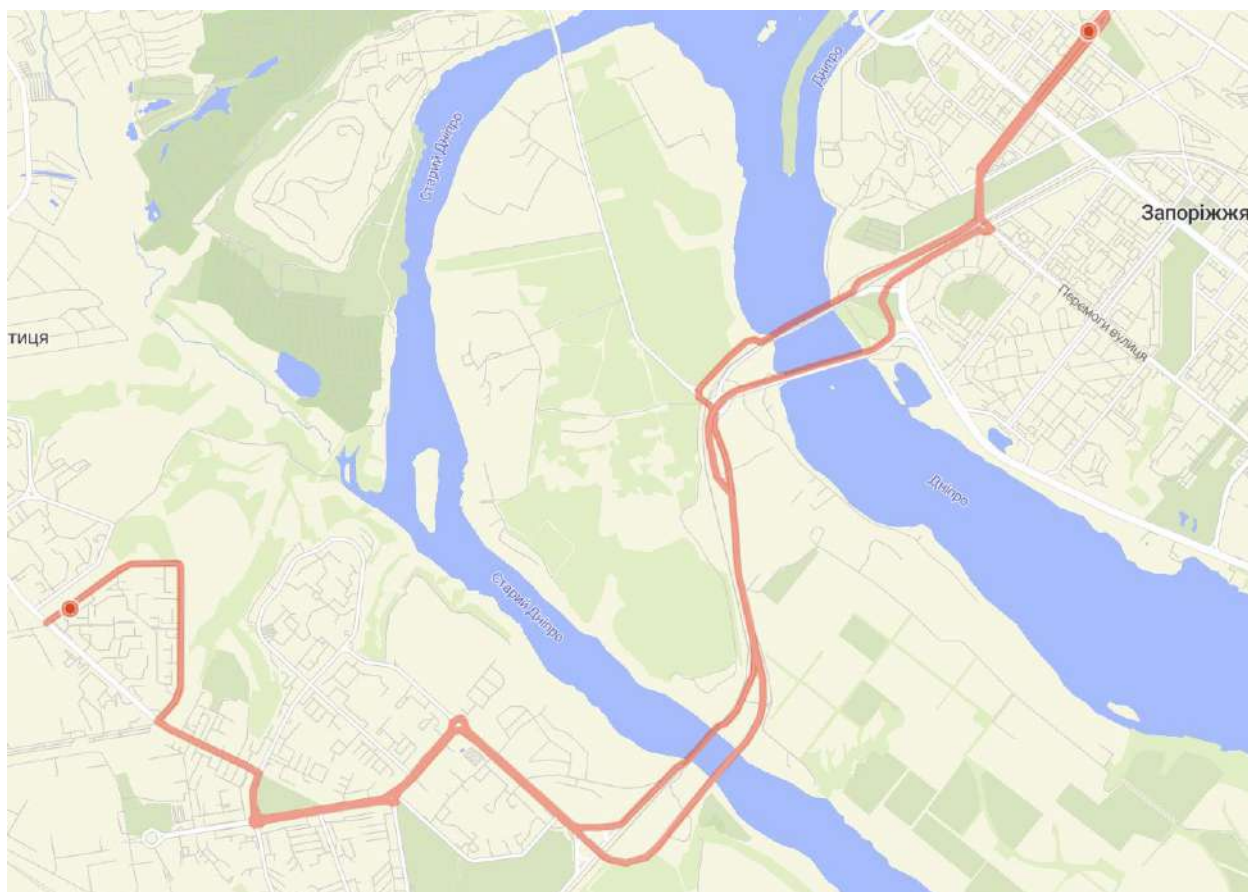


Рисунок 1.1 — Схема маршруту №58 БК «ЗАЛК» – вул. Маршала Судця

Нульові рейси зі стоянки на маршрут та з маршруту на стоянку виконуються шляхом вул. Василя Стуса – вул. Маршала Судця (довжина нульового рейсу складає 2,8 км). На маршруті №58 у звичайному режимі експлуатуються автобуси малої місткості Mercedes Sprinter (2 одиниці). Такий самий рухомий склад використовується для перевезення пасажирів у режимі маршрутного таксі (15 автобусів малої місткості). Встановлена планова кількість оборотних рейсів за добу становить 20 (звичайний режим) та 110 (маршрутне таксі). Паспортом маршруту встановлено місця відстоювання автобусів – кінцеві пункти маршрутів БК ЗАЛК та вул. Маршала Судця. У тих самих місцях розташовані пункти громадського користування для водіїв. На кінцевому пункті БК ЗАЛК встановлено пункт харчування для водіїв.

Відповідно до прийнятої класифікації міських автобусних маршрутів маршрут №58 відносяться до таких класів [1]: постійний, основний, що працює

у звичайному режимі та режимі руху маршрутного таксі, радіальний, маятниковий з двома кінцевими зупинками.

Характеристика зупиночних пунктів та перегонів маршруту наведена у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристика зупиночних пунктів та перегонів маршруту №58

Перегін	Довжина, м	Перегін	Довжина, м
БК ЗАЛК – пр. Металургів	610	Школа № 102 – вул. Маршала Судця	340
пр. Металургів – вул. Сергія Тюленіна	770	Школа № 102 – Школа № 32	730
вул. Сергія Тюленіна – Хортицька академія	2330	Школа № 32 – 15-й Хортицький мкрн	430
Хортицька академія – Запорізька Січ	600	15-й Хортицький мкрн – вул. Сорочинська	1030
Запорізька Січ – ЦІМЕТ	600	вул. Сорочинська – вул. Лахтінська	1000
ЦІМЕТ – Старий Дніпро	1800	вул. Лахтінська – Універсам	700
Старий Дніпро – пр. Преображенського	610	Універсам – Супермаркет	600
пр. Преображенського – Супермаркет	550	Супермаркет – пр. Преображенського	400
Супермаркет – Універсам	690	пр. Преображенського – ЦІМЕТ	2900
Універсам – вул. Лахтінська	1000	ЦІМЕТ – Запорізька Січ	600
вул. Лахтінська – вул. Сорочинська	700	Запорізька Січ – Хортицька академія	600

Кінець таблиці 1.3.

Перегін	Довжина, м	Перегін	Довжина, м
вул. Сорочинська – 15-й Хортицький мкрн	1030	Хортицька академія – вул. Сергія Тюленіна	2770
15-й Хортицький район – Школа № 32	430	вул. Сергія Тюленіна – вул. Б. Хмельницького	520
Школа № 32 – Школа № 102	730	вул. Б. Хмельницького – пр. Металургів	250
Школа № 102 – вул. Маршала Судця	340	пр. Металургів – БК ЗАЛК	610

1.2 Характеристика району міста, що обслуговується

Хортицький район міста Запоріжжя утворено у березні 1995 року. Загальна площа району – 18,81 км². Межі району:

- від залізничного мосту через річку Старий Дніпро, вздовж осі річки до насосної станції КП «Водоканал» (район селища Нижньої Хортиці); вздовж кордону правобережної частини міста до перетину із залізничною гілкою Станція Алімова – Нікополь;

- від перехрестя із залізничною гілкою Станція Алімова – Нікополь вздовж кордону земельного запасу (у межах Хортицького району) Долинського сільради та у зворотному напрямку до перетину із залізничною гілкою Станція Алімова – Нікополь;

- по залізничній гілці Станція Алімова – Нікополь до перетину з лісосмугою та смички з лісосмугою до перетину її з Хортицьким шосе;

- по Хортицькому шосе до перетину з електролінією високої напруги та до перетину її з балкою Щавельовою;

- по балці Щавельовій до перетину з віссю річки Старий Дніпро;

– по осі річки Старий Дніпро до залізничного (аркового) мосту через річку Старий Дніпро.

Хортицький район розташований на правому березі річки Дніпро та пов'язаний з іншими частинами міста автомобільними та залізничними коліями, які через мости Преображенського та нові мостові переходи з'єднують його з ліво-бережною частиною міста. По вул. Хортицьке шосе можна доїхати до Дніпровського району міста. Територією району проходить 35930 м доріг загальною площею 473615 м². З них із твердим покриттям (асфальтобетон) — 33830 м². На території району розташовано 339 житлових будинків, у яких міститься 44393 квартири, загальна площа яких становить 2448,3 тис. м², житлова площа - 1460,2 тис. м².

Хортицький район є наймолодшим районом міста. Головними ознаками якого є відновлення економічного потенціалу та динамічне зростання інфраструктури району. Крім того, Хортицький район протягом багатьох років залишається одним із найбільш екологічно благополучних районів міста, який з кожним роком стає дедалі привабливішим для забудовників житла. У майбутньому, після закінчення будівництва мостових переходів через річку Дніпро, для району відкриються більш широкі перспективи економічного та культурного зростання.

На території району розташовані великі промислові підприємства харчової, машинобудівної, хімічної галузей: ПАТ «Пивобезалкогольний комбінат «Славутич», ТОВ «Запорізький завод кольорових сплавів», ПАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів», ПАТ «Запоріжполімер», ПАТ «Запорізький хлібозавод №5». На території району розміщується 14 середніх навчальних закладів, 14 дошкільних навчальних закладів, одна школа-інтернат, педагогічний коледж, три бібліотеки, 10 дитячо-юнацьких клубів, центр культури та відпочинку, багатопрофільна дитяча лікарня №5, пологовий будинок №9, центральна районна поліклініка.

У таблиці 1.4 наведено соціальну структуру населення Хортицького району, яка користується пільгами на проїзд у громадському транспорті.

Основними проблемами Хортицького району є незадовільний стан транспортного сполучення з іншими районами міста, відсутність внутрішньорайонного транспортного сполучення, недостатня кількість економічно-активних підприємств, недостатня кількість підприємств охорони здоров'я, зокрема відсутність районної лікарні для дорослого населення, юридична невизначеність приватного сектору селища Мостогаїн.

Таблиця 1.4 – Пільгові категорії в загальній чисельності населення району

Категорія населення	Кількість
Пенсіонери	36450
Учасники війни та бойових дій	4953
Інваліди війни та бойових дій	360
Колишні в'язні концтаборів	276
Дорослі інваліди	5300
Самотні громадяни похилого віку	334
Чорнобильці (постраждали), у тому числі діти	674/130
Батьки військовослужбовців, які загинули у мирний час під час проходження служби у лавах збройних сил	11
Діти сироти та діти-інваліди	568
Сім'ї загиблих та померлих інвалідів війни	300
Діти з неповних сімей	2800
Багатодітні сім'ї	36
Діти з багатодітних сімей	1 28
Самотні багатодітні матері	16
Діти війни	15735

Більшість маршрутів транспорту загального користування пов'язують Хортицький район з іншими районами міста через мости Преображенського, нові мости та мають кінцеву зупинку на проспекті Металургів чи БК ЗалК. Вранці переважна кількість пасажирів перевозиться з району на проспект Металургів,

а ввечері – у зворотному напрямку. Основна частина поїздок – трудові переміщення. Ранковий пік менш тривалий у часі, ніж вечірній і має більші абсолютні значення пасажиропотоків. Пасажиропотік у напрямку Хортицького району зранку відносно невеликий, нерідко автобуси йдуть взагалі без пасажирів.

У міжпиковий час доби пасажиропотоки у бік району і з нього приблизно рівні за величиною, більшість поїздок на маршрутному транспорті загального користування мають нетрудовий характер. Вечірній пік (починаючи з 15:30 год.) є більш тривалишим за часом і має менші абсолютні значення середньогодинного пасажиропотоку. Напрямок переміщення пасажирів протилежний до ранкового піку, значна частка перевезень пасажирів походить з проспекту Металургів у район. Внутрішньорайонні пасажиропотоки невеликі.

Маршрутна мережа транспорту загального користування Хортицького району представлена одним видом транспорту – автобусним. Маршрути автобусного транспорту, які обслуговують район, наведено у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 — Маршрути міського автобуса, які обслуговують Хортицький район.

№ маршруту	Кінцеві пункти маршруту
10	вул. Діагональна – 3-й Хортицький мкрн.
36	вул. Діагональна Завод «Супутник»
38	БК ЗАЛК - вул. Рубана – БК ЗАЛК
39	Вокзал Запоріжжя-2 – Нікопольський поворот
49	Меблевий магазин – Бородінський ринок
55	вул. Рубана – Вокзал Запоріжжя-1
58	ДК ЗАЛК – вул. Маршала Судця
66	вул. Руставі – Диспетчерська
87	Проспект Металургів – Хортицьке шосе
96	Запоріжсталь – Нікопольський поворот

Маршрути №55 та №39 забезпечують прямий транспортний зв'язок між районом та залізничними вокзалами Запоріжжя-1 та Запоріжжя-2. Маршрут

№ 49 пов'язує Бородінський та Хортицький райони, а маршрут № 66 пов'язує Осипенківський мкрн. Дніпровського району та Хортицького району.

1.3 Характеристика рухомого складу на маршруті

Обслуговування маршруту №58 виконує перевізник ТОВ «Запоріжград-транс». Автокомпанія обслуговує також маршрути № 45 (БК ЗАЛК – Диспетчерська), № 58 (БК ЗАЛК – вул. Маршала Судця), № 95 (Арматурний завод – вул. Товариська). На маршрутах працюють переважно автобуси малого класу Mercedes Sprinter та Volkswagen LT-35 у звичайному режимі та режимі маршрутного таксі.

Мікроавтобуси малого класу Mercedes Sprinter та Volkswagen LT-35 на даний час складають переважну частку парку пасажирських транспортних засобів міста Запоріжжя. У більшості вони є переобладнаними у пасажирські автобуси вантажопасажирські автомобілі. Номінальна кількість місць для сидіння в автобусах — вісімнадцять, шість рядів пасажирських сидінь, два ряди пасажирських сидінь з лівого боку автобуса та один ряд сидінь з правого боку автобуса. У пікові періоди доби, протягом яких пасажиропотоки набувають максимальних значень, наповнення автобуса у деяких випадках може сягати 30–35 осіб, при цьому пасажирів знаходяться у проході між рядами сидінь та на передній накопичувальній площадці.

Автобуси працюють на дизельному паливі та виробляються на автомобільних заводах у Німеччині (Ганновер, Дюссельдорф, Штутгарт, Вольфсбург) та Польщі (Познань) [2]. Дані моделі мікроавтобусів характеризуються високою маневреністю, високою паливною економічністю, високим комфортом поїздки у нормальних умовах. Однак, у години пік якість обслуговування пасажирів на міських маршрутах у них можна вважати незадовільною, оскільки заповнення салону нерідко перевищує 8 осіб/м² вільної площі підлоги салону при повністю зайнятих місцях для сидіння.

Зовнішній вигляд та габаритні розміри пасажирських мікроавтобусів Mercedes Sprinter та Volkswagen наведено на рисунках 1.2–1.3, а їх технічні характеристики – у таблиці 1.5.

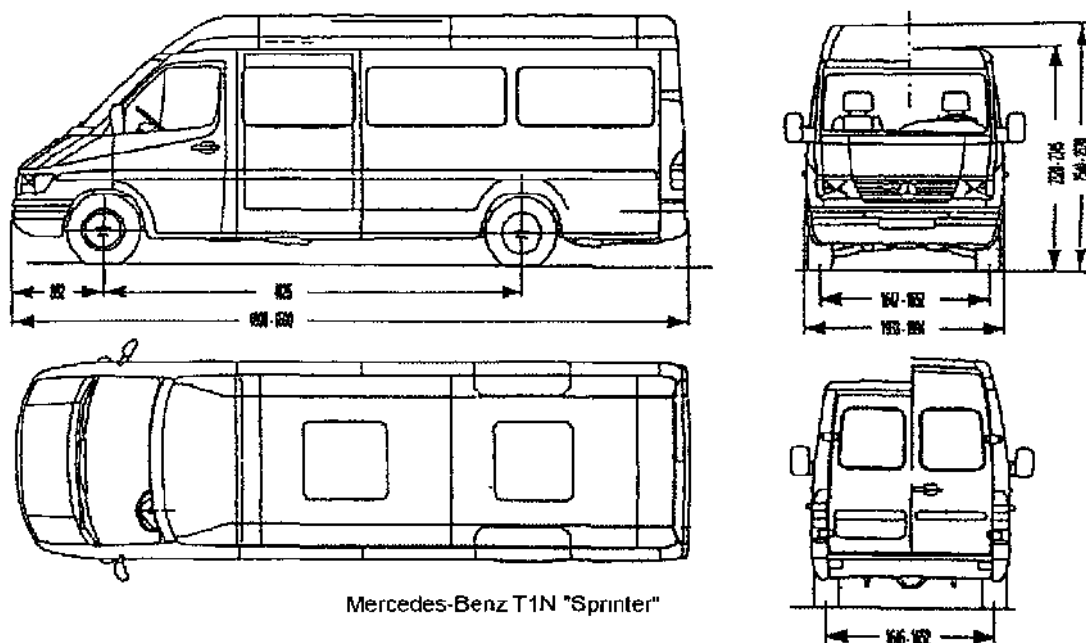


Рисунок 1.2 — Зовнішній вигляд мікроавтобуса Mercedes Sprinter

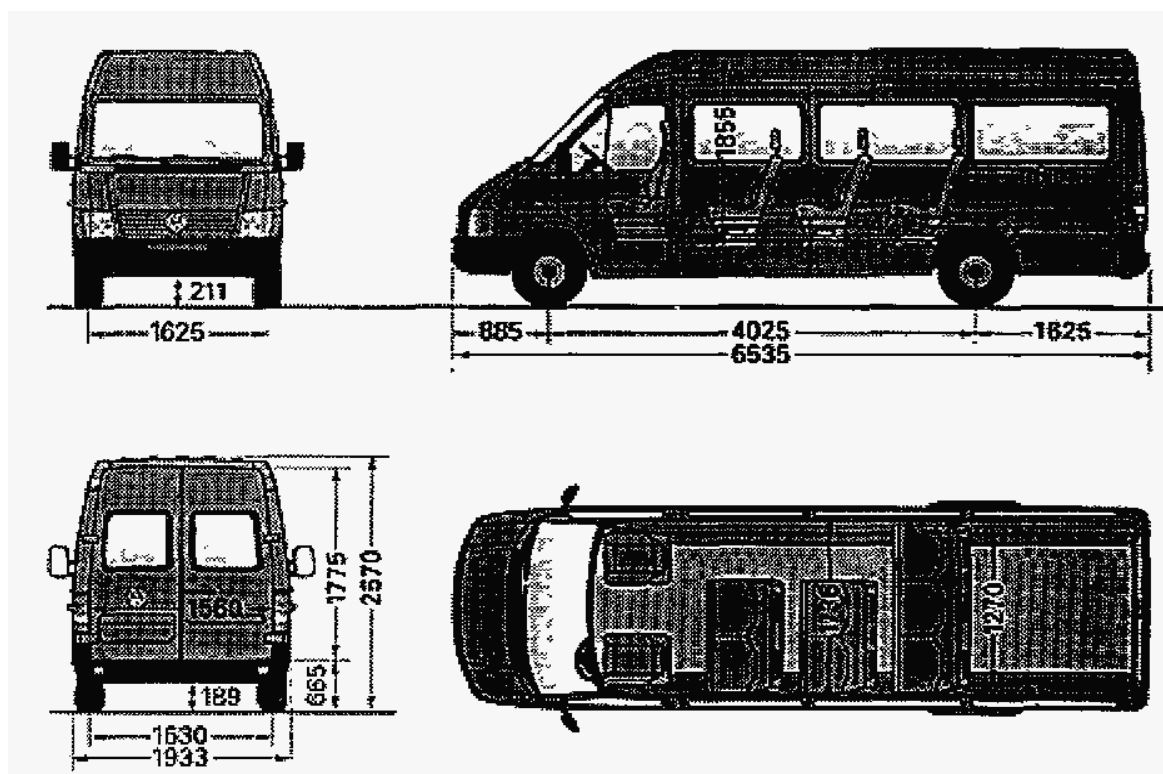


Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд мікроавтобуса Volkswagen

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики мікроавтобусів малого класу

Характеристика	Значення характеристики для автобуса	
	Mercedes Sprinter	Volkswagen
1. Габаритні розміри автобуса, мм:		
довжина	6590	6535
ширина	1994	1933
висота	2570	2570
2. Колісна база автобуса, мм	4025	4025
3. Споряджена маса автобуса, кг	2200	2085
4. Кількість місць для проїзду сидячи	18	18
5. Кількість місць загальна, пас.	32	32

1.4 Аналіз пасажиропотоку на маршруті №58

1.4.1 Методи отримання даних про пасажиропотоки

Пасажиропотоком називається переміщення групи пасажирів у певному напрямку. Пасажиропотоки за часом виникнення можуть бути постійними або тимчасовими, за напрямками руху односторонніми та двосторонніми, за показником сталості рівномірними та нерівномірними, такими що періодично виникають і зникають [3].

Існують різні методи вивчення коливань пасажиропотоків на автобусних маршрутах, серед яких широкого поширення набув статистичний метод, що спирається на дані квитково-облікових листів, що заповнюються кондукторами (водіями) автобусів. У процесі виконання перевезень кондуктори (водії) здійснюють запис серії та номери основних разових квитків, проданих пасажирам на початкових, кінцевих та великих проміжних зупинках маршруту. Відповідні записи роблять у квитково-облікових листах по кожному рейсу.

Встановлюючи кількість проданих основних квитків на кожній ділянці маршруту, визначають загальну кількість перевезених пасажирів, як на всьому маршруті, так і за певними перегонами в розрізі кожного рейсу. Однак вивчення коливань пасажиропотоків по квитково-облікових листах не забезпечує отримання достатньо повних даних, оскільки в основі цього методу лежать обмежені джерела інформації. Тому з метою отримання більш достовірних відомостей про обсяги перевезень та коливання пасажиропотоків, організатори регулярних перевезень та перевізники змушені вдаватися до їх вивчення за допомогою різних методів обстеження.

Найбільш поширеними методами обстеження пасажиропотоків, що використовуються на практиці, є: анкетний, талонний, лічильно-натурний (табличний), автоматичний та візуальний [4].

При виборі методу обстеження зазвичай керуються трудомісткістю та вартістю роботи за умови отримання достовірних відомостей та можливості їх використання при організації пасажирських перевезень.

Щоб вибрати найбільш раціональний метод обстеження пасажиропотоків, необхідно точно встановити перелік показників, які бажано отримати в результаті обстеження і визначити можливості застосування того чи іншого методу в конкретних умовах. Форми та масштаби обстеження можуть бути різними. Залежно від прийнятого масштабу обстеження може бути суцільним і проводитися одночасно по всій маршрутній мережі або вибірковою, що охоплює окремі маршрути чи ділянки декількох маршрутів.

Анкетний метод. Особливістю цього методу є можливість всебічного визначення потреби населення у перевезеннях незалежно від маршрутної мережі міста (району), що склалася. Анкетний метод дозволяє врахувати пасажиропотоки всіх видах пасажирського транспорту, включаючи і відомчий. Для анкетного методу характерне не вибіркоче обстеження, а суцільне, що охоплює всю маршрутну мережу міста або району, що розглядається.

Анкетне обстеження дає відповіді на питання про кореспонденції пасажирів між вузловими пунктами міста (районів), про розподіл пасажиропотоків за

напрямами та видами транспорту, про межі розселення населення та часу, що витрачається ним на пересування, про коливання пасажиропотоків у просторі та часі, про можливі обсяги перевезень та потенційний пасажирооборот. Цей метод передбачає отримання необхідних відомостей за допомогою спеціальних анкет. Недолік такого методу – його надзвичайна трудомісткість, через що його застосування є обмеженим.

Талонний метод. Сутність цього методу обстеження пасажиропотоків зводиться до отримання необхідних відомостей за допомогою спеціальних талонів, що видаються пасажирам на вході та забираються у пасажирів при виході з автобуса. Талонний метод обстеження дозволяє отримати відомості про формування та коливання пасажиропотоків маршрутною мережею, виявити пасажирообмін на зупинкових пунктах і транспортних вузлах, визначити по кожному обстежуваному маршруту середню відстань поїздки пасажирів, ступінь використання пасажиромісткості рухомого складу, обсяг перевезень та пасажирооборот.

Талонний метод дозволяє проводити вибіркове обстеження окремих маршрутів та рейсів автобусів. При цьому не виключається можливість проведення суцільного талонного обстеження одночасно по всіх маршрутах та всіх виходах автобусів.

Лічильно-натурний (табличний) метод. Особливість лічильно-натурного методу обстеження пасажиропотоків полягає в отриманні необхідних даних шляхом фіксації кількості пасажирів, що перевозяться по кожному перегону маршруту окремо. За нього обліковці у салоні автобуса або на зупинках фіксують кількість пасажирів, що увійшли та вийшли з автобуса на кожній зупинці маршруту та заносять отримані дані до маршрутних таблиць. Такий метод можна застосовувати при суцільному, вибіркового, разового чи безперервного обстеженні пасажиропотоку. Найкращі результати виходять під час організації обстеження всіх виходів автобусів протягом усіх днів тижня. Проте, обстеження може бути організоване протягом трьох днів тижня: робочого дня, суботи та неділі. Розміри пасажиропотоків у необстежені дні тижня приймаються за звітними даними про перевезення з подальшим коригуванням.

Візуальний метод. Цей метод дозволяє отримати відомості про наповнення автобусів пасажирами шляхом візуальної оцінки наповнення салону автобусів обліковцями, які перебувають на зупинках або перегонах маршруту із значним пасажирообміном. Для оцінки наповнення автобусів пасажирами заздалегідь розробляється умовна (п'ятибальна, восьмибальна тощо) система. Використовуючи цю систему, обліковці записують шифром у спеціальних картах обстеження наповнення автобусів, що проходять через цю зупинку. Наприклад, 1 — шифр бала, коли у салоні автобуса є вільні місця для сидіння; 2 – всі місця для сидіння зайняті пасажирами; 3 – всі місця для сидіння зайняті пасажирами та додатково пасажирів вільно стоять у проході; 4 – пасажиромісткість автобуса використана повністю; 5 – автобус переповнений і частина пасажирів залишилася на зупинці (наявні відмови у посадці пасажирів).

Методи автоматичного обстеження пасажиропотоків. Наразі розробляються та впроваджуються автоматичні системи, що забезпечують отримання інформації про обсяги перевезень, кількість проданих квитків, пройденого автобусом шляху та тривалість його простою на зупинкових пунктах без участі людини. Принцип роботи автоматичних систем заснований на обліку кількості електричних імпульсів, що посилаються датчиком, та перенесення їх на цифровий носій інформації. Для таких систем характерно, що облік кількості пасажирів, що входять і виходять з салону автобуса, здійснюється за допомогою датчиків різного типу, змонтованих зазвичай у дверних отворах автобуса. Існують також системи, у яких кількість пасажирів обліковується за допомогою контактних сходів, які кріпляться до підніжок кожних дверей.

1.4.2 Обстеження пасажиропотоку на маршруті №58

Обстеження пасажиропотоку на маршруті №58 було здійснено візуальним методом. Враховуючи специфіку пасажиропотоку та умови перевезень пасажирів на маршруті, найменш трудомістким є метод візуального обстеження.

Обстеження проводилось у будній день осіннього періоду року в період 6:00–23:00. Найбільш завантаженим перегonom маршруту № 58, як і переважної більшості маршрутів Хортицького району є перегін «Хортицька академія» – ЦІМЕТ». Обліковець, що перебував на перегоні, фіксував у заздалегідь підготовленій формі для кожного автобуса, що проїжджав, маршруту №58 наступну інформацію:

- а) час проходження автобуса та його марку;
- б) державний реєстраційний номер автобуса;
- в) напрямок руху (з Хортицького району, до Хортицького району);
- г) оцінку бального заповнення салону автобуса.

У процесі обстеження було встановлено, що на маршруті працювали однотипні автобуси марок Mercedes Sprinter та Volkswagen. Переведення бальних оцінок наповнення салону автобуса у фактичну кількість пасажирів, що проїхали, виконувалось на підставі даних таблиці 1.6 [5].

Таблиця 1.6 – Переведення бального наповнення салону автобуса в фактичну кількість пасажирів, що проїхали.

Бал	Умови перевезень	Оцінка кількості пасажирів
0	Салон автобуса порожній	0
1	Зайнято до половини місць для сидіння	6
2	Зайняті всі місця для сидіння	10
3	Зайняті всі місця для сидіння та до половини місць для стояння	23
4	Автобусний салон заповнений повністю	28
5	Салон автобуса переповнений, частина пасажирів залишилася на зупинці	30

Отримані оцінки кількості пасажирів, які проїхали найбільш завантаженим перегonom маршруту за годинами доби, наведені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Пасажиропотік на найбільш завантаженому перегоні маршруту №58

Час доби, год	Пасажиропотік на найбільш завантаженому перегоні маршруту, пас./год за напрямками	
	прямий	зворотний
6:00 – 7:00	39	74
7:00 – 8:00	84	189
8:00 – 9:00	72	224
9:00 – 10:00	124	204
10:00 – 11:00	141	186
11:00 – 12:00	131	113
12:00 – 13:00	89	98
13:00 – 14:00	130	77
14:00 – 15:00	95	100
15:00 – 16:00	160	58
16:00 – 17:00	192	117
17:00 – 18:00	179	139
18:00 – 19:00	200	156
19:00 – 20:00	129	84
20:00 – 21:00	107	100
21:00 – 22:00	35	33
22:00 – 23:00	9	21

При визначенні періоду часу максимального пасажиропотоку виконано коригування часу, що враховує час руху автобуса з кінцевого пункту (пр. Металургів або вул. Маршала Судця) до місця проведення обстеження пасажиропотоку. Результати пасажирообстеження зручно представляти у вигляді погодинної епюри пасажиропотоку, представленої на рисунку 1.4. У такій епюрі по горизонталі відкладаються годинні відрізки часу, а по вертикалі – стовпчики, висота яких відповідає потужності пасажиропотоку у дану годину доби.

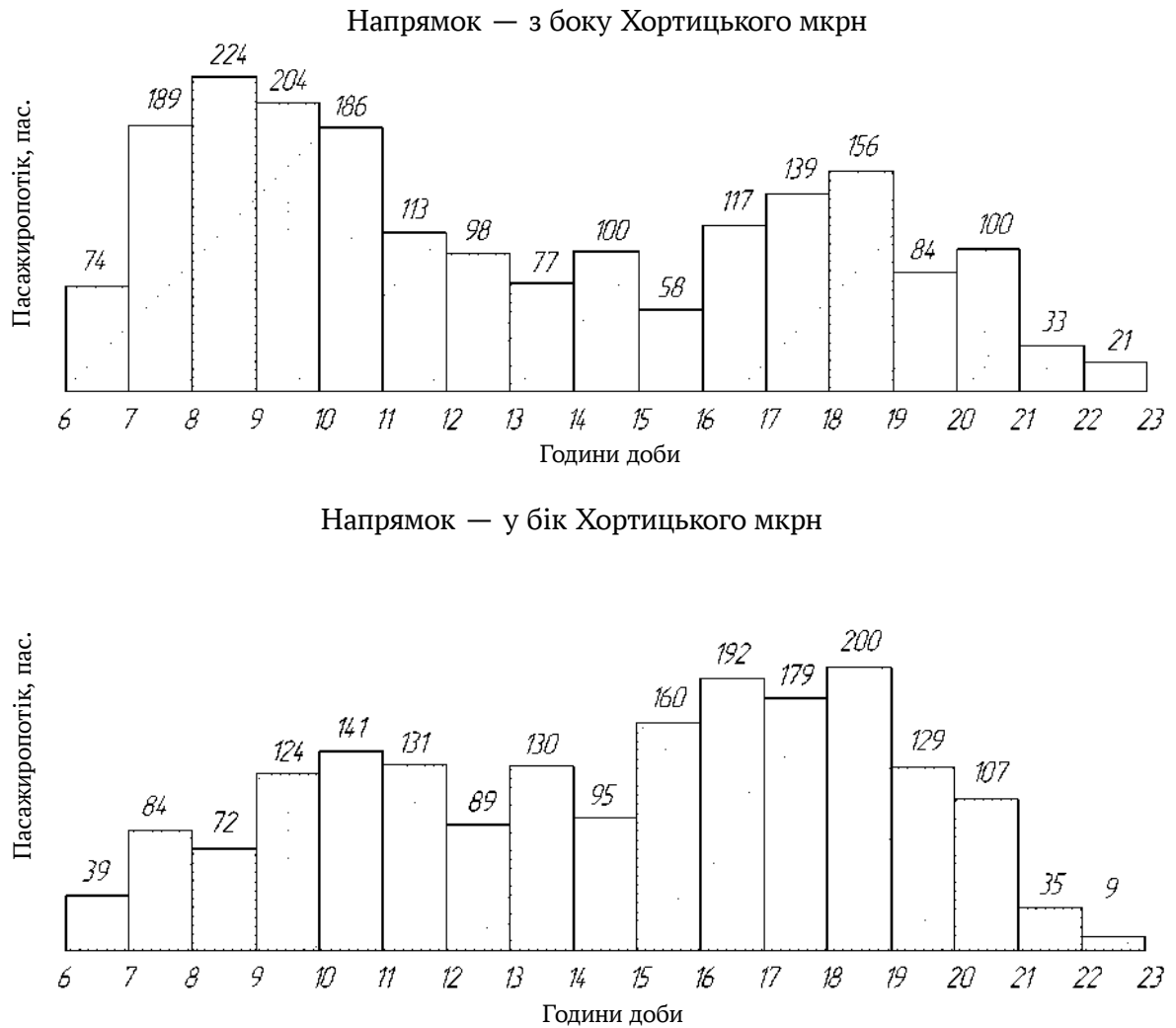


Рисунок 1.4 – Погодинні епюри пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту №58

З отриманих максимальних пасажиропотоків за напрямками маршруту будується розрахункова погодинна епюра пасажиропотоків. Розрахунковий годинний пасажиропотік $P_{\max i}$ визначається за формулою

$$P_{\max i} = \max\{P_{\text{пр}i}, P_{\text{зв}i}\}, \quad (1.1)$$

де $P_{\text{пр}i}, P_{\text{обр}i}$ — пасажиропотік, відповідно, у прямому та зворотному напрямку маршруту протягом i -ї години доби.

Погодинна епюра розрахункового пасажиропотоку на маршруті № 58 показана на рисунку 1.5.

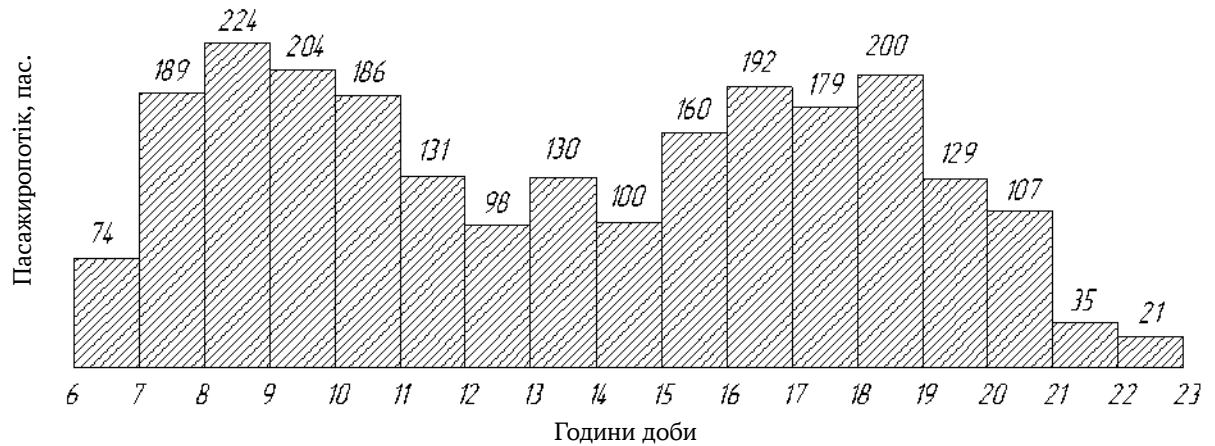


Рисунок 1.5 – Розрахунковий годинний пасажиропотік на найбільш завантаженому перегоні маршруту №58

1.5 Недоліки існуючого стану та постановка завдань у магістерській роботі

Проаналізувавши існуючу систему організації перевезень пасажирів на маршруті № 58 можна відзначити такі недоліки: маршрут обслуговується рухомих складом малої місткості, внаслідок чого частина пасажирів у години пік перевозиться в неприпустимих умовах (стоячи в проході між рядами сидінь), що є прямим порушенням вимог Правил дорожнього руху України, прямою загрозою безпеці руху та пасажирів у разі дорожньо-транспортної пригоди. Тенденція застосування рухомого складу малої місткості є наслідком об'єктивної економічної ситуації в Україні та надмірності маршрутної мережі міста Запоріжжя у частині великого значення маршрутного коефіцієнта. В даний час пасажир має велику кількість альтернативних маршрутів пересування. На кожному з таких маршрутів працюють автобуси малої місткості переважно в режимі маршрутного таксі. Це, з одного боку, дає можливість зменшити маршрутний інтервал руху та тривалість очікування пасажиром посадки у транспортний засіб. Проте є й серйозні недоліки такої організації руху автобусів на міських маршрутах. До них належать, зокрема, такі:

- із маршрутними таксі пов'язана висока корупція в органах державної влади, комунальних та приватних транспортних підприємствах; в окремих містах чиновники, пов'язані з бізнесом маршрутних перевезень, навмисно розважають муніципальний транспорт;

- агресивне водіння у поєднанні з конкуренцією за пасажирів на дорозі призводить до зниження швидкості руху транспортного потоку в цілому, у тому числі й самих маршрутних таксі;

- маршрутні таксі не пристосовані для перевезення окремих категорій пасажирів: інвалідів, пасажирів із дитячими візками чи багажем;

- маршрутні таксі є високо аварійним видом транспорту. Водії маршрутних таксі часто працюють із порушенням норм праці (надто довгий робочий день, брак відпочинку). За проїзд пасажирів платять безпосередньо водієві, що відволікає його від керування автобусом. Часто салон маршрутного таксі перебудовується з метою збільшення місткості, що знижує пасивну безпеку пасажирів під час поїздки.

Для усунення зазначених недоліків у магістерській роботі пропонується вирішити такі завдання:

- а) обрати та обґрунтувати тип рухомого складу для роботи на маршруті для перевезення пасажирів у належних умовах;
- б) розрахувати потрібну кількість рухомого складу на маршруті;
- в) розробити зведений розклад роботи автобусів на маршруті;
- г) оцінити економічну ефективність запропонованих змін.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування рухомого складу на маршруті

Потребу в рухомому складі на міських маршрутах визначають з метою призначення на маршрут такого типу та кількості транспортних засобів, які забезпечують належне освоєння проєктного пасажиропотоку з дотриманням нормативних вимог до якості транспортного обслуговування пасажирів та з урахуванням комерційних інтересів перевізника. Вихідними даними для вирішення такого завдання є паспорт маршруту, результати обстеження пасажиропотоків та встановлені нормативи часу на виконання рейсів [6].

Основою визначення типу рухомого складу є дані про потребу у рухомому складі у ранковий час пік, де випуск автобусів на лінію є максимальним. Вони є основою розробки плану формування спискового парку рухомого складу перевізника.

Залежно кількості пасажирів N_b на одному напрямку маршруту, що проїжджають найбільш пасажиронапруженим перегонем за одну годину, рекомендується обирати рухомий склад такої пасажиромісткості [6]:

- при пасажиропотоці до 1000 пас./год. — автобуси малого або середнього класу;
- при пасажиропотоці від 1000 до 1800 пас./год. — автобуси середнього або великого класу;
- при пасажиропотоці від 1800 до 3200 пас./год. — автобуси великого класу;
- при пасажиропотоці понад 3200 пас./год — автобуси особливо великого класу або автобусні поїзди.

Таким чином, виходячи з пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту № 58 в ранкові години «пік» $N_{\max} = 224$ пасажирів на годину на маршруті доцільно вибирати рухомий склад малої чи середньої місткості. Для таких цілей підходить малий міський автобус БАЗ А079.52 «Пролісок», що добре зарекомендував себе в експлуатації на міських маршрутах.

Автобус БАЗ-А079 – перший автобус модельного ряду автобусного виробництва Бориспільського автозаводу, який знаходиться у селищі міського типу Проліски Бориспільського району (Київська область). Завод відкрито 2002 року, тоді ж з його конвеєра зійшли перші два серійні автобуси БАЗ-А079 «Еталон». Модель цього автобуса була розроблена та створена фахівцями ПАТ «Укравтобуспром», у виробничих майстернях «Укравтобуспрому» було виготовлено декілька дослідних зразків. Основними відмінностями дослідних зразків від майбутніх моделей для серійного виробництва були: повністю вклеєне скло з іншим профілем скління, інша конструкція дверей з меншою площею скління, відмінна форма бамперів та відмінна система кріплення зовнішніх дзеркал заднього виду.

Шасі для автобуса БАЗ А079 було виготовлено індійськими фахівцями з корпорації ТАТА. Ця індійська компанія, заснована у 1868 році, є одним із найбільших у Південно-Східній Азії виробників та продавців вантажних автомобілів та спеціальної техніки. Починаючи з 1954 року, корпорація ТАТА тісно співпрацює з німецьким концерном Daimler Chrysler, виробляючи вантажні автомобілі середнього класу Mercedes-Benz за ліцензією.

У 2003 році Бориспільський автозавод суттєво розширив лінійку власної продукції. З'явилися нові моделі автобуса А079, а також низка нових моделей малого та особливо малого класу, зокрема БАЗ-2215 на шасі вантажного автомобіля Газель. Було розроблено модифікацію моделі А079 зі збільшеною колісною базою.

Розширення модельного ряду автобусів та зростання попиту на продукцію Бориспільського автозаводу створило необхідність у нарощуванні виробничих потужностей заводу. У серпні 2003 року був створений автозавод у Чернігові, який разом із Бориспільським увійшов до складу корпорації «Еталон». Пізніше до корпорації були також включена ще низка підприємств: ПАТ «Чернігівавтодеталь», ТОВ НТП «Еталон» та ПАТ «Стрий-Авто». Чернігівський автозавод спочатку займався виробництвом автобусів особливо малого класу БАЗ-2215 «Дельфін», але з осені 2005 року він також розпочав випускати автобуси БАЗ-А079.

З початку 2006 року усі автобуси БАЗ-А079 стали оснащувати двигунами, доведеними до вимог екологічних нормативів Євро-2, що зумовило зміну індексів модифікацій вироблюваних автобусів. При цьому зовнішньо автобус БАЗ А079 зазнав лише незначних змін – зменшилося у розмірах перше вікно пасажирського салону по лівому боку автобуса з одночасним збільшенням стійки між вікнами та між вікном та водійськими дверима, у автобуса з'явилися вертикальні ґрати-повітрозабірники за останнім вікном по обидвох боках автобуса.

У вересні 2008 року міські та приміські автобуси отримали нове ім'я «Пролісок», а міжміські – «Мальва». Також у тому ж році було розроблено нову лінійку модифікацій автобусів з двигуном, що відповідає екологічному стандарту Євро-3. Корпорація «Еталон» розраховувала перейти до серійного випуску таких автобусів на початку 2009 року, але у грудні 2008 року виробництво було призупинено у зв'язку з світовою економічною кризою.

БАЗ-А079 «Пролісок» – автобус малого класу, розрахований на 50 місць (зі стоячими місцями включно). Автобус БАЗ А079 був створений на базі шасі ТАТА LP-613/38, що є ліцензованим продуктом німецького концерну Daimler Chrysler. Автобус має двигун ТАТА 697 потужністю 130 к. с. та забезпечує максимальну швидкість до 100 км/год. Двигун автобуса знаходиться у передньому звисі кузова і зміщений трохи праворуч по відношенню до центру симетрії автобуса. Коробка передач механічна, з п'ятьма ступенями; рульове кермо має гідропідсилювач. Автобус має ресорну підвіску та пневматичну гальмівну систему.

Салон автобуса відокремлений від кабіни водія неповною перегородкою та поручнем. Кількість та тип сидінь у салоні відрізняються у різних модифікаціях автобуса. Міські модифікації автобуса мають трирядне компонування сидінь, приміські та міжміські моделі — чотирирядне. Салон автобуса обшитий пластиком. У міжміських автобусах сидіння встановлені на підвищенні, у задньому звисі є багажний відсік, а над сидіннями у салоні розташовані багажні полиці. Додатково у міжміських модифікаціях встановлюється звукова стереосистема для водія з динаміками у салоні.

Моделі БА3-А079.04, БА3-А079.14, БА3-А079.52 «Пролісок» – міська та приміська модифікації автобуса БА3 з двома автоматичними дверима для входу та виходу пасажирів. Автобус має двадцять місць для сидіння в міському варіанті (три ряди сидінь) і двадцять три у приміському варіанті (чотири ряди сидінь). Найбільш поширеною є модифікація автобуса БА3-А079.52 «Пролісок». Технічна характеристика автобуса наведена у таблиці 2.1, а його зовнішній вигляд наведено на рисунку 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика малого міського автобуса БА3-А079.52 «Пролісок»

Характеристика	Значення характеристики
1. Конструкція кузова	рамний
2. Габаритні розміри автобуса, мм	
довжина	7170
ширина	2260
висота	2880
3. Колісна база автобуса, мм	3800
4. Споряджена маса автобуса, кг	5050
5. Повна маса автобуса, кг	7900
6. Кількість місць для сидіння пасажирів	20
7. Загальна кількість місць для проїзду пасажирів	38
8. Тип коробки передач	механічна
9. Робочий об'єм двигуна, л	5,7
10. Максимальна потужність двигуна, кВт (к. с.)	95,7 (130)
11. Контрольна витрата палива при 60 км/год, л/100 км	15,0
12. Тип та розміри шин автобуса	215/75 R17,5
13. Максимальна швидкість руху, км/год.	90



Рисунок 2.1 — Зовнішній вигляд автобуса БАЗ А079.52 «Пролісок»

2.2 Розрахунок необхідної кількості рухомого складу на маршруті та вибір режимів роботи автобусних бригад графоаналітичним методом

Рациональна організація роботи автобусів на міських маршрутах передбачає максимальне задоволення потреб населення у перевезеннях з урахуванням ресурсних обмежень автотранспортного підприємства-перевізника, укладених ним договорів на перевезення та законодавчих обмежень на режими організації роботи водіїв. Обмеження першого виду подаються у вигляді максимальної кількості рухомого складу, що може бути виділена підприємством, та загальної кількості годин роботи цього рухомого складу на маршруті, а також прийнятих систем організації праці водіїв, що застосовуються на даному автотранспортному підприємстві. Обмеження другого виду висуваються у вигляді встановленої законодавством України максимальної тривалості робочих змін водіїв та технологічних відстоїв автобусів під час їх експлуатації безпосередньо на маршруті [7].

Особливого значення з огляду на дію вищезгаданих обмежень, особливо це стосується обмежень другого виду, з метод максимально повного задоволення потреб пасажирів у перевезеннях, набуває рівень оперативного планування перевезень, однією з найважливіших операція якого є складання розкладів і графіків руху автобусів на маршрутах.

Найбільш наочним, простим та перевіреним на практиці виробничої діяльності автотранспортних підприємств є широко відомий метод графоаналітичного розрахунку, що дає можливість обирати раціональні режими праці водіїв на міських автобусних маршрутах загального користування. Цей метод складається з двох частин — аналітичної (обчислювальної) та графічної. Під час першої здійснюється розрахунок необхідного обсягу транспортної роботи для забезпечення попиту на перевезення пасажирів, а під час другої — розподіл потреб у транспортній роботі між окремими виходами автобусів по годинах доби роботи маршруту [8].

Для здійснення методу графоаналітичного розрахунку використовують такі вихідні дані:

P_t (пас./год.) — кількість пасажирів, що проїхали максимально завантаженим перегоним маршруту при відправленні автобусів з кінцевої зупинки маршруту в годинному інтервалі часу від t до $t + 1$;

$t_{об}$ (хв.) – тривалість оборотного рейсу на маршруті, який включає рух автобуса у кожному з напрямків маршруту та сумарну тривалість міжрейсових відстоїв автобуса на кожній з кінцевих зупинок маршруту;

t_0 (хв.) – час на нульові пробіги на маршрут і з маршруту, що залежить від територіального розташування місця стоянки автобусів та кінцевих зупинок обслуговуваного маршруту;

I_{max} (хв.) – максимально допустимий інтервал руху у міжпікові години доби, що встановлюється виходячи з нормативів якості транспортного обслуговування пасажирів;

k_α – коефіцієнт дефіциту автобусів, що визначає провізні спроможності парку пасажирських транспортних засобів автотранспортного підприємства;

$q_H, q_{\max}$ (пас.) – номінальна та допустима місткість рухомого складу, при цьому передбачається, що маршрут обслуговується однотипними автобусами;

D_t (год.) – середня тривалість робочої автомобілі-зміни, яка визначається законодавством або прийнята у даному автотранспортному підприємстві з урахуванням вимог законодавства;

$t_{обед}$ (хв.) – середня тривалість обідньої перерви водія;

$t_{см}$ (хв.) – тривалість перезміни водіїв під час організації такої зміни у автотранспортному підприємстві або безпосередньо на маршруті.

Величина P_t визначає потребу у пасажирських перевезеннях і представляється погодинною епюрою пасажиропотоку на автобусному маршруті, прив'язаного до будь-якого контрольного пункту маршруту, на якому відбувається регулювання та контроль організації руху автобусів (випуск автобуса на маршрут, зняття автобуса з маршруту, надання обідніх перерв водіям).

Величини $t_{об}, t_0, I_{\max}$ визначають умови роботи автобусів на конкретному автобусному маршруті. При цьому максимально можливий інтервал руху автобусів у міжпикові години доби $I_{\max}$ встановлюється нормативами якості транспортного обслуговування пасажирів у даному населеному пункті або на конкретному автобусному маршруті.

Величини $k_\alpha, q_H, q_{\max}$ характеризують рівень технологічної готовності рухомого складу підприємства-перевізника, при цьому коефіцієнт дефіциту автобусів визначається відношенням наявного парку автобусів, що готові до випуску, до необхідного виходячи з потреби у рухомому складі на всіх маршрутах, що обслуговуються даним автотранспортним підприємством. Це необхідно для справедливого розподілу автобусів між декількома маршрутами у разі їх дефіциту.

Значення $D_t, t_{обид}, t_{см}$ визначають умови роботи водіїв, що прийняті або склалися в умовах конкретного автотранспортного підприємства.

Порядок проведення графоаналітичного розрахунку з метою визначення раціональних режимів праці водіїв та водійських бригад передбачає послідовне виконання таких операцій:

- розрахунок необхідної кількості рухомого складу на маршруті на кожну годину роботи автобусів;
- розрахунок необхідної кількості авто-годин роботи автобусів протягом дня роботи автобусів на маршруті;
- визначення змінності роботи автобусних бригад на маршруті;
- встановлення раціонального часу для призначення обідніх перерв водіям та часових проміжків відстоювання автобусів;
- вирівнювання тривалості роботи окремих автобусів по кожному з виходів протягом дня;
- остаточне призначення обідніх перерв водіям та встановлення режимів роботи автобусних бригад.

Необхідна кількість рухомого складу n_t , що повинні перебувати на маршруті кожної години роботи визначається в залежності від тривалості зворотного рейсу $t_{об}$ на маршруті та кількості пасажирів, які проїхали в цей час максимально завантаженим перегonom маршруту та розраховується за формулою

$$n_t = \frac{P_t \cdot t_{об}}{60q}, \quad (2.1)$$

де q – пасажиромісткість автобусів, при цьому приймають $q = q_{max}$ у години максимального завантаження та $q = q_n$ у міжпикові періоди доби.

Результати виконання першої операції представляються у вигляді погодинної епюри потрібної кількості автобусів на маршруті протягом дня.

Надалі, для визначення необхідної кількості машино-годин роботи автобусів на маршруті, епюру потрібної кількості автобусів представляють у графічному вигляді і перетворюють її на діаграму-максимум.

В залежності від наявного парку автобусів, тобто від коефіцієнта дефіциту їх у автотранспортному підприємстві k_α , визначається максимально можлива кількість автобусів, що може працювати на заданому маршруті у періоди ранкових та вечірніх годин пік n_{max} . При цьому слід враховувати, що за наявності

дефіциту автобусів у АТП та відсутності можливості забезпечити їх випуск на обслуговуванні маршрути відповідно до попиту на перевезення, на всіх маршрутах, що обслуговує підприємство, забезпечуються рівні умови транспортного обслуговування пасажирів шляхом визначення максимального випуску рухомого складу на маршруті за формулою

$$n_{\max} = k_{\alpha} \cdot n_{t_{\max}}, \quad (2.2)$$

де $n_{t_{\max}}$ – максимальна потреба у кількості автобусів на маршруті.

За розрахованим значенням $n_{\max}$ на діаграмі максимум проводять лінію-максимум. Після її проведення клітинки діаграми-максимум, що знаходяться над лінією максимум, відкидають і обсяг транспортної роботи на маршруті зменшується на відповідну величину дефіциту.

Мінімальна кількість автобусів, яку необхідно мати на маршруті у міжпікові години доби, $n_{\min}$, визначається з урахуванням максимально допустимого інтервалу руху автобусів у такі години та розраховується за формулою

$$n_{\min} = \frac{t_{\text{об}}}{I_{\max}}. \quad (2.3)$$

У відповідності до розрахованого значення на діаграмі-максимум проводять лінію-мінімум. Якщо контур діаграми-максимум у певні години доби знаходиться нижче лінії мінімум, то площу, яка лежить між контуром діаграми та лінією-мінімум, включають (додають) всередину робочого поля діаграми-максимум, тобто збільшують обсяг транспортної роботи на суму клітинок, позначених знаком «+». При цьому лінія-мінімум надалі до уваги не приймається, якщо на вона знаходиться нижче за контур діаграми протягом усієї тривалості міжпікових годин доби.

Після цього визначають мінімальну кількість машино-годин роботи автобусів на маршруті протягом дня T_m , необхідну для задоволення попиту на перевезення пасажирів. Ця величина дорівнює кількості клітинок, що знаходяться всередині діаграми максимум (1 клітинка відповідає 1 машино-годині).

Загальну кількість машино-змін роботи автобусів на маршруті протягом дня роботи розраховується за такою формулою

$$d = \frac{T_m + t_0 \cdot n_{\max}}{\Delta t}. \quad (2.4)$$

Для визначення змінності роботи автобусних бригад на маршруті використовують такий прийом. Спочатку розраховується допоміжна величина $D_n = d - 2n_{\max}$. Після цього, в залежності від отриманого значення роблять висновки: 1) у випадку якщо $D_n = 0$, то це означає, що усі наявні $n_{\max}$ автобусів будуть працювати на маршруті у дві зміни; 2) у випадку якщо отримано відємну величину, тобто $D_n > 0$, то це означає, що D_n автобусів будуть працювати на маршруті у три зміни, а решта $n_{\max} - D_n$ автобусів будуть працювати у дві зміни; 3) у випадку якщо $D_n < 0$, то це означає, що на маршруті будуть працювати $2n_{\max} - d$ однозмінних автобусів, а решта, тобто $d - n_{\max}$ автобусів, будуть працювати у дві зміни.

Призначення часу для обідніх перерв водіям та відстоювання автобусів у парку автотранспортного підприємства повинно відбуватися таким чином, щоб не порушувалися задані умови задоволення попиту на перевезення пасажирів, тобто контури епюри необхідної кількості автобусів по годинах доби. Через це обідні перерви водіям надаються, як правило, після завершення ранкових (перша зміна) та вечірніх (друга зміна) годин пік. Тривалість обідніх перерв водіїв залежить від розташування пунктів харчування та режимів їх роботи та встановлюється величиною від 30 хвилин до 2 годин.

Під час побудови зон обідніх перерв необхідно слідкувати за тим, щоб при включенні цих зон до діаграми-максимум епюра потрібної кількості автобусів ставала менш ступінчастою. При цьому необхідно також враховувати той факт, що автобусні бригади, які працюють із розривом всередині дня, приймають їжу під час відстоювання автобусів у парку. Через це тривалість їх обідніх перерв не включається до зони обідніх перерв інших автобусних бригад.

Частина зони у міжпікові години доби, що утворюється після виділення зон обідніх перерв водіїв, на діаграмі-максимум позначається літерою С і може бути використана для відстоювання та виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту автобусів у автотранспортному підприємстві.

При цьому така зона відстоювання повинна максимально забезпечувати наявні потреби підприємства в технічному обслуговуванні, ремонті та відстоюванні рухомого складу, а саме задовольняти таким умовам [9]: відстоювання автобусів повинно починатися не раніше ніж через 3 години після початку роботи автобуса на маршруті; тривалість відстоювання кожного з автобусів повинна бути не менше 2,5 годин.

У разі якщо під час відстоювання автобусів виконуються операції ремонту та технічного обслуговування рухомого складу, то автобуси ставляться на ремонтні пости по черзі.

Вирівнювання тривалості роботи на усіх запланованих виходах дозволяє досягти максимально можливого наближення тривалості робочої зміни кожного автобуса до середньої величини тривалості роботи загалом по усіх виходах автобусів у добу. Тривалість роботи автобуса протягом дня на діаграмі-максимум визначається кількістю клітинок по горизонталі відповідно до кожного виходу. Оскільки діаграма-максимум відбиває потребу у перевезеннях, то тривалості виходів на початку розрахунку суттєво відрізняються друг від друга. Для вирівнювання виходів за їх тривалістю, без додавання до діаграми-максимум зайвих машино-годин, слід використовувати метод переміщення окремих стовпців або їх частин по вертикалі діаграми. При виконання такої операції кількість працюючих автобусів кожної години дня (кількість клітинок по вертикалі діаграми) не змінюється, а тривалості відповідних виходів (кількість клітинок по горизонталі діаграми) зменшується або збільшується в залежності від переміщуваних стовпчиків.

Слід зауважити, що операцію вертикального переміщення стовпчиків діаграми-максимум слід проводити окремо для автобусів із різними режимами роботи. Надалі призначення обідніх перерв автобусним бригадам виконується

шляхом розщеплення попередньо виділених для цього зон обідніх перерв в межах визначених для них годин доби. При призначенні обідніх перерв необхідно слідкувати, щоб заданий випуск автобусів на кожну годину доби відповідав їх потребі у цю годину.

Остаточню, на діаграмі-максимум проводиться лінія розподілу змін, що ділить двозмінні виходи на дві частини. Цю операцію виконують таким чином, щоб обідні перерви автобусних бригад, що працюють у вечірній зміні, починалися не пізніше ніж через 4 години після початку роботи водіїв на маршруті. При розподілі змін слід по можливості забезпечити рівні умови для роботи водіїв у ранкову та вечірню зміни за тривалістю зміни. Ця операція є останньою, нею завершується процедура графоаналітичного розрахунку.

Виконаємо графоаналітичний розрахунок для маршруту № 58 «вул. Маршала Судця – пр. Металургів». Для цього спочатку розраховуємо необхідну кількість автобусів на маршруті № 58 на кожну годину доби за формулою (2.1) за такими вихідними даними:

- а) місткість міського автобуса БАЗ А-079.52 номінальна $q_n = 30$ пас., пікова $q_{\max} = 38$ пас.;
- б) час оборотного рейсу на маршруті № 58 $t_{об} = 70$ хвилин;
- в) середня тривалість робочої машино-зміни $D_t = 8,0$ год;
- г) середня тривалість обідньої перерви водія $t_{обед} = 45$ хв;
- д) максимально допустимий інтервал руху на маршруті № 58 у міжпікові години доби $I_{\max} = 20$ хв.

При розрахунках необхідної кількості автобусів приймаємо тривалість пікових періодів на маршруті у місті Запоріжжя: ранковий пік з 7:00 до 9:00, вечірній пік з 16:00 до 19:00.

Розраховуємо необхідну кількість рухомого складу на маршруті № 58 на кожну годину доби за формулою (2.1):

$$6:00 - 7:00 \quad P_t = \frac{74 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 2,7 \approx 3 \text{ автобуса};$$

$$7:00 - 8:00 \quad P_t = \frac{189 \cdot 70}{60 \cdot 38} = 5,8 \approx 6 \text{ автобусів};$$

$$8:00 - 9:00 \quad P_t = \frac{224 \cdot 70}{60 \cdot 38} = 6,96 \approx 7 \text{ автобусів};$$

$$9:00 - 10:00 \quad P_t = \frac{204 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 7,9 \approx 8 \text{ автобусів};$$

$$10:00 - 11:00 \quad P_t = \frac{186 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 7,2 \approx 7 \text{ автобусів};$$

$$11:00 - 12:00 \quad P_t = \frac{131 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 5,09 \approx 5 \text{ автобусів};$$

$$12:00 - 13:00 \quad P_t = \frac{98 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 3,8 \approx 4 \text{ автобуса};$$

$$13:00 - 14:00 \quad P_t = \frac{130 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 5,05 \approx 5 \text{ автобусів};$$

$$14:00 - 15:00 \quad P_t = \frac{100 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 3,8 \approx 4 \text{ автобуса};$$

$$15:00 - 16:00 \quad P_t = \frac{160 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 6,2 \approx 6 \text{ автобусів};$$

$$16:00 - 17:00 \quad P_t = \frac{192 \cdot 70}{60 \cdot 38} = 5,89 \approx 6 \text{ автобусів};$$

$$17:00 - 18:00 \quad P_t = \frac{179 \cdot 70}{60 \cdot 38} = 5,49 \approx 6 \text{ автобусів};$$

$$18:00 - 19:00 \quad P_t = \frac{200 \cdot 70}{60 \cdot 38} = 6,14 \approx 6 \text{ автобусів};$$

$$19:00 - 20:00 \quad P_t = \frac{129 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 5,01 \approx 5 \text{ автобусів};$$

$$20:00 - 21:00 \quad P_t = \frac{107 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 4,16 \approx 4 \text{ автобуса};$$

$$21:00 - 22:00 \quad P_t = \frac{35 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 1,36 \approx 2 \text{ автобуса};$$

$$22:00 - 23:00 \quad P_t = \frac{21 \cdot 70}{60 \cdot 30} = 0,81 \approx 1 \text{ автобус.}$$

Результати розрахунку необхідної кількості автобусів на маршруті по годинах доби зводимо до таблиці 2.2 та представляємо їх у вигляді погодинної епюри необхідної кількості автобусів (рисунок 2.2).

Таблиця 2.2 – Необхідна кількість автобусів на кожну годину 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	21-22	22-23
Кількість автобусів	3	6	7	8	7	5	4	5	4	6	6	6	6	5	4	2	1

На підставі розрахованої необхідної кількості автобусів будуємо діаграму-максимум (рисунок 2.2, слайд 5 презентації проекту). Максимально допустимий інтервал руху приймаємо $I_{\max} = 20\text{хв}$. Отже, на маршруті має працювати не менше

$$n_{\min} = \frac{70}{20} = 3,5 \approx 3 \text{ автобуса.}$$

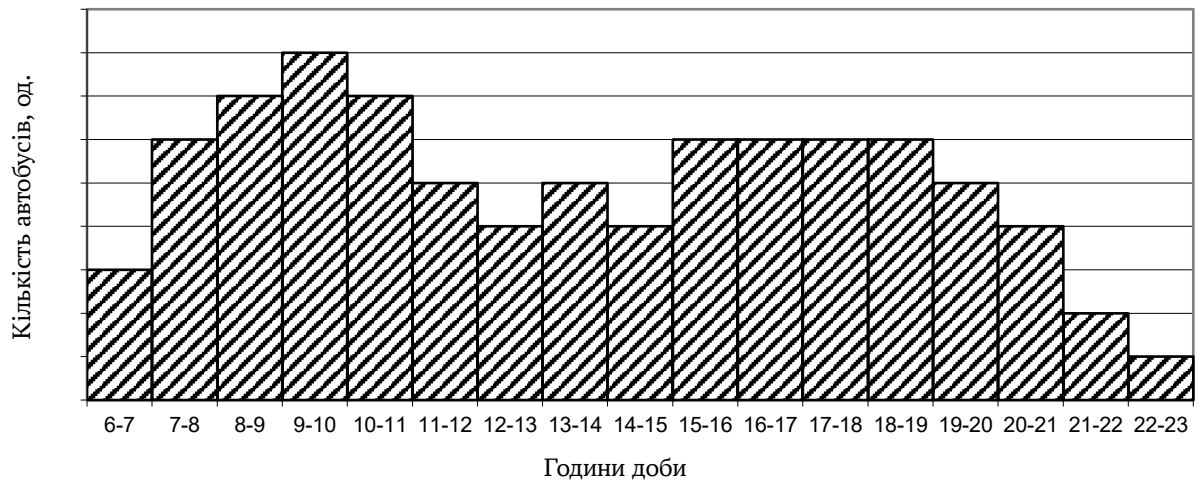


Рисунок 2.2 – Погодинна епюра потреби в автобусах на кожну годину доби

Включаємо до діаграми-максимум додаткову годину роботи автобусів на маршруті у періоди часу з 21:00 до 22:00 та з 22:00 до 23:00 (періоди завершення роботи автобусів на маршруті наприкінці дня).

З урахуванням того, що єдиною годиною доби, для якої необхідна кількість автобусів дорівнює 8 у період доби з 9:00 до 10:00, що призводить до неефективної роботи рухомого складу протягом інших періодів часу, встановимо максимальну кількість автобусів у випуску на маршрут рівною семи та проведемо лінію-максимум на рівні $n = 7$ автобусів (рисунок 2.3).

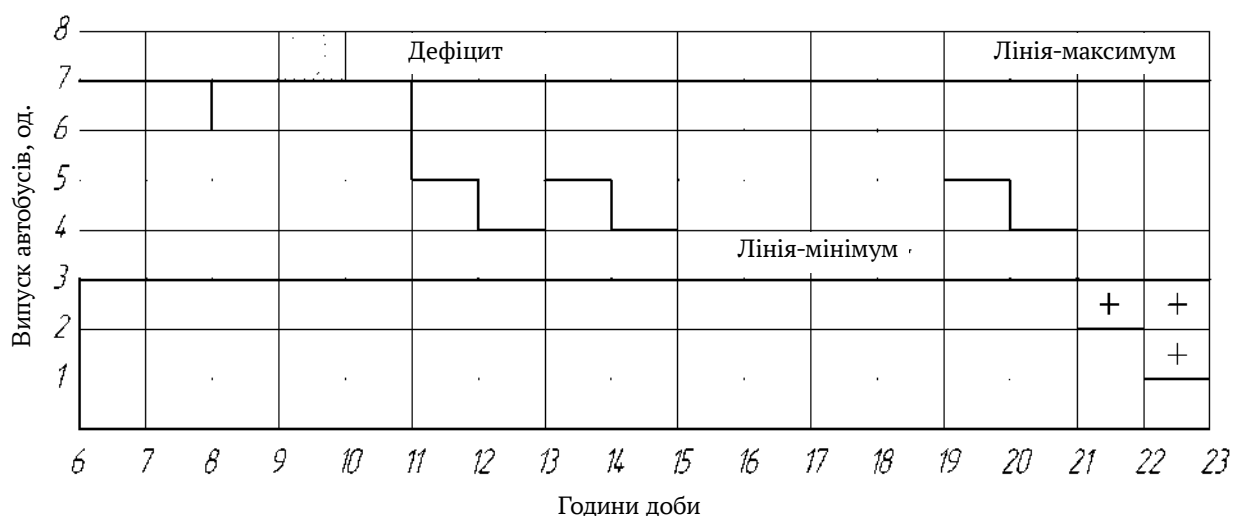


Рисунок 2.3 — Діаграма-максимум для маршруту № 58

Мінімальна кількість машино-годин роботи автобусів на маршруті протягом дня T_m , необхідна для повного задоволення попиту на пасажирські перевезення, відповідає кількості клітинок, що знаходяться всередині діаграми-максимум, тобто для нашого розрахунку маємо $T_m = 87$ машино-годин.

Наступним кроком розраховуємо за формулою (2.4) необхідну кількість машино-змін роботи автобусів на маршруті № 58 впродовж дня

$$d = \frac{87 + 0,07 \cdot 7}{8} = 10,9 \approx 11.$$

Надалі, для визначення змінності роботи автобусів по виходах розраховуємо значення величини D_n :

$$D_n = d - 2n_{\max} = 11 - 2 \cdot 7 = -3 < 0.$$

Через те, що отримане від'ємне значення $D_n < 0$, то згідно процедури розрахунку на маршруті необхідно мати однозмінні машини у кількості

$$2n_{\max} - d = 2 \cdot 7 - 11 = 3 \text{ автобуси.}$$

Решта автобусів, а саме $d - n_{\max} = 11 - 7 = 4$ автобуси будуть працювати у дві зміни. У відповідності з цим, на діаграмі-максимум проведемо лінію змінності. Після чого видно, що перші 4 випуски автобусів будуть двозмінними, а інші 3 випуски — однозмінними з перервою в роботі в середині робочого дня для відстоювання автобусів (розривні випуски).

Надалі визначимо найбільш раціональні періоди часу, необхідні для надання ранкових та вечірніх обідніх перерв водіям двозмінних випусків та для проведення денного технічного обслуговування та ремонту, відстоювання автобусів розривних випусків. Для цього виконуємо на діаграмі-максимум аналіз міжпікової зони дня та побудуємо зони В1 та В2 (ранкових та вечірніх обідніх перерв відповідно) та зони технічного обслуговування, ремонту автобусів та їх відстоювання у автотранспортному підприємстві С.

Після виконання цієї операції перетворюємо діаграму-максимум методом вертикального переміщення окремих стовпчиків діаграми з метою максимального вирівнювання тривалості робочої зміни кожного автобуса окремо для тих автобусів, які працюють у дві зміни та окремо для тих, які працюють у одну зміну з розривом.

Нарешті, виконуємо останньою операцію та призначаємо обідні перерви бригадам водіїв, що працюють у дві зміни та визначаємо режими їх роботи. Після виконання цієї операції проводимо лінію розділення змін таким чином, щоб обідні перерви автобусних бригад, що працюють у вечірню зміну, починалися не пізніше ніж через 4 години після початку вечірньої зміни. При розділенні змін прагнемо до забезпечення рівних умов для роботи водіїв автобусів, що працюють у ранкові та вечірні зміни. Результат графоаналітичного розрахунку для маршруту № 58 наведений на рисунку 2.4.

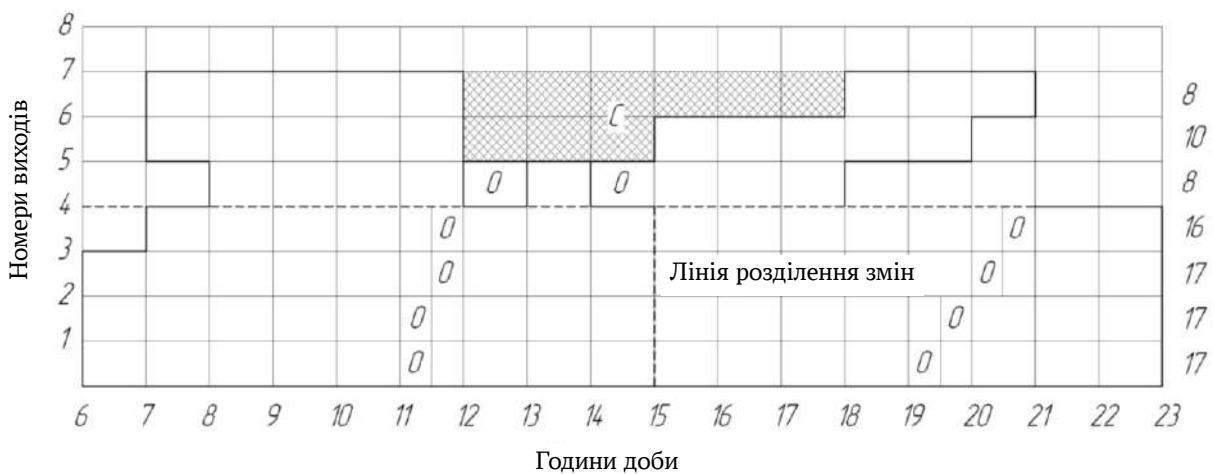


Рисунок 2.4 — Результат графоаналітичного розрахунку для маршруту № 58

У результаті проведеного графоаналітичного розрахунку бачимо, що перші чотири виходи є двозмінними з обідніми перервами водіїв кожної зміни загальною тривалістю змін 8–9 годин. П'ятий однозмінний вихід тривалістю 8 годин передбачає два розриви по 1 годині (збільшений міжрейсовий відстій на

кінцевих зупинках із виконанням одного оборотного рейсу в період з 13:00 год. до 14:00 год.). Шостий та сьомий виходи (пікові) тривалістю відповідно 10 та 8 годин мають розрив у роботі всередині робочого дня для виконання технічного обслуговування та ремонту рухомого складу тривалістю 3 та 6 годин.

Підсумкові результати графоаналітичного розрахунку для маршруту № 58 зводимо до таблиці 2.3, яку надалі використаємо для розробки графіка роботи та розкладу руху автобусів на маршруті. У таблиці 2.3 відзначаємо номери виходів автобусів, номери змін, час початку та закінчення роботи кожної зміни, а також часові інтервали призначених обідніх перерв та міжрейсових відстоювань автобусів у автотранспортному підприємстві.

Таблиця 2.3 — Результат графоаналітичного розрахунку

Номер виходу	Номер зміни	Початок роботи	Обід (відстій)	Завершення роботи
1	1	6:00	11:00–11:30	15:00
	2	15:00	19:00–19:30	23:00
2	1	6:00	11:00–11:30	15:00
	2	15:00	19:00–19:30	23:00
3	1	6:00	11:30–12:00	15:00
	2	15:00	20:00–20:30	23:00
4	1	7:00	11:30–12:00	15:00
	2	15:00	20:30–21:00	23:00
5	1	8:00	12:00–13:00 14:00–15:00	18:00
6	1	7:00	12:00–15:00	20:00
7	1	7:00	12:00–18:00	21:00

2.3 Складення розкладу руху автобусів на маршруті

Розклад руху передбачає визначення моментів часу виконання рейсів на маршруті при відправленні автобуса з кожної з кінцевих зупинок та час проходження автобусами контрольних зупинок з метою дотримання заданих інтервалів руху на маршруті протягом доби. На даний час при складанні розкладів для міських автобусних маршрутів найчастіше використовуються один з трьох методів: ручний, півавтоматизований та автоматизований [10].

Ручні методи складання розкладу руху автобусів на маршрутах за формою представлення зведеного маршрутного розкладу руху поділяють на графічний і табличний. При використанні графічної форми складання розкладу автобусів їх рух за маршрутом представляється у вигляді ламаних ліній в прямокутній системі координат «час — відстань». Перевагами такого методу є:

- наочність при оцінці рівномірності інтервалів руху протягом різних часових періодів доби;
- зручність при координації та узгодженні руху автобусів за декількома різними маршрутами, поєднання звичайних рейсів зі скороченими;
- зручність при розробці розкладів руху для автобусних маршрутів, на яких постановка автобусів на маршрут та їх зняття з маршруту здійснюються з проміжних пунктів маршруту.

Втім, метод має і очевидні недоліки, до яких можна віднести такі:

- складнощі при застосуванні різних за періодами доби нормативів швидкостей руху автобусів на маршруті;
- необхідність переведення розкладу в табличну форму, що представляє собою доволі трудомісткий процес;
- складність відстеження роботи окремих виходів автобусів.

При використанні табличної форми складання розкладу руху до заздалегідь підготовленої таблиці розкладу послідовно по стовпчиках заносяться моменти відправлення автобусів (якщо тривалість стоянки на кінцевій зупинці

відрізняється від нормативної) та моменти прибуття автобусів на кінцеві зупинки маршруту. У цьому разі різниця між часом, записаними в клітинки сусідніх рядків таблиці, дорівнює тривалості рейсу з урахуванням міжрейсового відстоювання на кінцевій зупинці, а різниця між часом, записаними в клітинки сусідніх стовпчиків таблиці відповідає інтервалу руху між відповідними автобусами на цій зупинці.

Якщо порядок випуску автобусів на маршрут по завершенні обідніх перерв та відстоювань автобусів збережений, то кожному виходу автобуса відповідає один рядок таблиці розкладу руху. Якщо ж цей порядок десь порушується, то відомості щодо деяких з виходів після завершення обідніх перерв і відстоювань автобусів можуть заноситися у інші рядки, з метою збереження стовпчиків відповідності моментів часу відправлення автобусів з кінцевих зупинок маршруту.

Табличний метод має низку переваг перед графічним, при цьому він забезпечує:

- можливість врахування різних норм швидкостей на пробіг автобуса протягом різних часових періодів доби;
- можливість зручно та наочно відстежувати роботу окремих виходів протягом дня;
- можливість безпосереднього використання розробленого зведеного розкладу руху автобусів для формування розкладів руху окремим водіям та випускам автобуса, що суттєво знижує трудомісткість розробки водійських розкладів і практично виключає помилки, що виникають при перенесенні розкладу з графічного вигляду до табличної форми.

Однак, табличний метод має і низку недоліків, якими зокрема є:

- відсутність достатньої наочності, що суттєво ускладнює оцінку якості розробленого розкладу за критерієм забезпечення рівномірного інтервалу руху протягом різних періодів доби;
- необхідність належної кваліфікації та досвіду розробника розкладу;
- виконання значної кількості математичних розрахунків та фіксації їх проміжних результатів.

З огляду на переваги і недоліки, графічний метод розробки розкладу використовується у невеликих містах при значних інтервалах руху та невеликій кількості виходів на маршрутах, що забезпечує узгодження розкладів руху на окремих маршрутах, а табличний метод використовується у великих містах при розробці розкладів руху на маршрутах з невеликими інтервалами руху та великою кількістю виходів автобусів.

Напіваавтоматизований спосіб складання розкладів руху автобусів передбачає використання обчислювальної техніки для побудови так званої хвилинної сітки рейсів маршруту. В якості вихідної інформації для її побудови задаються норми часу на пробіг автобусів на маршруті у прямому та зворотному напрямках з урахуванням найбільш можливої тривалості міжрейсового відстоювання автобусів на кінцевих зупинках маршруту у різні періоди доби.

Комп'ютерна програма роздруковує хвилинну сітку рейсів за двома можливими варіантами: для маятникових автобусних маршрутів – за двома кінцевими зупинками, для кільцевих або півкільцевих автобусних маршрутах – за одною кінцевою зупинкою. У першому випадку до інформаційної карти програми заноситься код організації руху на маршруті — 1, у другому випадку код організації — 0. Надалі до програми заноситься момент часу початку та завершення руху на маршруті та встановлена кількість нормативів часу на пробіг автобусів протягом доби. Кожному періоду постійності норм швидкостей автобусів відповідає один рядок вихідних даних, в якому зазначається номер періоду, час початку періоду та норми часу на пробіг автобусів у прямому та зворотному напрямках маршруту з урахуванням мінімального часу міжрейсового відстоювання автобусів на кінцевій зупинці маршруту.

Над роздрукованою сіткою рейсів (вище першого її рядка) зазначаються умовні позначення кінцевих зупинок (А, Б у випадку маятникових маршрутів, А – у випадку півкільцевих або кільцевих маршрутів). Кожен стовпчик відповідає тривалості зворотного рейсу автобуса на маршруті. Значення, що стоять поряд в одному і тому ж рядку, відрізняються один від одного на час рейсу з урахуванням бажаної тривалості стоянки на кінцевій зупинці. До сітки рейсів можуть додаватися деякі коефіцієнти, що вказують величину, на яку необхідно

змінити тривалість відповідного рейсу через зміни норми на пробіг автобусів. Розробка розкладу руху автобусів полягає у побудові ланцюжків відправлення автобусів кожного виходу між кінцевими зупинками «А» і «Б» шляхом з'єднання відповідних елементів на хвилинній сітці рейсів, які розташовані у сусідніх стовпчиках, прямим або похилим відрізком прямої.

При цьому зняття автобуса з роботи на маршруті відповідає обрив такого ланцюжка, а постановці автобуса на маршрут — початок такого ланцюжка.

Напівавтоматизований метод дозволяє поєднати разом графічний та табличний методи, посиливши кожну з їх переваг. Підготовлена заздалегідь розрахована хвилинна сітка рейсів значно знижує трудомісткість розробки розкладу, дає можливість оцінити якість зведеного маршрутного розкладу автобусів на маршруті. Наперед обчислені та занесені до сітки рейсів поправочні коефіцієнти до норм пробігу автобусів суттєво полегшують їх облік.

Етапи розробки маршрутних розкладів руху автобусів на міських маршрутах та основні задачі, що вирішуються на кожному з них, наведені у таблиці 2.4. Кожен з етапів таблиці відповідає характерному періоду роботи автобусного маршруту та відбивають послідовний у часі процес розробки розкладу.

Таблиця 2.4 – Етапи складання зведених розкладів автобусів на міських маршрутах

Етапи складання розкладу	Основні завдання, що вирішується на етапі
1. Підготовка даних та попередні розрахунки	Орієнтовне оцінювання тривалостей періодів роботи автобусів на маршруті з однаковими системами організації праці водіїв та водійських бригад.
2. Розробка розкладу руху на маршруті на період початку руху	Визначення послідовності моментів випуску автобусів на маршрут у ранкові години доби. Забезпечення по можливості рівномірного зменшення інтервалів руху на маршруті.

Кінець таблиці 2.4.

Етапи складання розкладу	Основні завдання, що вирішуються на етапі
3. Розробка розкладу руху автобусів на період ранкового піку	Забезпечення мінімального, рівного та рівномірного інтервалу руху автобусів протягом ранкових годин «пік».
4. Надання обідніх перерв водіям першої зміни, зняття автобусів з маршруту у відстій для розривних виходів	Визначення раціональних моментів часу для зняття автобусів з маршруту по звершенні ранкового піку. Попереднє встановлення моментів повернення автобусів на маршрут після перерв. Забезпечення рівномірного збільшення інтервалу руху на маршруті.
5. Розробка розкладів руху автобусів у міжпикові години доби	Вихід на постійний та рівномірний міжпиковий інтервал руху на маршруті. Забезпечення рівного інтервалу протягом міжпикових годин, організація перезміни водіїв, що працюють у дві зміни.
6. Розробка розкладу руху автобусів на період початку вечірніх годин «пік»	Встановлення раціональних моментів часу для випуску на маршрут автобусів, які працюють у розривних змінах. Надання обідніх перерв водіям, що працюють на однозмінних виходах із двома обідніми перервами (за наявності). Забезпечення поступового та рівномірного скорочення інтервалів руху на маршруті.
7. Розробка розкладу руху автобусів на період вечірніх годин «пік»	Забезпечення рівномірного інтервалу руху автобусів протягом вечірніх годин пік до моменту спадання пасажиропотоку на маршруті.
8. Розробка розкладу руху автобусів на період закінчення руху на маршруті	Надання обідніх перерв водіям, що працюють у другій зміні. Встановлення моментів завершення роботи по однозмінних та скорочених двозмінних виходах автобусів. Встановлення моментів завершення руху на маршруті по двозмінних виходах. Забезпечення поступового збільшення інтервалу руху на маршруті.

Кінець таблиці 2.4.

Етапи складання розкладу	Основні завдання, що вирішуються на етапі
9. Оцінка якості розробленого зведеного розкладу руху	Перевірка відповідності розкладу по випусках автобусів по годинах доби потребам у перевезеннях пасажирів у ці години доби. Перевірка виконання вимог Положення про робочий час та час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів. Перевірка відповідності інтервалів руху протягом характерних періодів доби та їх рівномірного збільшення і зменшення у перехідні періоди доби.
10. Обробка зведеного маршрутного розкладу	Визначення техніко-експлуатаційних показників роботи автобусів на маршруті протягом дня за розкладом. Формування водійських та диспетчерських розкладів руху.

Розроблений напіваавтоматизованим методом зведений розклад руху автобусів для автобусного маршруту № 58 «вул. Маршала Судця — БК ЗалК» наведений на рисунку 2.5. На підставі розробленого розкладу руху формуємо маршрутні завдання по кожному виходу для водіїв, які наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Маршрутні завдання водійським бригадам на маршруті №58

Кінцеві зупинки	Номери рейсів, час відправлення з кінцевих зупинок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вихід 1. Зміна 1. Час на маршруті 8:10 год.										
вул. М. Судця	5:37	6:45	7:56	9:06	10:17	Обід		11:57	13:07	
БК ЗалК	6:11	7:20	8:31	9:42			11:22	12:32	13:42	
Вихід 1. Зміна 2. Час на маршруті 8:10 год.										
вул. М. Судця	14:17	15:27	16:37	17:47	Обід	19:27	20:37	21:47		
БК ЗалК	14:52	16:02	17:12	18:22		20:02	21:12	22:22		

Кінець таблиці 2.5.

Кінцеві зупинки	Номери рейсів та час відправлення з кінцевих пунктів									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вихід 2. Зміна 1. Час на маршруті 8:14 год.										
вул. М. Судця	6:00	7:10	8:20	9:30	10:40	Обід		12:26	13:38	
БК ЗАлК	6:35	7:45	8:55	10:05			11:50	13:02	14:13	
Вихід 2. Зміна 2. Час на маршруті 8:25 год.										
вул. М. Судця	14:49	16:00	17:12	18:23	Обід	19:50	21:04	22:17		
БК ЗАлК	15:25	16:36	17:48	18:59		20:27	21:41	22:54		
Вихід 3. Зміна 1. Час на маршруті 8:10 год.										
вул. М. Судця	6:23	7:33	8:43	9:53	11:03	Обід	12:43	13:53		
БК ЗАлК	6:58	8:08	9:18	10:28	11:38		13:18	14:28		
Вихід 3. Зміна 2. Час на маршруті 7:00 год.										
вул. М. Судця	15:03	16:13	17:23	18:33	Обід	20:13	21:23			
БК ЗАлК	15:38	16:48	17:58	19:08		20:48	21:58			
Вихід 4. Зміна 1. Час на маршруті 8:08 год.										
вул. М. Судця	6:57	8:07	9:17	10:27	Обід	12:12	13:21	14:31		
БК ЗАлК	7:32	8:42	9:52	11:02		12:47	13:56	15:05		
Вихід 4. Зміна 2. Час на маршруті 7:05 год.										
вул. М. Судця	15:40	16:49	17:58	19:08	Обід	20:47	21:57			
БК ЗАлК	16:15	17:24	18:33	19:42		21:22	22:35			
Вихід 5. Зміна 1. Час на маршруті 8:10 год.										
вул. М. Судця	7:49	8:59	10:09	11:19	Обід		12:55	Відстій	15:15	16:25
БК ЗАлК	8:24	9:34	10:44			12:20	Відстій	14:40	15:50	17:00
Вихід 6. Зміна 1. Час на маршруті 9:15 год.										
вул. М. Судця	7:22	8:32	9:42	10:52	Відстій	15:50	16:58	18:08	19:16	
БК ЗАлК	7:57	9:07	10:17	11:27		16:25	17:33	18:42	19:50	
Вихід 7. Зміна 1. Час на маршруті 6:55 год.										
вул. М. Судця	6:35	7:40	8:50	10:00	Відстій	18:50	20:00			
БК ЗАлК	7:08	8:15	9:25	10:35		19:25	20:35			

За розробленим розкладом руху автобусів на маршруті № 58 визначаємо, що загальна кількість виконаних оборотних рейсів усіма автобусами за добу дорівнює 75 оборотних рейсів. Загальний відпрацьований на маршруті усіма автобусами час за добу дорівнює 87,7 машино-годин, що відповідає потребам у перевезеннях пасажирів на маршруті.

2.4 Розрахунок матриці міжзупиночних пасажирських кореспонденцій та середньої відстані поїздки пасажирів

Середня відстань поїздки пасажирів служить величиною, виходячи з якої визначається тариф проїзд пасажирів на автобусному маршруті. Визначити середню відстань поїздки пасажирів можна виходячи з обстеження пасажиропотоку на маршруті талонним методом, у такому разі результат можна отримати точний. Втім, оцінити середню відстань поїздки пасажирів можна і на підставі результатів обстеження пасажиропотоків, виконаного табличним методом. У таблицях 2.6–2.7 наведено результати обстеження пасажиропотоку на маршруті № 58 у ранкову годину пік буднього дня за результатами одного виконаного оборотного рейсу.

Існує кілька методів обчислення елементів матриці міжзупинкових кореспонденцій в умовах неповної інформації. Найчастіше володіють інформацією про кількість пасажирів, які увійшли та вийшли з салону автобуса на кожній зупинці маршруту протягом рейсу. У деяких аналітичних методах використовують додаткову інформацію, інші ж засновані на певних припущеннях щодо поведінки пасажирів. Додаткова інформація дозволяє суттєво підвищити точність розрахунків, при цьому зростає кількість необхідних при цьому обчислень. Тож, єдиним критерієм для вибору того чи іншого методу розрахунку є трудомісткість обчислень, яка, втім, на даний час нівелюється наявністю потужностей сучасної обчислювальної техніки.

Таблиця 2.6 – Результати обстеження пасажиропотоку на маршруті № 58
табличним методом (прямий напрямок)

Зупинка	Довжина перегону, км.	Кількість пасажирів		Наповнення салону, пас.
		увійшло	вийшло	
БК «ЗАЛК»		7	-	7
пр. Металургів	0,61	18	-	25
вул. С. Тюленіна	0,77	1	-	26
Хортицька академія	2,33	-	1	25
ЦІМЕТ	1,2	-	1	24
пр. Преображенського	2,41	-	2	22
Універсам	1,24	2	7	17
вул. Лахтінська	1,0	1	5	13
вул. Сорочинська	0,70	-	4	9
15 Хортицький мкрн	1,03	-	1	8
Школа № 32	0,43	-	2	6
Школа № 102	0,73	-	2	4
вул. Маршала Судця	0,34	-	4	0

Таблиця 2.7 – Результати обстеження пасажиропотоку на маршруті № 58
табличним методом (зворотний напрямок)

Зупинка	Довжина перегону, км.	Кількість пасажирів		Наповнення салону, пас.
		увійшло	вийшло	
вул. Маршала Судця		7	-	7
Школа № 102	0,34	7	-	14
Школа № 32	0,73	5	-	19
15 Хортицький мкрн	0,43	3	-	22
вул. Сорочинська	1,03	3	-	25
вул. Лахтінська	1,0	1	-	26
Універсам	0,7	2	2	26

Кінець таблиці 2.7.

Зупинка	Довжина перегону, км.	Кількість пасажирів		Наповнення салону, пас.
		увійшло	вийшло	
пр. Преображенського	1,0	-	-	26
ЦІМЕТ	2,9	-	-	26
Хортицька академія	1,2	-	-	26
вул. С. Тюленіна	2,77	-	2	24
пр. Металургів	0,77	-	18	6
БК «ЗалК»	0,61	-	6	0

Спочатку дамо математичну постановку задачі розрахунку елементів матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій та метод її розрахунку аналітичним способом.

Нехай нам відома інформація про кількість пасажирів, що увійшли ($a_1, a_2, \dots, a_n$) та вийшли ($b_1, b_2, \dots, b_n$) на кожній із зупинок автобусного маршруту протягом рейсу. Введемо змінну x_{ij} — кількість пасажирів, які проїхали між зупинками i та j з усіх пасажирів, які увійшли до автобуса на зупинці i .

Нехай далі Q_r — наповнення салону автобуса пасажирями на r -му перегоні маршруту (завантаження перегону), яке можна розрахувати за такою формулою

$$Q_r = (Q_{r-1} - b_{r-1}) + a_{r-1} = \sum_{i=0}^{r-1} (a_{ij} - b_i), \quad (2.5)$$

У формулі (2.5) позначено $r = \overline{1, n}$; a_{ij} — кількість пасажирів, які увійшли до автобуса на зупинці i та доїхали до зупинки j , тобто

$$a_{ij} = a_i - \sum_{r=i+1}^{j-1} x_{ir}, \quad (2.6)$$

Враховучи введені вище позначення, елементи матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій можна розрахувати за формулою

$$x_{ij} = \begin{cases} R_i \prod_{r=i+1}^{j-1} R_{r,r+1} b_j, & \text{если } j > i + 1; \\ R_i b_j, & \text{если } j = i + 1; \\ 0, & \text{если } j = 0. \end{cases} \quad (2.7)$$

у якій позначено як $R_i = \frac{a_i}{Q_{i+1}}$; $R_{i,i+1} = \frac{Q_i - b_i}{Q_{i+1}}$.

Таким чином, в якості вихідних даних для розрахунку матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій є пасажирообіг зупинок маршруту за рейс, отриманий табличним методом та наведений у таблицях 2.6 – 2.7.

Розрахунок матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій зробимо на ЕОМ за програмою KORR, розробленою на кафедрі транспортних технологій Національного університету «Запорізька політехніка». Результати розрахунку елементів матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій для прямого та зворотного напрямку маршруту наведено у таблицях 2.8 та 2.9.

Середню відстань поїздки пасажирів на маршруті визначаємо за формулою

$$l_{cp} = \frac{P_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n a_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} Q_i \cdot l_{i,i+1}}{\sum_{i=1}^n a_i}, \quad (2.8)$$

де P_{Σ} — сумарний пасажирооборот на маршруті за рейс, пас-км;

$l_{i,i+1}$ — довжина відповідного перегону маршруту від i -ї зупинки до $(i + 1)$ -ї зупинки.

Таблиця 2.8 — Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій для маршруту № 58 (прямий напрямок)

	БК ЗАЛК	пр. Металургів	вул. Тюленіна	Хортицька академія	ЦІМЕТ	пр. Преображенського	Універсам	вул. Лахтінська	вул. Сорочинська	15 Хортицький мкрн.	Школа №32	Школа №102	вул. Маршала Судця	Разом
БК ЗАЛК	0	0	0	0,3	0,3	0,5	1,9	1,2	0,9	0,2	0,4	0,4	0,9	7
пр. Металургів		0	0	0,7	0,7	1,4	4,8	3,1	2,3	0,6	1,1	1,1	2,3	18
вул. Тюленіна			0	0	0	0,1	0,3	0,2	0,1	0	0,1	0,1	0,1	1
Хортицька академія				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ЦІМЕТ					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
пр. Преображенського						0	0	0	0	0	0	0	0	0
Універсам							0	0,6	0,4	0,1	0,2	0,2	0,4	2
вул. Лахтінська								0	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	1
вул. Сорочинська									0	0	0	0	0	0
15 Хортицький мкрн										0	0	0	0	0
Школа №32											0	0	0	0
Школа №102												0	0	0
вул. Маршала Судця													0	0
Разом	0	0	0	1	1	2	7	5	4	1	2	2	4	

Таблиця 2.9 — Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій (зворотний напрямок)

	вул. Маршала Судця	Школа №102	Школа №32	15 Хортицький мкрн.	вул. Сорочинська	вул. Лахтінська	Універсам	пр. Преображенського	ЦІМЕТ	Хортицька академія	вул. Тюленіна	пр. Металургів	БК ЗАЛК	Разом
вул. Маршала Судця	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,5	4,5	1,5	7
Школа №102		0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,5	4,5	1,5	7
Школа №32			0	0	0	0	0,4	0	0	0	0,4	3,2	1,1	5
15 Хортицький мкрн.				0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	1,9	0,6	3
вул. Сорочинська					0	0	0,2	0	0	0	0,2	1,9	0,6	3
вул. Лахтінська						0	0,1	0	0	0	0,1	0,6	0,2	1
Універсам							0	0	0	0	0,2	1,4	0,5	2
пр. Преображенського								0	0	0	0	0	0	0
ЦІМЕТ									0	0	0	0	0	0
Хортицька академія										0	0	0	0	0
вул. Тюленіна											0	0	0	0
пр. Металургів												0	0	0
БК ЗАЛК													0	0
Разом	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	2	18	6	

Середня відстань поїздки пасажира на маршруті № 58 у прямому напрямку дорівнює:

$$P_{\Sigma}^{\text{пр}} = 7 \cdot 0,61 + 25 \cdot 0,77 + 26 \cdot 2,33 + 25 \cdot 1,2 + 24 \cdot 2,41 + \\ + 22 \cdot 1,24 + 17 \cdot 1,0 + 13 \cdot 0,7 + 9 \cdot 1,03 + 8 \cdot 1,43 + \\ + 6 \cdot 0,73 + 4 \cdot 0,34 = 243,77 \text{ пасс-км.}$$

$$l_{\text{ср}}^{\text{пр}} = \frac{243,77}{29} = 8,41 \text{ км.}$$

Середня відстань поїздки пасажира на маршруті № 58 у зворотному напрямку дорівнює

$$P_{\Sigma}^{\text{об}} = 7 \cdot 0,34 + 14 \cdot 0,73 + 19 \cdot 0,43 + 22 \cdot 1,03 + 25 \cdot 1,0 + \\ + 26 \cdot 0,7 + 26 \cdot 1,0 + 26 \cdot 2,9 + 26 \cdot 1,2 + 26 \cdot 2,77 + \\ + 24 \cdot 0,77 + 6 \cdot 0,61 = 293,39 \text{ пасс-км.}$$

$$l_{\text{ср}}^{\text{об}} = \frac{293,39}{28} = 10,4 \text{ км.}$$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних вкладень

За пропонованим варіантом необхідно додатково придбати 7 одиниць автобусів БАЗ А079.52 «Пролісок». Вартість одного автобуса БАЗ А079.52 «Пролісок» складає $C_a = 1\,790\,000$ грн. Отже, додаткові капітальні вкладення становитимуть

$$K_{\text{доп}} = 7 \cdot 1\,790\,000 = 12\,530\,000 \text{ грн.}$$

3.2 Розрахунок собівартості перевезень

Розрахунок собівартості перевезень виконуємо на один кілометр пробігу автобуса згідно до Методики розрахунку тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту, затверджених наказом Міністерства транспорту та зв'язку України №1175 від 17.11.2009 р.

Собівартість одного кілометра пробігу автобуса розраховуємо за наступною формулою

$$C_{\text{км}} = Z_v + Z_p + C_t + C_{\text{тор}} + C_{\text{ш}} + A + C_a + C_{\text{пр}}, \quad (3.1)$$

де Z_v — заробітна плата водіїв автобусів (основна, додаткова з урахуванням єдиного соціального внеску та заробітної плати інженерно-технічних працівників), грн.;

Z_p — заробітна плата робітників, що виконують технічне обслуговування та ремонт автобусів (основна, додаткова, з урахуванням єдиного соціального внеску), грн.;

C_t — витрати на пальне, витрачене автобусами, грн;

$C_{\text{см}}$ — витрати на мастила та оливи для автобусів, грн;

$C_{\text{тор}}$ — витрати на запасні частини і матеріали для ремонту автобусів, грн;

$C_{\text{ш}}$ — витрати на придбання шин для автобусів, грн;

A — амортизаційні відрахування на оновлення рухомого складу, грн;

$C_{\text{а}}$ — витрати на стартерні акумуляторні батареї автобусів, грн;

$C_{\text{пр}}$ — інші (накладні, адміністративні, загальновиробничі) витрати, грн.

Розрахунок заробітної плати водіїв автобусів зведемо у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 — Розрахунок заробітної плати водіїв автобусів

Стаття витрат	Марка автобуса	
	Mercedes Sprinter	БАЗ А079.52
1. Годинна тарифна ставка водія автобуса, коп/год.	6424	6975
2. Додаткова заробітна плата водія автобуса, коп/год., у тому числі	2216	2406
– доплата за класність (25 %)	1606	1743
– сплата відпусток (9,5 %)	610	663
3. Разом заробітна плата водія автобуса, основна та додаткова, грн/год.	86,40	93,81
4. Експлуатаційна швидкість руху, км/год	22,1	22,1
5. Заробітна плата водія, коп/км	391	424
6. Заробітна плата інженерно-технічних працівни- ків, адміністративного персоналу та службовців (10 % від фонду заробітної плати водіїв), коп/км.	39,1	42,4
7. Загальний фонд заробітної плати во- дія та службовців, коп/км	430,1	466,4
8. Відрахування до фондів соціального страхування (єдиний соціальний внесок, 22%) коп/км.	94,6	102,6
Разом заробітна плата водія автобуса, коп/км.	524,7	569,0

Розрахунок заробітної плати робітників, які виконують технічне обслуговування автобусів зводимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Розрахунок заробітної плати ремонтних робітників

Стаття витрат	Марка автобуса	
	Mercedes Sprinter	БАЗ А079.52
1. Пробіг автобуса за рік, км	69 250	102 734
2. Встановлена періодичність видів технічного обслуговування автобусів, км:		
ТО-1	5000	5000
ТО-2	20 000	20 000
3. Встановлені нормативи трудомісткості технічного обслуговування та поточного ремонту:		
ЩО, чол-год на одне обслуговування	0,8	0,8
ТО-1, чол-год на одне обслуговування	5,8	5,8
ТО-2, чол-год на одне обслуговування	24,0	24,0
ПР, чол-год на 1000 км пробігу	6,2	6,2
4. Кількість технічних обслуговувань на річний пробіг автобуса, од.:		
ЩО	320	320
ТО-1	14	21
ТО-2	3	5
5. Трудомісткість робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту, чол-год:		
ЩО	256	256
ТО-1	81,2	122
ТО-2	72	120
ПР	429	637
Разом	838,2	1135

Кінець таблиці 3.2.

Стаття витрат	Марка автобуса	
	Mercedes Sprinter	БАЗ А079.52
6. Трудомісткість робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту автобусів на 1000 км пробігу, чол-год.	12,10	11,05
7. Годинна тарифна ставка ремонтних робітників підприємства (ІІІ розряд), коп/год	7625	
8. Встановлені розміри доплат та надбавок до годинної тарифної ставки: доплата за високу професійну майстерність – 12%, надбавка за високі досягнення у праці – 10%	22 %	
9. Годинна тарифна ставка ремонтних робітників з урахуванням доплат та надбавок, коп/год.	9302,5	
10. Оплата відпусток працівників (9,5%), коп/год	724,4	
11. Всього годинна тарифна ставка з урахуванням доплат, надбавок та сплат відпусток працівників, коп/год	10 027	
12. Відрахування на соціальні заходи (єдиний соціальний внесок, 22%) коп/км.	2206	
13. Разом фонд заробітної плати ремонтних робітників з урахуванням єдиного соціального внеску, коп/год.	12 233	12 233
14. Заробітна плата ремонтних робітників на один кілометр пробігу автобуса, коп/км	148	135

Витрати на пальне автобусами на маршруті № 58 визначимо за формулою

$$C_T = 0,01(1 + k_{\Sigma}) \cdot H_s \cdot \Pi_T, \quad (3.2)$$

де H_s — базова лінійна норма витрат палива на пробіг автобуса, л/100 км;
 k_{Σ} — коефіцієнт, що враховує додаткові витрати палива у відсотках до базової лінійної норми витрати палива, %;

Π_T — вартість 1 л дизельного палива, грн./л.;

Розрахунок витрат на паливо автобусами на маршруті № 58 зводимо у таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 — Розрахунок витрат на паливо автобусам

Стаття витрат	Марка автобуса	
	Mercedes Sprinter	БАЗ А079.52
1. Лінійна норма витрати палива на пробіг автобуса, л/100 км.	11,8 дп	17,0 дп
2. Додаткові витрати палива, що враховують умови експлуатації автобусів	10	10
– за роботу у місті Запоріжжя	10	10
– за роботу, пов'язану з частими технологічними зупинками для здійснення пасажирообміну		
3. Вартість 1 л дизельного палива, грн/л	57,5	57,5
4. Витрати палива на 1 км пробігу автобуса, л	0,142	0,204
5. Витрати на паливо на 1 км пробігу автобуса, коп/км	816,5	1173

Витрати на мастильні та обтиральні матеріали приймаємо у розмірі 20 % від витрат на паливо. Для автобусів Mercedes Sprinter маємо $C_{cm} = 163,3$ коп/км, для автобусів БАЗ А079.52 маємо $C_{cm} = 234,6$ коп/км.

Витрати на запасні частини і матеріали для ремонту автобусів визначаємо відповідно до встановлених нормативів витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт за базовими марками автомобілів, затвердженими Наказом міністерства транспорту від 14.11.1995 р. Результати розрахунку витрат на запасні частини та матеріали для ремонту автобусів зводимо до таблиці 3.4.

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

Стаття витрат	Марка автобуса	
	Mercedes Sprinter	БАЗ А079.52
1. Витрати на запасні частини, грн/1000 км.	700,5	1110
2. Витрати на матеріали для ремонту, грн/1000 км.	1230,05	1450,5
3. Витрати на запасні частини та матеріали для ремонту, грн/1000 км	1930,55	2560,5
4. Витрати на запасні частини та матеріали для ремонту, коп/км.	193,6	256,1

Витрати на шини для автобусів розраховуємо за наступною формулою

$$C_{\text{ш}} = \frac{Ц_{\text{ш}}}{L_{\text{ш}}}, \quad (3.3)$$

де $Ц_{\text{ш}}$ — ціна комплекту шин з урахуванням запасного колеса автобуса, грн.;
 $L_{\text{ш}}$ — нормативний термін служби автобусних шин, км.

Розрахунок витрат на шини для автобусів зводимо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 — Витрати на шини для автобусів

Стаття витрат	Марка автобуса	
	Mercedes Sprinter	БАЗ А079.52
1. Кількість шин на автобусі (комплект), од.	4+1	6+1
2. Марка та розмір використовуваних шин	225/70/15С	215/75R17,5
3. Норма пробігу шин до заміни, тис. км.	75	80
4. Вартість однієї шини, грн.	3 564	5 720
5. Витрати на шини для автобусів на 1 км пробігу, коп/км.	23,8	50,1

Амортизаційні відрахування на автобуси визначаємо виходячи з встановленої річної норми амортизаційних відрахувань 20 % (група основних фондів – транспортні засоби). Розрахунок розміру амортизаційних відрахувань на автобуси зводимо до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 — Амортизаційні відрахування на рухомий склад

Стаття витрат	Марка автобуса	
	Mercedes Sprinter	БАЗ А079.52
1. Середня балансова вартість автобуса, грн.	167 520	1 790 000
2. Річна норма амортизаційних відрахувань, %	20	20
3. Пробіг автобуса за рік, км.	69 250	102 734
4. Річні амортизаційні відрахування, грн.	33 504	358 000
5. Амортизаційні відрахування на 1 км пробігу автобуса, коп/км	48,38	348,0

Витрати на стартерні акумуляторні батареї для автобусів розраховуємо за такою формулою

$$C_a = \frac{100 \cdot C_{аб} \cdot n_{аб}}{H_{аб} \cdot I}, \quad (3.4)$$

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

$n_{аб}$ — кількість акумуляторних батарей, одночасно встановлених на автобусі, од.;

$H_{аб}$ — експлуатаційна норма середнього ресурсу стартерної акумуляторної батареї, встановлена «Експлуатаційними нормами середнього ресурсу акумуляторних свинцевих стартерних батарей колісних транспортних засобів та спеціальних машин, виконаних на колісних шасі», затвердженими наказом Міністерства транспорту та зв'язку України № 489 від 20.05.2010 р.

I — інтенсивність експлуатації автобуса (місячний пробіг), км/місяць.

Розрахунок витрат на акумуляторні батареї зводимо до таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 — Розрахунок витрат на стартерні акумуляторні батареї для автобусів

Стаття витрат	Марка автобуса	
	Mercedes Sprinter	БАЗ А079.52
1. Марка акумуляторної батареї автобуса	55DL23L	6СТ-90
2. Кількість акумуляторних батарей, встановлених на автобусі	1	2
3. Фактичний пробіг автобуса на місяць, км	5 771	8 561
4. Норма середнього ресурсу акумуляторної батареї, міс.	18	18
5. Ціна нового акумулятора, грн.	3592	7980
6. Витрати на стартерні акумуляторні батареї автобусів на 1 км пробіг, коп/км	3,45	10,35

Інші (загальновиробничі, адміністративні, накладні) витрати приймаємо у розмірі 30 % від розміру основної та додаткової заробітної плати водіїв автобусів. Для нині працюючих на маршруті автобусів Mercedes Sprinter $C_{\text{пр}} = 0,3 \cdot 391 = 117,3$ коп/км, для автобусів, що пропонуються використовувати на маршруті БАЗ А079.52 $C_{\text{пр}} = 0,3 \cdot 424 = 127,2$ коп/км.

Результати розрахунку собівартості перевезень на маршруті №58 «вул. Маршала Судця — БК ЗалК» наведено у таблиці 3.8.

3.3 Розрахунок тарифу на перевезення пасажирів

Вартість проїзду пасажирів на маршруті № 58 «вул. Маршала Судця — БК ЗалК» визначаємо за наступною формулою

Таблиця 3.8 — Собівартість 1 км пробігу автобусів на міському маршруті № 52 за використовуваними марками автобусів

Стаття витрат	Марка автобуса	
	Mercedes Sprinter	БАЗ А079.52
1. Заробітна плата водіїв та інженерно-технічних працівників з відрахуваннями на соціальне страхування, коп/км.	524,7	569,0
2. Заробітна плата ремонтних робітників, що виконують технічне обслуговування і поточний ремонт автобусів, коп/км	148	135
3. Витрати на паливо для автобусів, коп/км.	816,5	1173
4. Витрати на мастильні та обтиральні матеріали, коп/км.	163,3	234,6
5. Витрати на шини для автобусів, коп/км.	23,8	50,1
6. Витрати на запасні частини та матеріали для автобусів, коп/км.	193,6	256,1
7. Амортизаційні відрахування на рухомий склад, коп/км.	48,38	348,0
8. Витрати на стартерні акумуляторні батареї, коп/км	3,45	10,35
9. Інші (загальновиробничі, адміністративні, накладні) витрати, коп/км.	117,3	127,2
Разом собівартість 1 км пробігу автобуса, коп./км	2 039	2 903

$$T = \frac{k_p \cdot c_{km} \cdot \bar{l}}{q_p \cdot \gamma_d}, \quad (3.5)$$

де k_p — коефіцієнт, що враховує рентабельність пасажирських перевезень.

Приймаємо $k_p = 1,15$;

$\bar{l}$ — середня дальність поїздки пасажирів, км.;

q_p — розрахункова пасажиромісткість автобуса, пас.;

γ_d — динамічний коефіцієнт використання пасажиромісткості.

Вартість проїзду пасажирів на маршруті № 58 при використанні різних марок автобусів дорівнює:

– для існуючих мікроавтобусів Mercedes Sprinter

$$T_{\text{Merc}} = \frac{1,15 \cdot 2039,38 \cdot 9,4}{18 \cdot 0,95} = 1289,0 \text{ коп.};$$

– для пропонуванних автобусів середньої місткості БАЗ А079.52

$$T_{\text{БАЗ}} = \frac{1,15 \cdot 2903,0 \cdot 9,4}{40 \cdot 0,65} = 1207,0 \text{ коп.}$$

Наразі встановлений Запорізькою міською радою тариф на проїзд пасажирів на маршруті № 58 існуючими автобусами Mercedes Sprinter $T = 13,0$ грн. У відповідності до розрахунків, встановлюємо тариф на проїзд пасажирів автобусами БАЗ А079.52 $T = 13,0$ грн.

3.4 Розрахунок доходу та прибутку від виконання перевезень

Дохід підприємства від виконання перевезень на міському автобусному маршруті визначаємо за формулою

$$D = (A_{\text{пр.г.}} + A_{\text{обр.г.}})T, \quad (3.6)$$

де $A_{\text{пр.г.}}$, $A_{\text{обр.г.}}$ — річний обсяг перевезень пасажирів на маршруті за напрямками руху, пас.

Обчислюємо річний обсяг перевезень пасажирів на маршруті за даними обстеження пасажиропотоків

$$A_{\text{пр.г.}} = 365 \cdot 2904 = 1\,059\,960 \text{ пас.}; \quad A_{\text{обр.г.}} = 365 \cdot 2654 = 968\,710 \text{ пас.}$$

За існуючим та пропонованим варіантами за однакової вартості проїзду на маршруті при перевезенні пасажирів автобусами Mercedes Sprinter та БАЗ А079.52 $T = 13,0$ грн.

$$D_6 = D_{\text{пр}} = (1\,059\,960 + 968\,710) \cdot 13,0 = 26\,372\,710 \text{ грн.}$$

Прибуток підприємства від надання послуг з перевезень пасажирів на маршруті № 58 визначаємо як різницю між річним доходом та річними експлуатаційними витратами підприємства

$$П = Д - С. \quad (3.7)$$

За існуючим варіантом організації перевезень загальний річний пробіг автобусів Mercedes Sprinter складає $L_{\text{р. заг.}} = 1\,177\,250$ км. Тоді річні витрати на перевезення пасажирів складають

$$C_6 = 1\,177\,250 \cdot 20,39 = 24\,004\,128 \text{ грн.}$$

За пропонованим варіантом організації перевезень пасажирів річний пробіг автобусів БАЗ А079.52 складає $L_{\text{г.общ.}} = 719\,141$ км. Тоді витрати на перевезення пасажирів за пропонованим варіантом організації складатимуть

$$C_{\text{пр}} = 719\,141 \cdot 29,03 = 20\,876\,663 \text{ грн.}$$

Розраховуємо прибуток підприємства від виконання перевезень:

– за існуючим варіантом

$$\Pi_6 = 26\,372\,710 - 24\,004\,128 = 2\,368\,582 \text{ грн};$$

– за пропонованим варіантом

$$\Pi_{\text{пр}} = 26\,372\,710 - 20\,876\,663 = 5\,496\,047 \text{ грн.}$$

Рентабельність пасажирських перевезень на маршруті № 58 розрахуємо за формулою

$$P = \frac{\Pi}{C} \cdot 100\%. \quad (3.8)$$

Рентабельність перевезень за існуючим варіантом організації перевезень пасажирів

$$P_{\text{існ}} = \frac{2\,368\,582}{24\,004\,128} \cdot 100\% = 9,9 \, \%.$$

Рентабельність перевезень за пропонованим варіантом організації перевезень пасажирів

$$P_{\text{пр}} = \frac{5\,496\,047}{20\,876\,663} \cdot 100\% = 26,3 \, \%.$$

3.5 Розрахунок чистої поточної вартості пропонованого варіанта

Чисту поточну вартість пропонованого варіанту організації перевезень пасажирів на маршруті розраховуємо за формулою

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.9)$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Оскільки тема дипломного проекту «Удосконалення організації пасажирських перевезень на міському автобусному маршруті загального користування №58 м. Запоріжжя», який обслуговується автотранспортним підприємством ТОВ «Запоріжградтранс», необхідно розглянути аналіз потенційних небезпек, заходи щодо забезпечення безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці та пожежної безпеки під час експлуатації автобусів.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), спричинені технічними несправами транспортних засобів, недотриманням Правил дорожнього руху, недостатньою поінформованістю водія про безпечні режими руху можуть призвести до травм, а також до загибелі водіїв, пасажирів та інших громадян, а також до псування транспортних засобів .

2. Незадовільний фізичний стан водія призводить до швидкої втоми, зниження уважності, внаслідок чого можливе створення аварійних ситуацій на дорозі та виникнення ДТП.

3. Неправові дії пасажирів та інших громадян під час виконання рейсів можуть призвести до непередбачуваних наслідків, а також виникнення ДТП з наслідками.

4. Нервово-емоційна напруга водія при керуванні автобусом, що виникає внаслідок постійної концентрації уваги при роботі на міському маршруті, а саме: різке гальмування, обгін та ускладнений проїзд регульованих та нерегульованих перехресть, входження у транспортний потік та вихід з нього, отже,

багатоваріантна інформація, що надходить водієві, має бути найбільш зрозумілою.

5. Основними джерелами шуму є двигун з вентиляційною системою охолодження та випускними трубопроводами, ходова частина та кузов. Це може впливати на водія, якщо рівень шуму та вібрації перевищує допустимі значення. Під впливом шуму та вібрації знижується гострота зору, порушуються рівноваги нервових процесів таких, як збудження та гальмування. У зв'язку з цим виникає дратівливість, головний біль, знижується увага і, як наслідок, виникає ДТП.

6. Внаслідок негерметичності відсіку двигуна у повітрі салону автобуса з'являються шкідливі речовини, а саме вихлопні гази, які можуть потрапити в організм людини та призвести до негативних наслідків.

7. Недотримання параметрів мікроклімату в теплу та холодну пору року в кабіні автобуса можуть призвести до захворювань (застуда, радикуліт), швидкої втоми і, як наслідок, — до аварій.

8. Скупчення на двигуні бруду та масел можуть призвести до короткого замикання електропроводки, застосування відкритого вогню для підігріву двигуна в холодну пору року — до займання автобуса, що перевозить пасажирів.

9. Надзвичайні ситуації, що можуть виникнути внаслідок ДТП. Під час перевезення пасажирів автобус зіткнувся з автомобілем, який перевозив паливо. Причина зіткнення - недотримання Правил дорожнього руху водієм, що перевозить паливо, та недостатня реакція водія автобуса. Наслідками цього може бути травмування людей або їхня загибель.

4.2 Заходи щодо забезпечення безпеки

1. Під час роботи на лінії водій повинен дотримуватись вимог НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті». Для запобігання ДТП організовано вивчення Правил дорожнього руху. Відповідно до

НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті» підприємство постійно забезпечує технічну готовність автобусів шляхом своєчасного та якісного ремонту, перевірку технічного стану при виїзді на лінію, за що відповідає механік підприємства.

2. Робота водіїв пов'язана зі значними фізичними та розумовими напруженнями. Для контролю стану здоров'я водія проводяться періодичні та щоденні медичні огляди водіїв. Щоденні медичні огляди водіїв проводять у медичному пункті підприємства.

Для запобігання стомлюваності водія необхідно дотримуватися «Положення про робочий час та час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів», затверджених наказом Міністерства інфраструктури України від 14.09.2010 р. № 811. Перерва для відпочинку та прийому їжі водіям надається тривалістю не менше 45 хвилин та не більше 2 годин не пізніше ніж через 4 години після початку роботи. Ці перерви не включаються у робочий час водія згідно з КЗпП України.

3. При неправових діях пасажирів водій повинен негайно вжити заходів щодо висадження таких пасажирів із салону, або доставити їх до найближчого відділення поліції. При виявленні таких осіб на лінії слід негайно повідомити про це диспетчера підприємства.

4. Для зняття нервово-емоційної напруги при керуванні транспортним засобом у кабіні водія та салоні встановлюється звуковідтворювальний пристрій (радіо, магнітола). Музика підвищує настрій та позитивно впливає на емоційний стан водія. Прослуховувати цей пристрій під час руху забороняється.

4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Відповідно до ДСН 3.3.6.037–99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», рівень внутрішнього шуму в автобусі не перевищує 60 дБА. Це забезпечується використанням звукоізоляції моторного відсіку

двигуна та днища автобуса звукоізолюючими матеріалами, використанням глушників двигуна. Двері салону автобуса повинні бути справними та обладнаними фіксаторами відкритого та закритого положення.

Для забезпечення безпеки водіїв та пасажирів автобуса необхідно зробити перевірку системи вентиляції та вихлопної системи. Система вентиляції має бути герметичнішою, щоб не відбувалося втягування відпрацьованих газів у салон автобуса. Вихлопну трубу слід вивести якнайдалі від салону автобуса. Для запобігання отруєння парами оксиду вуглецю проводять прогрів двигуна на збідненій суміші, оснащують бензинові двигуни каталітичними перетворювачами і нейтралізаторами, а дизельних комбінованими, для забезпечення надійного контролю за технічним станом двигуна з урахуванням мінімізації вмісту токсичних компонентів у відпрацьованих газах. «Перелік робіт із підвищеною небезпекою».

Для забезпечення оптимального рівня параметрів мікроклімату в салоні згідно з ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» передбачено влаштування вентиляції в кабіні автобуса для забезпечення необхідної температури повітря у теплий та холодний період року відповідно до ДСН 3.3. 6.042-99 «Державні норми мікроклімату виробничих приміщень» та ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання».

4.4 Заходи щодо пожежної безпеки

Технічний стан дорожніх транспортних засобів має відповідати вимогам стандартів НПАОП 0.00-1.62-12 "Правила охорони праці на автомобільному транспорті", Правил технічної експлуатації, нормативних актів з охорони навколишнього середовища, інструкцій підприємства, реєстраційних документів.

Прогрівати двигун та інші агрегати відкритим вогнем, а також користуватися ним у безпосередній близькості до пристроїв системи живлення двигуна забороняється. Взимку для підігріву двигуна використовують промисловий фен. Для запобігання пожежі від скупчення бруду та масел на двигуні під час підготовки автобуса до роботи на лінії перевіряється технічний стан автобуса, у тому числі справність та чистота двигуна. Забороняється залишати на двигуні забруднені олією чи паливом обтиральні матеріали.

Відповідно до Правил дорожнього руху, НАПБ Б.01.008–2018 «Правила експлуатації вогнегасників» та ДСТУ 4297:2004 Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги, виїзд автобусів на лінію здійснюється лише за наявності не менше одного вогнегасника ВП-5 автобуса до 18 осіб) або двох вогнегасників ВП-5 (при пасажиромісткості автобуса понад 18 пасажирів), медичної аптечки, знаку аварійної зупинки миготливого червоного ліхтаря.

4.5 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях

Закон України «Про дорожній рух» визначає правові та соціальні засади дорожнього руху з метою захисту життя та здоров'я людей, створення безпечних та комфортних умов для учасників руху та охорони навколишнього середовища.

У разі аварії або надзвичайної ситуації, які можуть мати місце або виникнути під час перевезення, водій автобуса повинен вжити таких можливих заходів з точки зору практичної можливості та безпеки: увімкнути гальмівну систему, вимкнути двигун та відключити акумуляторну батарею за допомогою головного вимикача (за наявності) ; оповістити відповідні аварійно-рятувальні служби, повідомивши їм якнайбільше інформації про інцидент чи аварію; одя-

гнути аварійний жилет та розставити відповідні аварійні знаки з власною опорою; вжити можливих заходів для надання першої медичної допомоги постраждалим, викликати швидку медичну допомогу, і, якщо це можливо, звернутися за допомогою до присутніх та відправити потерпілих до медичного закладу.

ВИСНОВКИ

У ході виконання магістерської роботи було вивчено та проаналізовано існуючу технологію та організацію перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті №58, що обслуговуються автотранспортним підприємством ТОВ «Запоріжградтранс» у режимі маршрутного таксі.

В результаті аналізу транспортного обслуговування пасажирів на маршруті було виявлено недоліки, пов'язані з використанням на маршруті рухомого складу малої пасажиромісткості.

З метою усунення недоліків проведено обстеження пасажиропотоків на маршруті, розраховано матриці міжзупинних пасажирських кореспонденцій, обґрунтовано новий рухомий склад та визначено його потрібну кількість на маршруті, розроблено маршрутні розклади руху рухомого складу напівавтоматизованим методом на хвилинній сітці рейсів, розраховано техніко-економічні проекти обслуговування пасажирів на маршруті, розроблено заходи щодо охорони праці.

Запропоновані проектні рішення передбачають запровадження на маршруті №58 нового рухомого складу БАЗ А079.52 «Пролісок» у кількості 7 одиниць із збереженням вартості проїзду на маршруті 13,0 грн.

Додаткові капітальні вкладення за пропонованим варіантом становлять 12,53 млн. грн. У цьому рентабельність перевезень підприємства збільшується з 9,9 % до 26,3 %.

Чиста поточна вартість пропонованого варіанта складає 5,28 млн. грн. при ставці дисконту 0,15 та термін життя проекту 4 роки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Марченко В.М. Логістика: Підручник/ В.М. Марченко, В.В. Шутюк. – К.: Видавничий дім «Артек», 2018. — 312 с.
2. Алькема В.Г. Логістика. Теорія та практика. Навчальний посібник. / В.Г.Алькема, О.М.Сумець. – К.: «Видавничий дім «Професіонал», 2008. – 272 с.
3. Лігум Ю. С. Автоматизовані системи управління технологічними процесами пасажирського автомобільного транспорту [Текст] / Ю. С. Лігум. - К.: Техніка, 1999. - 239 с.
4. Маруніч В.С. Концепція сітілогістики і пасажирські перевезення / М.М. Дмитрієв, Т.А. Воркут, В.С. Маруніч // Вісник Національного транспортного університету. В 2-х частинах. Ч. 2. – К.: НТУ, 2012. – Випуск 26. – С. 72-78.
5. Овечников Є. У. Міський транспорт [Текст] / Є. У. Овечников, М. З. Фішельсон. – М.: Вища школа, 1996. - 352 с.
6. Ігнатенко О. С., Маруніч В. С., Дума І.М., Журавель В.В. Математичне моделювання міських пасажирських перевезень // Проектування, виробництво, експлуатація автотранспортних засобів і поїздів. – Львів: Захід, наук, центр ТАУ, 1995. – Т. 2. – С. 38-42.
7. Ігнатенко О. С. Організація автомобільних перевезень у містах [Текст] / О. С. Ігнатенко, В. С. Маруніч. - К.: УТУ, 1998. - 196 с.
8. Варелопуло Г. А. Організація руху та перевезень на міському пасажирському транспорті [Текст] / Г. А. Варелопуло. - М.: Транспорт, 1990. - 208 с.
9. Порядок організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом (Наказ Міністерства транспорту України № 480 від 15.07.2013 р.).
10. Бабушкін Г. Ф. Удосконалення пасажирських перевезень: Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студентів денної та дистанційної форм навчання з напрямку підготовки 1004 «Транспортні технології» [Текст] / Г. Ф. Бабушкін, О. Ф. Кузькін, О. В. Тарасенко, С. В. Грицай [та ін.] – Запоріжжя: ЗНТУ, 2005. – 80 с.