

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

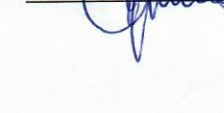
бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему «Організація перевезень пасажирів на міських автобусних маршрутах
№ 5 та № 5А міста Запоріжжя»

Виконав: студент(ка) IV курсу, групи T-319

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

Освітня програма (спеціалізація)
«Організація перевезень і логістичне
управління на автомобільному транспорті»

		<u>Данііл ПОЖИДАЄВ</u> (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Керівник		<u>Олексій КУЗЬКІН</u> (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Рецензент		<u>Олександр АРТЮХ</u> (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«10» травня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ПОЖИДАЄВУ Даниїлу Сергійовичу

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Організація перевезень пасажирів на міських автобусних маршрутах № 5 та № 5А міста Запоріжжя

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «22» травня 2023 року №207

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 14.06.2023 р.

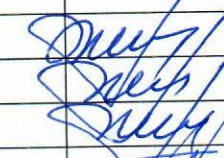
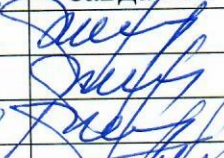
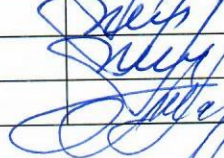
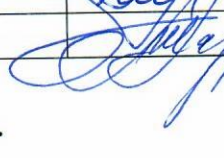
3. Вихідні дані до проекту (роботи) паспорти міських автобусних маршрутів № 5 та № 5А міста Запоріжжя, існуючий тип рухомого складу на маршрутах, вартість проїзду для пасажирів 12,0 грн, існуючі розклади руху автобусів, існуючі техніко-економічні показники роботи автобусів на маршрутах

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Вибір рухомого складу для обслуговування маршрутів. 2.2 Розрахунок кількості рухомого складу на маршруті № 5. 2.3 Розрахунок кількості рухомого складу на маршруті № 5А. 2.4. Складання зведеного розкладу руху автобусів на маршрутах. 3. Спеціальний розділ. 4. Економічна частина.

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

презентація, що ілюструє зміст дипломної роботи (10-12 слайдів)

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконання завдання
1	Кузькін О. Ф., проф.		
2	Кузькін О. Ф., проф.		
3	Кузькін О. Ф., проф.		
4	Харченко Т. В., старш. викл.		

7. Дата видачі завдання «10» травня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 30.06.	

Студент(ка)


(підпис)

Данііл ПОЖИДАЄВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олексій КУЗЬКІН
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 61 с., 25 табл., 11 рис., 1 дод., 6 джерел.

АВТОБУС, МАРШРУТ, ПАСАЖИРОМІСТКІСТЬ, РЕЖИМ РУХУ,
ГРАФОАНАЛІТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК, РОЗКЛАД РУХУ, СОБІВАРТІСТЬ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Об'єкт дослідження – міські автобусні маршрути № 5 та № 5А загального користування міста Запоріжжя.

Мета роботи – удосконалення організації перевезень пасажирів на міських автобусних маршрутах загального користування № 5 та № 5А міста Запоріжжя шляхом використання рухомого складу середньої пасажиромісткості та узгодження розкладів руху.

Методи дослідження – аналітичні, графоаналітичний розрахунок раціональних режимів роботи водіїв та водійських бригад, напіваавтоматизований метод складення розкладів руху на маршрутах, табличний метод обстеження пасажирських потоків на маршрутах.

У дипломній роботі виконаний аналіз організації перевезень на міських автобусних маршрутах № 5 та № 5А «вул. Олімпійська – Автострада» міста Запоріжжя та розроблено проєктні заходи щодо її удосконалення. Пропонується замінити рухомий склад на маршруті № 5 на більш пасажиромісткий та узгодити розклади руху на обох маршрутах, що мають спільні ділянки траси значної довжини. Для реалізації запропонованих заходів досліджено попит на перевезення пасажирів на маршруті табличним методом, розрахована необхідна кількість рухомого складу на маршрутах, розроблено зведений розклад руху та проведено економічні розрахунки, що підтвердили доцільність та економічну ефективність проєктних рішень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу	2
Вступ.....	6
1 Аналітична частина.....	7
1.1 Стисла характеристика Комунарського та Шевченківського районів міста Запоріжжя.....	7
1.2 Характеристика та техніко-експлуатаційні показники маршрутів № 5 та № 5А.....	9
1.3 Характеристика рухомого складу на маршрутах.....	14
1.4 Аналіз пасажиропотоків на маршрутах	16
1.5 Недоліки існуючого стану та постановка завдань дипломної роботи	20
2 Основна частина.....	22
2.1 Вибір рухомого складу для обслуговування маршрутів.....	22
2.2 Розрахунок кількості рухомого складу на маршруті № 5.....	24
2.3 Розрахунок кількості рухомого складу на маршруті № 5А.....	33
2.4 Складання зведеного розкладу руху автобусів на маршрутах.....	36
3 Моделювання пасажирських кореспонденцій та розрахунок середньої відстані поїздки пасажирів	42
4 Економічна частина	49
4.1 Розрахунок собівартості перевезень	49
4.2 Розрахунок тарифу на перевезення пасажирів.....	49
4.3 Розрахунок доходу та прибутку від виконання перевезень	50
Висновки	52
Перелік джерел посилання	53
Додаток А Розрахунок собівартості кілометра пробігу автобусами.....	54

ВСТУП

Автобусний транспорт є основним та домінуючим при перевезенні пасажирів у великих містах, зокрема у місті Запоріжжя. Щоденно на міські маршрути загального користування виходять близько 1000 одиниць рухомого складу різної пасажиромісткості. На маршрутній мережі функціонують два десятки автотранспортних підприємств-перевізників. Замовником перевезень на усіх маршрутах є Запорізька міська рада.

Маршрутна мережа міста Запоріжжя є достатньо розгалуженою, у ній присутні переважно діаметральні та периферійні маршрути, оскільки можливості утворення кінцевих зупинок у центрі міста є суттєво обмеженими. Розглянуті у даній дипломній роботі автобусні маршрути № 5 та № 5А історично функціонують вже понад 40 років та практично не змінювали свою форму траси за цей час. Лише відносно нещодавно кінцева зупинка автобусних маршрутів № 5 та № 5А була перенесена до зупинки «вул. Олімпійська» (до цього кінцевою зупинкою була зупинка «Клініка «Візуз», а до неї – «Річковий вокзал»).

Основною проблемою багатьох маршрутів міста є використання перевізниками на перевезеннях рухомого складу малої місткості (класи автобусів А та В). Якщо у міжпікові години доби вони забезпечують належну якість та комфорт перевезення пасажирів, то у пікові години доби вони нерідко рухаються переповненими, що призводить до перевезення пасажирів у незадовільних умовах.

У даній дипломній роботі пропонується заміна рухомого складу на міському автобусному маршруті № 5 на більш пасажиромісткий (автобуси класу І, пасажиромісткість до 45 пасажирів). Це дасть змогу покращити якість та умови перевезення пасажирів у відповідності до вимог діючого законодавства України у сфері пасажирських автомобільних перевезень.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАРШРУТІВ І УМОВ ВИКОНАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Стисла характеристика Комунарського та Шевченківського районів міста Запоріжжя

Автобусні маршрути №5 «вул. Олімпійська – Автострада» та №5а «вул. Олімпійська – Автострада» забезпечують транспортне сполучення між Космічним мікрорайоном Комунарського району та Шевченківським районом міста Запоріжжя. Маршрути є периферійними та є коротким шляхом переміщення населення між Космічним мікрорайоном та Шевченківським районом (частина Шевченківського району, розташована по лівий бік магістральної залізничної колії). Маршрути також забезпечують перевезення мешканців багатоповерхової забудови Шевченківського району по вул. Миколи Корищенка у Комунарський та Шевченківський райони. Далі дамо стислу характеристику згаданих районів міста, що обслуговуються автобусними маршрутами № 5 та № 5А.

Територія, на якій розташований на даний час Комунарський район міста Запоріжжя була відома ще з 18-го сторіччя. У першій половині 18 сторіччя неподалік впадання річки Кушугумки у річку Мокра Московка вже існувало поселення турок з кладовищем. Протягом русько-турецької війни 1735–1739 років руськими військами навколо річки Мокра Московка (на даний час там розташований сучасний автобусний вокзал) була побудована загорожа з назвою «Московка». Після перемоги над татарами та остаточного входження земель Війська Запорізького до складу Росії у 1740 році на берегах річок Мокра Московка та Кушугумка з'явилося кілька козацьких зимівників та козацьке кладовище.

Рішення про утворення Комунарського району міста Запоріжжя було прийнято 6 квітня 1977 року згідно постанови Верховної Ради УРСР. Новоутворений район отримав назву одного з найбільших підприємств району –

автомобільного заводу «Комунар» (на даний час це підприємство ПАТ «ЗАЗ»). Загальна площа району складає 61 км². На території Комунарського району міста розташовано близько 20 основних підприємств: ПАТ «ЗАЗ», Казенне підприємство «Радіоприлад», ПАТ «Запорізький механічний завод», ТОВ «Запорізький завод гумотехнічних виробів», ТОВ ЗВФ «Міда» та інші підприємства.

На території Комунарського району побудовано 675 багатоповерхівок у формі ОСББ (об'єднань співвласників багатоквартирних будинків), 93 житлово-будівельні кооперативи, 21 будинок власності підприємств та установ і гуртожитків, близько 7200 будинків у садибній забудові приватного сектору.

У Комунарському районі налічується 205 вулиць. Протяжність автомобільних доріг 110 км. Територією району проходять три магістральні вулиці з регульованим рухом загальноміського значення, 11 магістральних вулиць з регульованим рухом районного значення. Комунарський район є залізничними та автомобільними воротами міста Запоріжжя – на його території розташовані центральний автобусний (автостанція Запоріжжя АС-1) та центральний залізничний вокзал (Запоріжжя І).

Станом на 01.04.2021 р. загальна кількість населення у Комунарському районі складає 128,770 тис. осіб. Район обслуговується автобусним, тролейбусним і трамвайним видами транспорту. На території району розташований автобусний парк та тролейбусний парк ЗКПМЕТ «Запоріжелектротранс».

Шевченківський район міста Запоріжжя є одним із найбільших за площею та чисельності населення районів міста. До 1961 року територія нинішнього Шевченківського району входила до складу Сталінського району міста, а після 1961 року його територія входила до складу Олександрівського району міста. Шевченківський район утворений Указом Президії Верховної Ради Української РСР 30 грудня 1962 року. Район отримав назву на честь видатного українського поета Тараса Шевченка.

Загальна площа Шевченківського району у його сучасних границях складає 98 км². Район має границі з Комунарським, Заводським та Олександрівським районами міста. На території району наявно 1295 підприємств різної форми власності, основна частка обсягу промислового виробництва району припадає на 19 підприємств, у тому числі 4 машинобудівних та металообробних, одно підприємство у галузі будівельних матеріалів.

Загальна площа доріг з твердим (асфальтобетонним) покриттям складає 1 062 924 км², доріг із твердим (щебеневим) покриттям – 887712 км². У Шевченківському районі є 432 вулиці загальною довжиною 309,3 км. Загальна площа житлового фонду Шевченківського району дорівнює 1637,7 тис. м².

Загальна кількість мешканців, що постійно проживають у Шевченківському районі, складає приблизно 150 тисяч жителів. У районі працює 31 середній навчальний заклад, 18 дошкільних навчальних закладів, 2 школи-інтернати, 2 санаторії, 1 заклад фахової передвищої освіти (Авіаційний коледж ім. О. Г. Івченко), 3 професійно-технічних училища, 6 бібліотек, 6 клубів, 4 центри культури та дозвілля, 8 лікарень та профілакторіїв.

Транспортне обслуговування Шевченківського району забезпечується автобусним (25 маршрутів) та трамвайним (4 маршрути) видами міського транспорту.

1.2 Характеристика та техніко-експлуатаційні показники маршрутів №5 та №5А

Маршрути №5 та №5А вул. Олімпійська – Автострада з'єднують Космічний мікрорайон Комунарського району та Шевченківський район міста Запоріжжя. Траси маршрутів повністю збігаються. Відмінність лише полягає в тому, що маршрут №5 об'їжджає кільцеву частину траси проти годинникової стрілки, а маршрут №5А – у напрямку годинникової стрілки.

Згідно з класифікацією міських маршрутів дані маршрути відносяться до наступних класів [1]: за часом дії – постійні; за призначенням – основні; за умовами використання та характером руху – звичайні та маршрутне таксі; за характером розташування на території міста – периферійні; за формою траси – півкільцеві.

Схема маршрутів №5 та №5а наведена на рисунку 1.1.

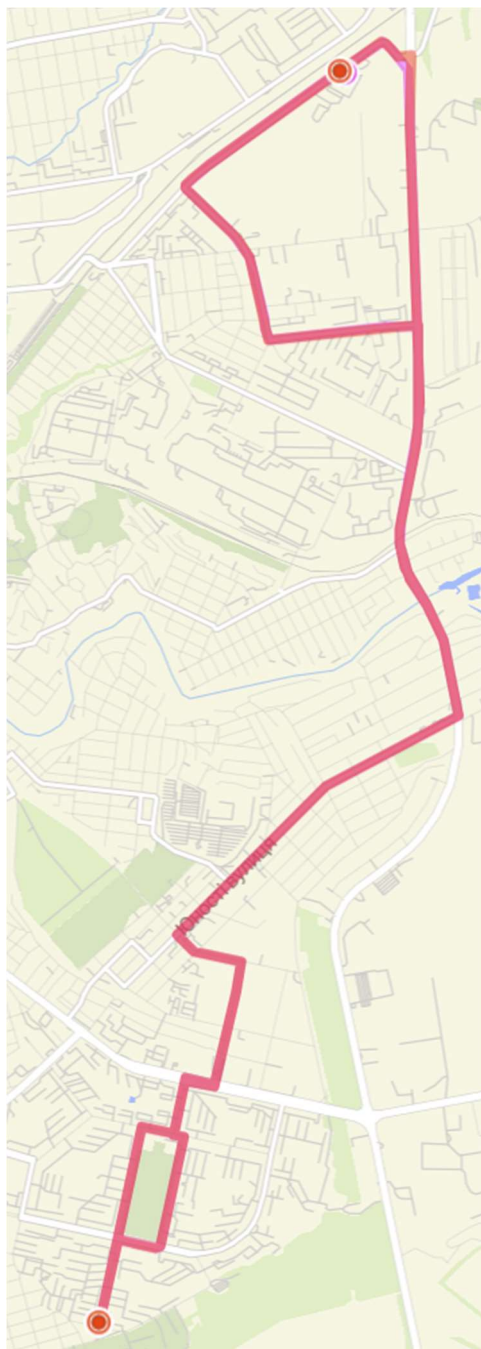


Рисунок 1.1 – Схема маршрутів №5 та №5А

Будь-який маршрут, як експлуатаційний та технічний об'єкт, має техніко-економічні показники. До показників окремого маршруту відносяться [2]:

а) кількість днів роботи маршруту за рік AD_{μ} , днів. Для маршрутів № 5 та № 5а $AD_{\mu} = 365$ днів;

б) довжина маршруту $L_{\mu} = \sum_{h=1}^H l_h$, км (у цій формулі H – кількість перегонів маршруту, l_h – довжина h -го перегону маршруту, км). Оскільки траси маршруту №5 і 5а у прямому та зворотному напрямку збігаються, то $L_{\mu} = 19,53$ км.;

в) кількість зупиночних пунктів маршруту визначається за формулою

$$N_{зуп} = N_{AB} + N_{BA}, \quad (1.1)$$

де N_{AB} і N_{BA} – кількість зупиночних пунктів в напрямках (з А в Б і назад).

Для маршрутів №5 та 5А кількість зупиночних пунктів $N_{зуп} = 38$;

г) середня довжина перегону маршруту розраховується за формулою

$$l_{пер} = \frac{2L_{\mu}}{N_{ост} - s}, \quad (1.2)$$

де s – умовний параметр, що дорівнює одиниці для кожного напрямку маршруту, двом у випадку маятникового маршруту, одиниці у випадку півкільцевого маршруту та нулю для кільцевого маршруту). Для розглянутих маршрутів

$$l_{пер} = \frac{19,53}{38 - 1} = 0,527 \text{ км.}$$

д) тривалість оборотного рейсу на маршруті $T_{об}$ залежить від класу рухомого складу, що використовується на перевезеннях. Для автобусів класу А та В (мала місткість) $T_{об} = 45$ хв., для автобусів класу 1 (середня місткість) $T_{об} = 66$ хв.

е) експлуатаційна швидкість руху на маршруті визначається за формулою

$$v_e = \frac{60 \cdot 2 \cdot L_\mu}{T_{об}}. \quad (1.3)$$

Для маршрутів №5 та 5а $v_e = 26,05$ км/год для автобусів класу А та В,
 $v_e = 17,8$ км/год до автобусів класу І.

ж) інтервал руху на маршруті визначається за формулою

$$I = \frac{T_{об}}{A}, \quad (1.4)$$

де A – кількість автобусів на маршруті, відповідно максимальна та мінімальна).

Мінімальний інтервал на аналізованих маршрутах становить $I_{\min} = 6,5$ хв., максимальний інтервал $I_{\max} = 20$ хв.

У таблиці 1.1 наведено перелік зупиночних пунктів і перегонів маршрутів.

Таблиця 1.1 – Перелік зупиночних пунктів та перегонів маршрутів № 5 та № 5А

Шлях	Довжина шляху, м	Час шляху, хв
вул. Олімпійська – вул. Європейська	561,12	1,28
вул. Європейська – Сквер Гагаріна	546,67	1,23
Сквер Гагаріна – вул. Ситова	451,02	1,13
вул. Ситова – Клініка Візус	375,66	0,85
Клініка Візус - АТП 12327	1179,83	2,95
АТП 12327 - вул. Рязанська	272,65	0,68
вул. Рязанська — Школа №88	368,05	0,92

Продовження таблиці 1.1.

Шлях	Довжина шляху, м	Час шляху, хв
Школа №88 - Магазин №49	840,81	2,1
Магазин №49 - вул. Юності	484,03	1,21
вул. Юності — На вимогу	512,66	1,28
На вимогу – вул. Молочна	310,3	0,78
вул. Молочна – сел. Мокрянка	524,99	1,31
сел. Мокрянка – М'ясокомбінат	391,49	0,98
М'ясокомбінат – Цегельний завод	604,67	1,51
Цегельний завод – Овочева база	823,35	2,06
Овочева база – Холодильник	1019,75	2,55
Холодильник – Автострада	886,96	2,22
Автострада – Заводоуправління	1112,45	2,78
Заводоуправління – вул. Колерова	1148,48	2,87
вул. Колерова – Школа	376,12	0,94
Школа – вул. Корищенко	450,01	1,13
вул. Корищенко – Цегельний завод	732,52	1,83
Цегельний завод - М'ясокомбінат	604,67	1,51
М'ясокомбінат – сел. Мокранка	391,49	0,98
сел. Мокрянка – вул. Молочна	524,99	1,31
вул. Молочна – На вимогу	310,3	0,78
На вимогу – вул. Юності	512,66	1,28
вул. Юності – Магазин №49	484,03	1,21
Магазин №49 – Школа №88	840,81	2,1
Школа №88 – вул. Рязанська	368,05	0,92
вул. Рязанська – АТП 12327	272,65	0,68
АТП 12327 – Клініка Візус	1179,83	2,95
Клініка Візус – вул. Ситова	339,32	0,82

Продовження таблиці 1.1.

Шлях	Довжина шляху, м	Час шляху, хв
вул. Ситова – вул. Європейська	209,73	0,51
вул. Європейська – вул. Олімпійська	1016,05	2,54
Разом	17528,6	43,8

1.3 Характеристика рухомого складу на маршрутах

Обслуговування маршруту виконує перевізник ТОВ «Юністар-Авто». На даний момент на маршруті працюють автобуси малого класу Mercedes Sprinter та Volkswagen LT-35 (всього 8 одиниць) у режимі маршрутного таксі.

Рухомий склад малого класу Mercedes Sprinter та Volkswagen LT-35 складають переважну частку парку автобусів міста, що працюють в режимі маршрутного таксі. Близько 20 років назад вони замінили автобуси російського виробництва ГАЗель, парк яких у Запоріжжі більше не задовольняв потреби населення у міських перевезеннях. Переважно це переобладнані пасажирські автобуси з вантажопасажирських автомобілів, тож їх можна віднести до спеціальних транспортних засобів. Наявна кількість місць для сидіння у таких автобусах (базова пасажиромісткість) – 18 чоловік (6 рядів сидінь, 2 ряди подвоєних сидінь на лівому боку автобуса та 1 ряд одинарних сидінь на правому боку автобуса). У пікові періоди доби, коли пасажиропотік набуває максимальних значень, граничне наповнення автобуса сягає 30–35 осіб за рахунок пасажирів, які їдуть стоячи у проході між рядами сидінь та передньому накопичувальному майданчику поблизу передніх дверей автобуса.

Автобуси виробляють німецькі автомобільні концерни Volkswagen AG, D-38436, Вольфсбург, Німеччина (заводи по збиранню автобусів розташовані також у містах Ганновер та Познань (Польща) та Daimler-Chrysler AG, D-

70546, Штутгарт, Німеччина (завод по збиранню автобусів розташований також у Дюссельдорфі). Габаритні креслення автобусів малого класу Mercedes Sprinter та Volkswagen LT-35, що обслуговують маршрути № 5 та № 5А, наведені на рисунках 1.2 та 1.3, а їх технічні характеристики наведені у таблиці 1.2.

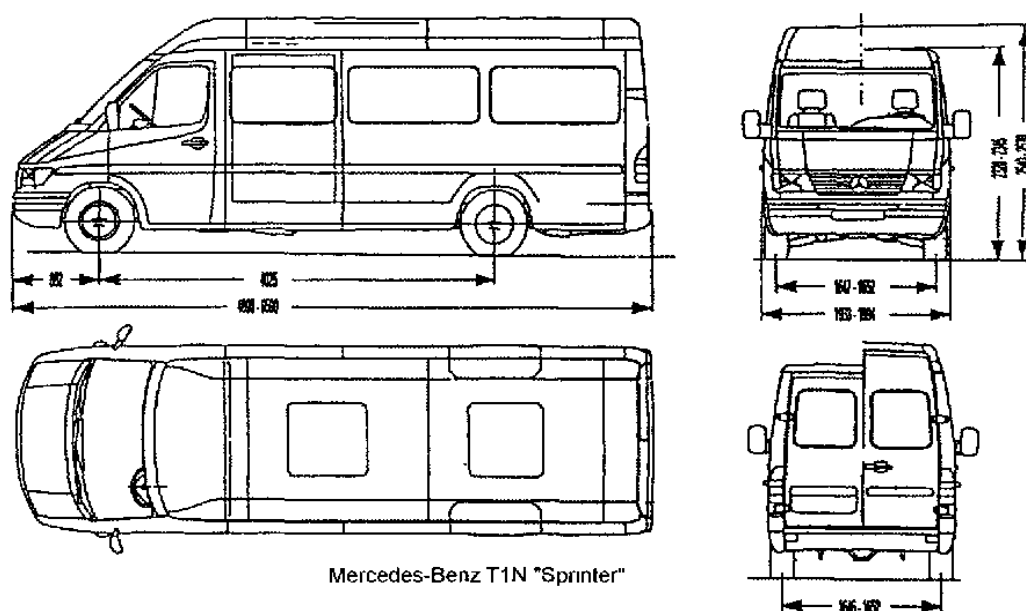


Рисунок 1.2 – Габаритне креслення мікроавтобуса Mercedes Sprinter

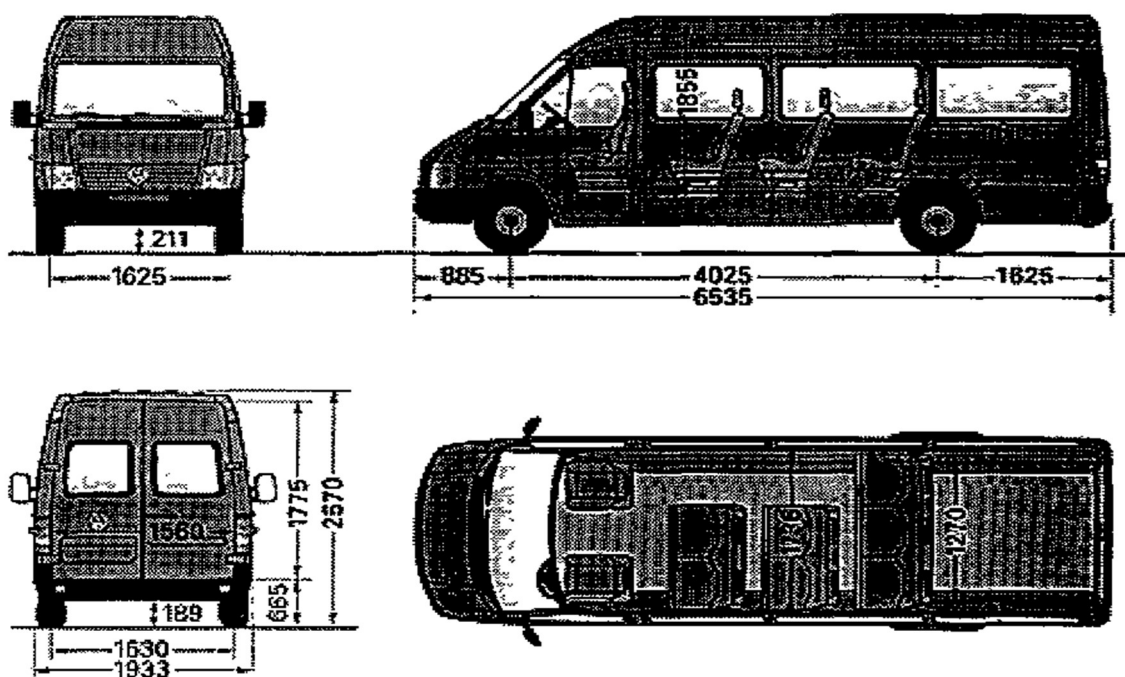


Рисунок 1.3 – Габаритне креслення мікроавтобуса Volkswagen LT-35

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики автобусів на маршрутах

Характеристика	Значення для автобуса	
	Mercedes Sprinter	Volkswagen LT-35
1. Габаритні розміри:		
довжина, мм	6590	6535
ширина, мм	1994	1933
висота, мм	2570	2570
2. Колісна база, мм	4025	4025
4. Маса спорядженого автобуса, кг	2200	2085
5. Кількість місць для сидіння	18	18
6. Загальна кількість місць	32	32

1.4 Аналіз пасажиропотоків на маршрутах

Дослідження пасажирських потоків на маршрутах № 5 та № 5А визначаємо табличним методом. Згідно цього методу, підрахунок пасажирів здійснюється обліковцями, розташованими біля дверей автобусів. Під час руху автобуса маршрутом обліковці фіксують кількість пасажирів, що увійшли та вийшли з автобуса на кожній зупинці маршруту та заносять ці дані до маршрутної таблиці. Попередньо у такій маршрутній таблиці зазначається номер маршруту, час відправлення автобуса, назви зупинок маршруту. Маршрутні таблиці підбираються для кожного з обліковців до окремої теки за кількістю планових рейсів для обстеження. Отримані в результаті обстеження дані надалі використовуються для моделювання пасажиропотоку (визначення пасажирообігу зупинок, завантаження перегонів маршруту по годинах доби і напрямках маршруту, картограму пасажиропотоків на найбільш пасажиронапружених перегонах маршруту та розподілу пасажиропотоків на перегонах маршруту тощо) [3].

Обстеження пасажиропотоку на маршрутах виконувалось у будній день тижня, вибірковість обстеження (кількість обстежених рейсів) склала 100%. Результати обстеження пасажиропотоку на автобусних маршрутах №5 та №5А у вигляді розподілу кількості перевезених пасажирів по годинах доби та найбільш завантажених перегонів маршрутів наведено у таблицях 1.3 – 1.4 та на рисунках 1.4 та 1.5.

Таблиця 1.3 – Розподіл пасажирів за годинами доби на маршрутах

Години доби	Маршрут № 5			Маршрут № 5А		
	прямий	зворотний	разом	прямий	зворотний	разом
6 – 7	121	51	172	51	103	154
7 – 8	160	95	255	155	124	279
8 – 9	140	85	225	71	93	164
9 – 10	94	93	187	56	53	109
10 – 11	93	95	188	26	26	52
11 – 12	76	106	182	65	41	106
12 – 13	38	55	93	12	16	28
13 – 14	94	62	156	46	10	56
14 – 15	157	82	239	47	48	95
15 – 16	147	108	255	122	58	180
16 – 17	133	110	243	67	90	157
17 – 18	124	108	232	59	80	139
18 – 19	98	90	188	14	21	35
19 – 20	36	45	81	25	16	41
20 – 21	15	27	42	9	8	17
21 – 22	13	20	33	5	8	13
6 – 9	421	231	652	277	320	597
15 – 20	538	461	999	287	207	372
Доба	1539	1232	2771	830	795	1625

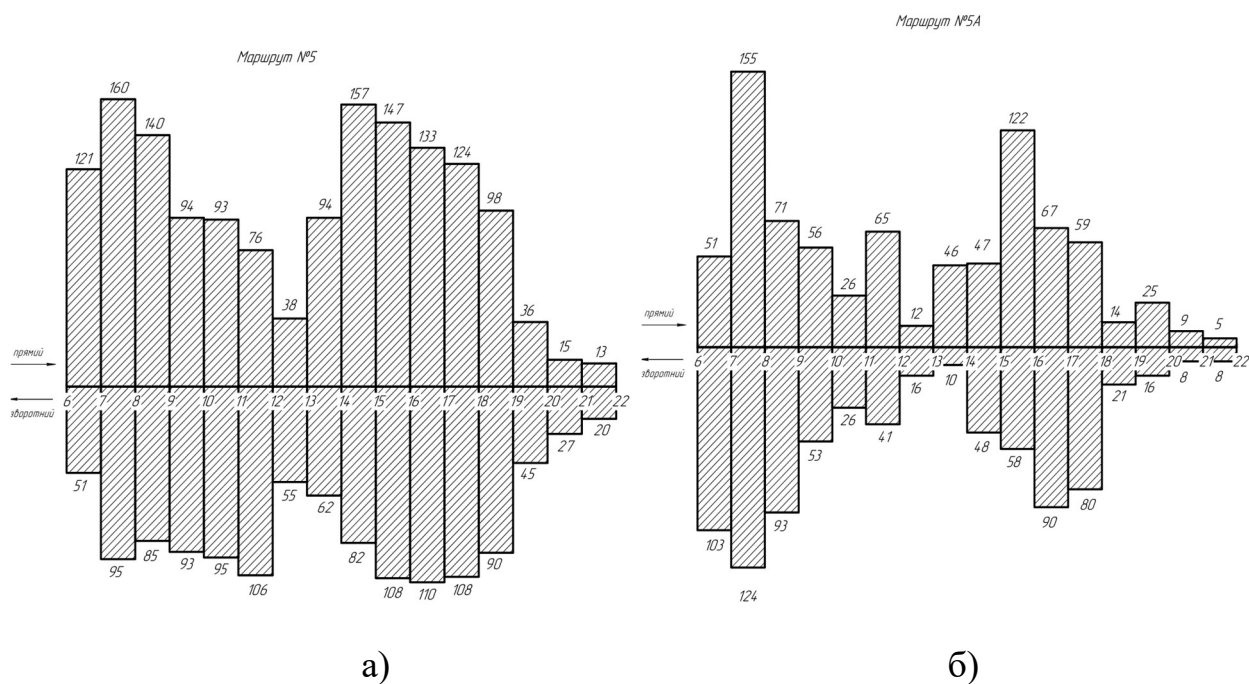


Рисунок 1.4 – Розподіл обсягу перевезень пасажирів по годинах доби для маршрутів № 5 (а) та № 5А (б)

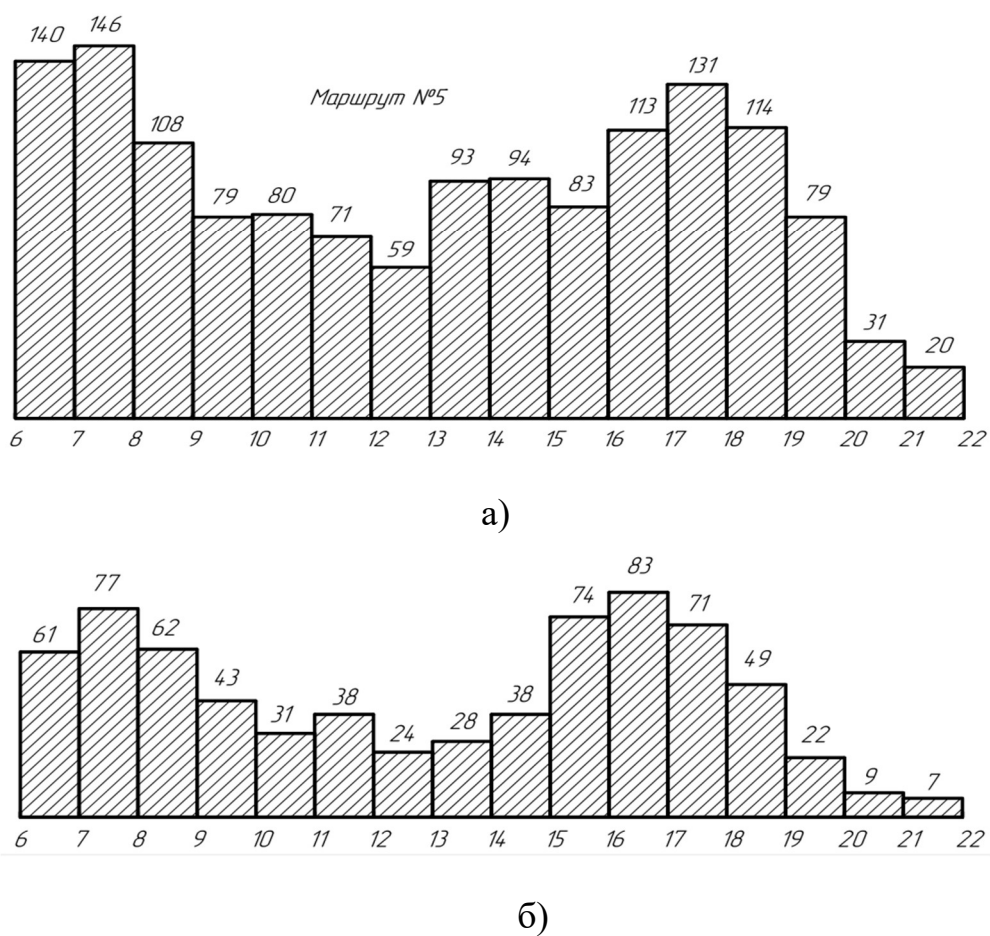


Рисунок 1.5 – Розрахунковий максимальний пасажиропотік на перегонах маршрутів № 5 (а) та № 5А (б)

Таблиця 1.4 – Найбільш пасажиронапружені перегони маршрутів

Го- дини доби	Маршрут № 5		Маршрут № 5А	
	перегін	заванта- ження	перегін	заванта- ження
6 – 7	Мокрянка - М'ясоко- мбінат	140	М'ясокомбінат - Цегельний завод	61
7 – 8	Клініка Візус - АТП 12327	146	вул. Кузнєцова – вул. Колерова	77
8 – 9	Клініка Візус - АТП 12327	108	Школа №88 - вул. Рязанська	62
9 – 10	Заводоуправління - Училище №27	79	Клініка Візус - АТП 12327	43
10–11	Клініка Візус - АТП 12327	80	Клініка Візус - АТП 12327	31
11–12	Клініка Візус - АТП 12327	71	Клініка Візус - АТП 12327	38
12–13	Клініка Візус - АТП 12327	59	Клініка Візус - АТП 12327	24
13–14	Клініка Візус - АТП 12327	93	Клініка Візус - АТП 12327	28
14–15	АТП 12327 - вул. Ря- занська	94	вул. Юності — Ма- газин №49	38
15–16	Заводоуправління - Училище №27	83	Клініка Візус - АТП 12327	74
16–17	Училище №27 - вул. Колерова	113	Клініка Візус - АТП 12327	83
17–18	Школа №88 - Мага- зин №49	131	Школа №88 - вул. Рязанська	71

Продовження таблиці 1.4.

Го- дини доби	Маршрут №5		Маршрут №5А	
	перегін	заванта- ження	перегін	заванта- ження
18–19	Клініка Візус - АТП 12327	114	Клініка Візус - АТП 12327	49
19-20	Клініка Візус - АТП 12327	79	Клініка Візус - АТП 12327	22
20-21	Клініка Візус - АТП 12327	31	Клініка Візус - АТП 12327	9
21-22	Мокрянка - М'ясоко- мбінат	20	Школа №88 - вул. Рязанська	7

1.5 Недоліки існуючого стану та постановка завдань дипломної роботи

Проаналізувавши існуючу систему організації перевезень пасажирів на маршрутах № 5 та № 5А можна відзначити такі основні недоліки:

- маршрути обслуговуються рухомим складом малої пасажиромісткості, внаслідок чого частина пасажирів у години пік перевозиться у неприпустимих умовах (стоячи у проході між рядами сидінь), що є порушенням вимог Правил дорожнього руху України;

- випуск автобусів на маршрути на кінцевому пункті (зупинка вул. Олімпійська) проводиться через один, тоді як пасажиропотік на маршруті №5 за результатами обстеження є суттєво більшим ніж пасажиропотік на маршруті №5А. Отже, частина пасажирів переміщуються між зупинками посадки та виходу не за найкоротшим шляхом.

Для усунення зазначених недоліків у дипломній роботі пропонується виконати наступне:

- а) обґрунтувати тип рухомого складу на маршрутах;
- б) розрахувати матриці міжзупиночних пасажирських кореспонденцій та розрахувати середню відстань поїздки пасажирів;
- в) розрахувати потрібну кількість рухомого складу на маршрутах;
- г) розробити розклад роботи автобусів на маршруті;
- д) розрахувати та оцінити економічну ефективність запропонованих змін.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір рухомого складу для обслуговування маршрутів

Потреба в рухомому складі для міських автобусних маршрутів визначається призначенням на маршрут типу та кількості транспортних засобів, які забезпечують освоєння пасажиропотоку з дотриманням нормативних вимог до якості транспортного обслуговування пасажирів та комерційних інтересів перевізника. Вихідними даними для вирішення такого завдання є паспорт маршруту, результати обстеження попиту на перевезення та встановлені нормативи часу на виконання рейсів автобусами різних класів.

Основою визначення типу рухомого складу є наявні дані про необхідну кількість рухомого складу для роботи у ранковій годині «пік». Такі дані є основою для розробки плану формування кількісного складу та якісної структури парку рухомого складу автомобільного перевізника.

В залежності від кількості пасажирів N в одному напрямку маршруту, що проїжджають найбільш пасажиронапруженим перегоним за одну годину, рекомендується вибирати рухомий склад пасажиромісткості, що наведений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вибір рухомого складу на автобусних маршрутах

N , пас./год	до 1000	1000 – 1800	1800 – 2600	2600 – 3200	понад 3200
Клас мі- ського ав- тобуса	Малий чи серед- ній	Середній чи великий	Великий	Великий	Надвели- кий

Виходячи з даних обстеження пасажиропотоку на маршрутах № 5 та № 5А, пасажиропотік на найбільш напруженому перегоні для маршруту № 5

дорівнює 146 пасажирів на годину, а на маршруті №5а – 77 пасажирів на годину. За такої потужності пасажиропотоку обслуговування маршруту слід виконувати рухомим складом малої чи середньої місткості. Прийmemo для роботи на маршруті №5А існуючий тип рухомого складу (Mercedes Sprinter або VW LT-35), а для роботи на маршруті №5 – малий міський автобус ЗАЗ А08, технічні характеристики якого наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики міського автобуса ЗАЗ А08А18

Характеристика	Значення
1. Габаритні розміри, мм	
довжина	7760
ширина	2420
висота	2950
2. Колісна база, мм	3800
3. Колія коліс, мм	
передніх	1665
задніх	1650
4. Маса спорядженого автобуса, кг	5970
5. Повна маса автобуса, кг	9000
6. Кількість місць для сидіння/загальне	28 / 42
7. Марка двигуна	Weichai, WP3NQ140E50
8. Робочий об'єм, см ³	3000
9. Максимальна потужність, кВт	99
10. Максимальна швидкість, км/год	120
12. Витрата палива при повному завантаженні, л/100 км	17,5

Виробник автобуса – ПАТ «ЗАЗ», місто Запоріжжя. Зовнішній вигляд та екстер'єр автобуса ЗАЗ А08А18 показаний на рисунку 2.1



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд міського автобуса ЗАЗ А08А18

2.2 Розрахунок кількості рухомого складу на автобусному маршруті № 5

Рациональна організація роботи автобусів на міських маршрутах передбачає максимальне можливе задоволення потреб міського населення у перевезеннях пасажирів в умовах ресурсних обмежень автотранспортних підприємств та нормативних обмежень на режими та систему організацію роботи водіїв автобусів. Обмеження першого виду задаються у вигляді кількості рухомого складу, що має у наявності перевізник, і сумарної кількості годин його можливої роботи на маршрутах, а також використовуваних на автотранспортному підприємстві певних систем організації роботи водіїв. Обмеження другого виду виступають у вигляді регламентованої законодавством та внутрішніми документами автотранспортного підприємства тривалості робочих змін та технологічного відстоювання рухомого складу.

У випадку дії зазначених обмежень, особливо обмежень другого виду, вирішальне значення, з огляду на максимальне задоволення потреб населення у перевезеннях, має рівень оперативного планування, тобто розробки маршрут-ного розкладу роботи автобусів [4].

Одним з методів розробки раціональних режимів праці водіїв на міських автобусних маршрутах, що найбільш зарекомендував себе на практиці, є метод графоаналітичного розрахунку.

Згаданий графоаналітичний розрахунок включає обчислювальну частину, що дозволяє визначити кількісні показники необхідного обсягу транспортної роботи, та графічну частину, в якій проводиться розподіл потреб транспортної роботи між окремими виходами автобусів по годинах доби.

Нижче перелічені вихідні дані для проведення графоаналітичного розрахунку.

P_t – кількість пасажирів, що перевезені по максимально завантаженому перегону маршруту при відправленні автобусів від кінцевого пункту маршруту в заданому інтервалі часу від t до $t + 1$;

$t_{об}$ – тривалість оборотного рейсу на маршруті, хв;

t_0 – тривалість нульових пробігів, що враховуються при подачі автобусів на маршрут та їх поверненні до автотранспортного підприємства, хв;

I_{max} – максимально допустимий за умови якості надання транспортних послуг інтервал руху автобусів на маршруті, хв;

k_α – коефіцієнт дефіциту автобусів, який враховує можливу нестачу рухомого складу у автотранспортного підприємства;

q_n, q_d – номінальна (задана технічною характеристикою) та допустима (за умови пікового навантаження) місткість автобусів, пас.;

D_t – середня тривалість робочої автобусу-зміни водія, год.;

$t_{обід}$ – середня тривалість обідньої перерви водіїв, хв;

$t_{зм}$ – час, необхідний на перезміну водіїв, хв.

Значення P_t характеризує потребу у перевезеннях та представляється по-годинною епюрою (графіком) максимального пасажиропотоку на маршруті, з

урахуванням відстані до кінцевої зупинки, на якій відбувається регулювання розкладу руху автобусів (випуск на лінію, зняття автобусів з лінії, надання обідніх перерв водіям). Під час обстеження пасажиропотоку, що виконується візуальним методом, для отримання величини P_t при обробці даних враховують тривалість пробігу автобусів від кінцевої зупинки на маршруті до зупинки (перегону), з якого починається максимально завантажений перегін, на якому перебуває обліковець.

Значення $t_{об}$, t_0 , I_{max} характеризують умови роботи рухомого складу безпосередньо на цьому маршруті. При цьому максимально допустимий інтервал руху автобусів на маршруті I_{max} задається виходячи з встановлених нормативів якості обслуговування пасажирів.

Величини k_α , q_n , q_d характеризують рухомий склад автотранспортного підприємства, при цьому коефіцієнт дефіциту визначається як відношення наявного парку автобусів, що повинні працювати на маршрутах, до необхідного з розрахунку на усі маршрути, що обслуговуються підприємством.

Величини D_t , $t_{обід}$, $t_{зм}$ визначають умови праці водіїв автотранспортного підприємства.

Процедура проведення графоаналітичного розрахунку складається з декількох послідовних етапів:

- розрахунок необхідної кількості автобусів на маршруті по годинах доби;
- розрахунок необхідної кількості годин роботи автобусів протягом доби;
- розрахунок змінності роботи автобусів на маршруті;
- встановлення раціонального часу для обідніх перерв та відстоювання автобусів протягом доби;
- вирівнювання тривалості роботи автобусів на всіх виходах з метою їх рівномірного завантаження у часі;
- призначення обідніх перерв та встановлення режимів роботи автобусних бригад.

Необхідна кількість рухомого складу n_t на кожну годину роботи автобусів на маршруті встановлюється в залежності від тривалості зворотного рейсу $t_{об}$ та кількості пасажирів, які проїхали за цю годину максимально завантаженим перегonom маршруту

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

де q – задана місткість автобуса, пасажирів. Приймаємо $q = q_d$ у пікові години доби та $q = q_n$ у період доби між ранковим та вечірнім піком.

Результати розрахунку погодинної кількості автобусів представляються у вигляді погодинної епюри необхідної кількості автобусів. Для того щоб визначити необхідну кількість автобусо-годин роботи на маршруті, слід епюру необхідної кількості автобусів представити у графічному вигляді і перетворити її на, так звану, діаграму-максимум.

В залежності від наявного парку автобусів, тобто, від заданого коефіцієнта дефіциту рухомого складу k_α , встановлюється максимально можлива кількість автобусів, що може обслуговувати маршрут у години пік n_{max} .

Враховуючи, що за наявності дефіциту автобусів відсутня можливість забезпечити їх випуск на маршрути у відповідності до потреб, на усіх маршрутах, як правило, створюються рівні умови транспортного обслуговування пасажирів шляхом визначення максимального можливого випуску автобусів на лінію за такою формулою

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

де $n_{t(max)}$ – максимальна кількісна потреба у автобусах на маршруті.

За встановленим значенням n_{max} на діаграмі-максимум проводять лінію-максимум. Після цього клітинки діаграми-максимум, що опинилися над лінією-максимум у розрахунок не приймаються, а відповідний обсяг транспортної роботи з перевезення пасажирів на маршруті зменшується величину такого дефіциту.

Мінімальна кількість автобусів, яку необхідно мати для перевезення пасажирів на маршруті, $n_{\min}$, розраховується виходячи з максимально допустимого інтервалу руху автобусів на маршруті у міжпикові години доби за формулою

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

Таким чином, на діаграмі-максимум за розрахованим значенням $n_{\min}$ проводиться горизонтальна (мінімальна) лінія. Якщо контур діаграми виявляється розташованим нижче лінії-мінімум, то площу, що знаходиться між контуром діаграми та лінією-мінімум, включають до робочого поля діаграми-максимум, тобто, збільшують плановий обсяг транспортної роботи з перевезення пасажирів на суму клітинок, позначених знаком «+». Лінія-мінімум до уваги не приймається, якщо протягом усього періоду роботи автобусів на маршруті вона знаходиться нижче контуру діаграми-максимум.

Мінімально необхідна кількість автобусо-годин роботи рухомого складу на маршруті протягом доби T_m , необхідна для задоволення попиту на перевезення пасажирів, дорівнює кількості клітинок, що знаходяться всередині діаграми-максимум (1 клітинка відповідає 1 автобусо-годині).

Необхідна кількість автобусо-змін на маршруті, що повинні бути відпрацьовані протягом дня, визначається за формулою

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

Змінність роботи автобусних бригад на маршруті встановлюється за допомогою наступного розрахунку. Спочатку розраховується допоміжна величина $D_n = d - 2n_{\max}$. Надалі, якщо $D_n = 0$, то це буде означати, що всі $n_{\max}$ автобусів будуть працювати у дві зміни. Якщо ж $D_n > 0$, то це буде означати, що D_n автобусів будуть працювати на маршруті у три зміни, а решта $n_{\max} - D_n$

автобусів – будуть працювати у дві зміни. Нарешті, якщо $D_n < 0$, то на маршруті слід мати $2n_{\max} - d$ однозмінних випусків автобусів, а інші $d - n_{\max}$ випусків автобусів будуть двозмінними.

Час для обідніх перерв і відстоювання автобусів слід надавати у такий спосіб, щоб не порушувалися задані умови задоволення попиту на перевезення пасажирів, тобто, задана епюра автобусо-потоків. Тому обідні перерви водіям автобусів зазвичай надаються після ранкових та вечірніх годин пік. Тривалість таких обідніх перерв залежить від розташування пунктів харчування та режимів їх роботи. Тривалість обідніх перерв встановлюється від 0,5 до 2 годин.

При побудові зон обідніх перерв необхідно бажано робити так, щоб при включенні цих зон до діаграми-максимум епюра необхідної кількості автобусів ставала більш гладкою. Слід також враховувати те, що бригади, які працюють із розривом протягом дня, мають обіди під час відстоювання автобусів. Тож, обідній час таких водіїв не слід включати до зони обідніх перерв діаграми.

Частина зони діаграми між ранковими та вечірніми годинами пік, що утворюється після виокремлення зон обідніх перерв, позначається літерою С і може бути використана для відстоювання і проведення поточного ремонту автобусів.

Зона відстоювання автобусів повинна максимально задовольняти потреби у щоденному технічному обслуговуванні рухомого складу, поточному ремонті та відстоюванні рухомого складу, а саме з дотриманням таких правил:

- відстоювання автобусів повинно проводитися не раніше ніж через 2,5 години після початку роботи;
- тривалість відстоювання автобусів повинна бути не менше 2,5 год.

Якщо ж під час відстоювання здійснюється ремонт та технічне обслуговування рухомого складу, автобуси з маршруту по черзі ставляться на ремонт. Надалі вирівнювання тривалості роботи по усіх виходах автобусів дозволяє досягти максимально можливого наближення тривалості робочого дня для кожного з автобусів до середньої величини тривалості роботи усіх автобусів на заданому маршруті.

Тривалість роботи кожного автобуса на діаграмі-максимум визначається кількістю клітинок по горизонталі навпроти відповідного випуску. Оскільки діаграма-максимум спочатку визначає потребу автобусів для перевезень пасажирів у відповідності до попиту, то тривалості виходів на ній дуже відрізняються один від одного. Для вирівнювання виходів за їх тривалістю, не додаючи надлишкових автобусо-годин, можна використовувати спосіб вертикального переміщення окремих стовпчиків або частин цих стовпчиків. Кількість автобусів, що працюватимуть кожної години (загальна кількість клітинок по вертикалі діаграми) при цьому не змінюється, а тривалість окремих виходів (кількість клітинок по горизонталі) може зменшуватися або збільшуватися в залежності від стовпчиків, що переміщуються.

Така операція проводиться окремо для автобусів із різними режимами роботи, встановленими при визначенні змінності. Призначення обідніх перерв автобусних бригад виконується шляхом розділення призначених для цього зон автобусами в межах заданих для них годин доби. При цьому необхідно стежити, щоб при такому коригуванні не порушувався заданий випуск автобусів кожної години доби.

Нарешті, на останньому кроці на діаграмі-максимум проводиться лінія розділення змін таким чином, щоб обідні перерви автобусних бригад, що працюють у другу (вечірню) зміну, розпочиналися не пізніше, ніж через 5 годин після початку їх роботи. При розділенні змін необхідно забезпечувати, по можливості, рівні умови щодо тривалості зміни для водіїв, що працюють у ранковій та вечірній зміні.

З врахуванням вищевикладеної методики, розраховуємо потрібну кількість автобусів на маршруті № 5 за формулою (2.1) за таких вихідних даних:

- а) місткість автобуса ЗАЗ А08А18 $q_n = 28$ пасажирів, $q_d = 42$ пасажира;
- б) тривалість оборотного рейсу на маршруті № 5 $t_{об} = 50$ хвилин;
- в) середня тривалість робочої автобусо-зміни $D_t = 8$ год;
- г) середня тривалість обідньої перерви водія $t_{обід} = 30$ хвилин;
- д) максимально припустимий інтервал руху на маршруті $I_{max} = 20$ хв.

За формулою (2.1) на підставі даних результатів обстеження пасажиропотоку на найбільш пасажиронапруженому перегоні маршруту (таблиця 1.4) визначаємо необхідну кількість автобусів за кожну годину роботи маршруту протягом доби. Результати розрахунку необхідної кількості автобусів наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Необхідна кількість автобусів по годинах доби на маршруті №5

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
Кількість автобусів	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	1	1

На підставі розрахованої необхідної кількості автобусів будуюмо діаграму-максимум (рисунок 2.2). Максимально допустимий інтервал руху на маршруті приймаємо рівним $I_{\max} = 20$ хв. Таким чином, виходячи з цієї умови, на маршруті повинно у міжпікові години доби працювати не менше ніж $n_{\min} = \frac{50}{20} = 2,5 \approx 2$ автобуса.

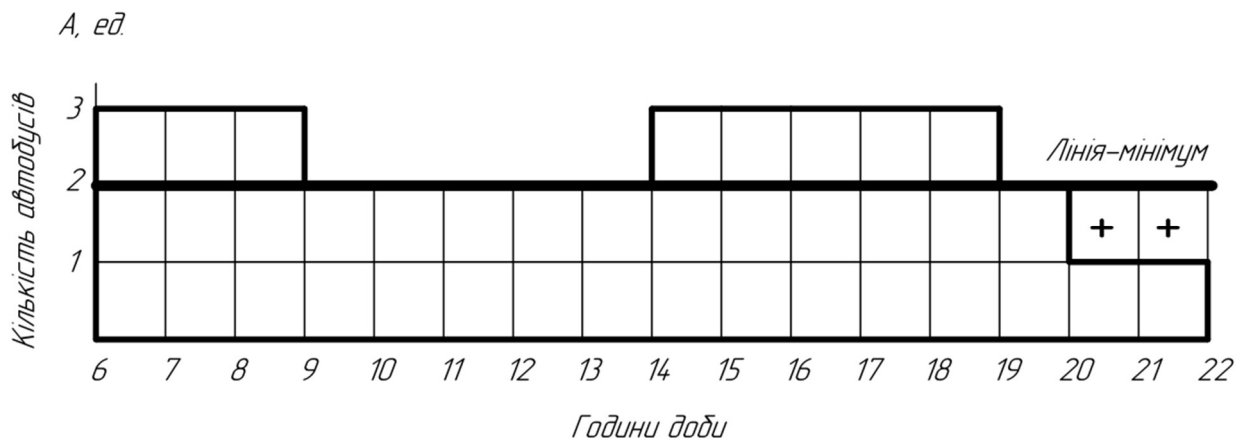


Рисунок 2.2 – Діаграма-максимум для автобусного маршруту № 5

Мінімальна кількість машино-годин роботи протягом дня T_m , необхідна для задоволення попиту на перевезення пасажирів дорівнює кількості клітинок, обмежених контуром діаграми-максимум. У нашому випадку $T_m = 40$ автобусо-годин.

Розраховуємо за формулою (2.4) кількість автобусо-змін роботи на маршруті № 5 протягом дня

$$d = \frac{40 + 0,07 \cdot 3}{8} = 5.$$

Для встановлення змінності роботи водійських бригад розраховуємо значення величини $D_n = d - 2n_{\max} = 5 - 2 \cdot 3 = -1$. Оскільки $D_n < 0$, то на маршруті необхідно мати $2n_{\max} - d = 6 - 5 = 1$ однозмінний автобус, інші $5 - 3 = 2$ автобуси працюватимуть у дві зміни.

Відповідно до описаних раніше етапів графоаналітичного розрахунку виконуємо вирівнювання діаграми-максимум, включаємо до неї обідні перерви водіїв та час відстоювання автобусів. Надалі проводимо вирівнювання діаграми-максимум. Результат проведеного графоаналітичного розрахунку для маршруту № 5 наведено на рисунку 2.3, а конкретні межі роботи по окремих виходах автобусів зводимо до таблиці 2.4.

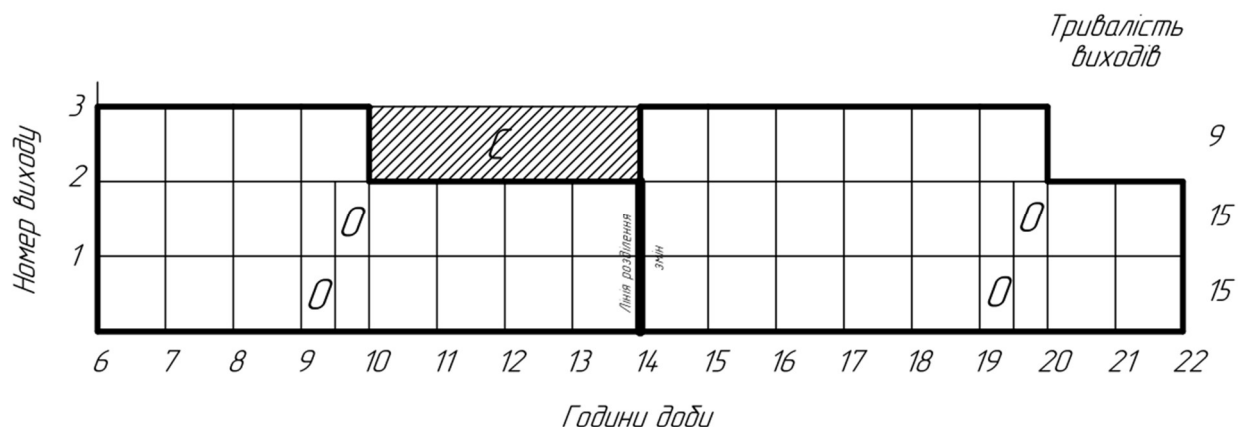


Рисунок 2.3 – Результат графоаналітичного розрахунку для маршруту №5

Таблиця 2.4 – Результат графоаналітичного розрахунку для маршруту №5 (ЗАЗ А08А18)

Номер виходу	Номер зміни	Початок зміни	Обід (відстій)	Завершення зміни
1	1	06:00	09:00 – 09:30	14:00
	2	14:00	19:00 – 19:30	22:00
2	1	06:00	09:30 – 10:00	14:00
	2	14:00	19:30 – 20:00	22:00
3	1	06:00	10:00 – 14:00	20:00

2.3 Розрахунок кількості рухомого складу на автобусному маршруті №5 А

Аналогічним чином виконуємо графоаналітичний розрахунок необхідної кількості рухомого складу для автобусного маршруту №5 А за такими вихідними даними:

- а) місткість автобуса Mercedes Sprinter (або аналогічний Volkswagen LT-35) у піковий чи міжпіковий час доби $q_n = 18$ пасажирів;
- б) тривалість оборотного рейсу на маршруті №5А $t_{об} = 40$ хвилин;
- в) середня тривалість робочої автобусо-зміни $D_t = 8$ год;
- г) середня тривалість обідньої перерви водіїв автобусів $t_{обід} = 30$ хв;
- д) максимально допустимий інтервал руху на маршруті з огляду на якість обслуговування пасажирів $I_{max} = 20$ хвилин.

За формулою (2.1) на підставі пасажиропотоку на максимально пасажиронапруженому перегоні маршруту № 5А (таблиця 1.4) визначаємо потрібну кількість автобусів за кожну годину роботи на маршруті протягом дня. Результати розрахунку зводимо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахункова кількість автобусів на маршруті №5 А

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
Кількість автобусів	3	3	3	2	1	2	1	1	2	3	3	3	2	1	1	1

На підставі встановленої необхідної кількості автобусів на кожну годину роботи будуюмо діаграму-максимум (рисунок 2.4). Оскільки максимально допустимий інтервал руху прийнятий $I_{\max} = 20$ хв, на маршруті у міжпікові години доби має працювати не менше ніж

$$n_{\min} = \frac{40}{20} = 2 \text{ автобуси.}$$

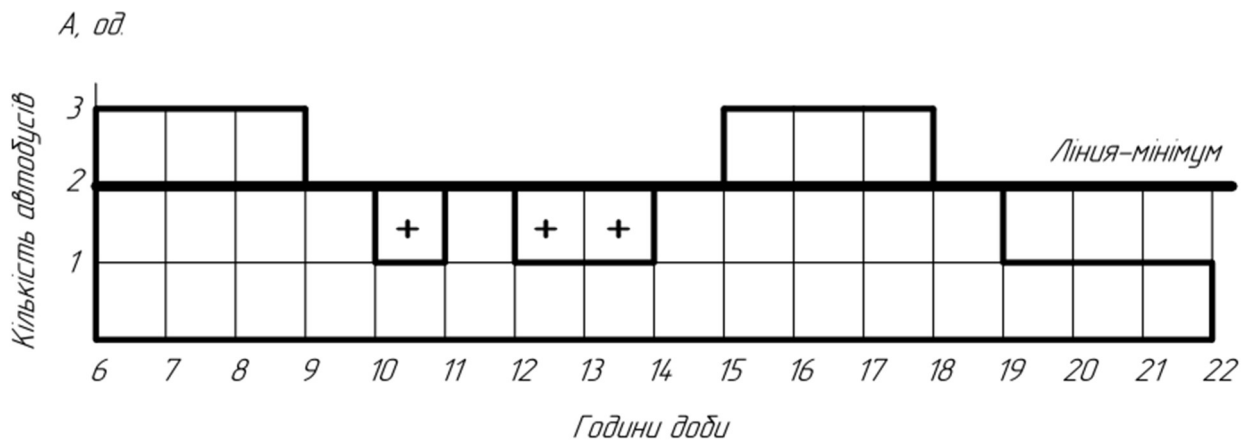


Рисунок 2.4 – Діаграма-максимум для автобусного маршруту № 5А

Мінімальна кількість автобусо-годин роботи протягом дня T_m , необхідне задоволення попиту на перевезення пасажирів, дорівнює кількості клітинок, що включені до контуру діаграми. У нашому випадку $T_m = 38$ автобусо-годин.

Наступним кроком визначаємо кількість автомобіле-змін роботи автобусів на маршруті протягом дня

Таблиця 2.6 – Результат графоаналітичного розрахунку для маршруту №5А (автобуси малої місткості)

Номер виходу	Номер зміни	Початок зміни	Обід (відстоювання)	Завершення зміни
1	1	6:00	9:00 – 9:30	14:00
	2	14:00	18:00 – 18:30	22:00
2	1	6:00	9:30 – 10:00	14:00
	2	14:00	18:30 – 19:00	22:00
3	1	6:00	10:00 – 15:00	19:00

2.4 Складання зведеного розкладу руху автобусів на маршрутах

Складення розкладу для міського автобусного маршруту є відповідальною задачею, оскільки саме від нього залежить дотримання умов відповідності пропозиції та попиту на перевезення, дотримання вимог режимів праці та відпочинку водіїв. Розклад руху автобусів на маршруті є невід’ємною частиною паспорту будь-якого автобусного маршруту загального користування.

Найбільш зручним та поширеним на практиці є напіваавтоматизований метод складення розкладів руху. В якості вихідних даних для складення розкладу руху за цим методом є норми часу на виконання рейсів автобусами у кожному з напрямків маршруту та результати графоаналітичного розрахунку. Попередньо готується роздруківка хвилинної сітки рейсів [5].

У верхній частині сітки рейсів зазначаються умовні позначення кінцевих пунктів маршруту (зазвичай буквами А та Б). Кожен стовпчик відповідає тривалості зворотного рейсу у відповідному напрямку маршруту. Значення сітки, що стоять поряд в одному рядку, відрізняються від сусідніх на тривалість рейсу з урахуванням бажаної тривалості відстоювання автобусів на кінцевій зупинці. Коефіцієнти, що знаходяться між стовпчиками таблиці, вказують величину, на

яку необхідно змінити тривалість рейсу через зміни норми на пробіг протягом доби. Напівавтоматизоване складення розкладу руху автобусів полягає у побудові неперервних ланцюжків відправлення автобусів кожного виходу з кінцевих пунктів шляхом з'єднання відповідних елементів на хвилинній сітці рейсів, розташованих у сусідніх стовпчиках, прямими лініями. При цьому зняттю автобуса з роботи на маршруті відповідає переривання ланцюжка, а введення автобуса до роботи на маршруті відповідає початку такого ланцюжка.

Використання такого підходу суттєво зменшує трудомісткість складення розкладу руху автобусів, є доволі наочним, дозволяє вносити оперативні зміни до розкладу руху з часом використання, дає наочну уяву щодо інтервалів руху автобусів на маршруті протягом доби.

Під час складання розкладу руху напівавтоматизованим методом зазвичай звертають увагу на часові проміжки протягом доби, для кожного з яких використовується відповідна техніка: період початку руху на маршруті з визначенням моментів введення автобусів на лінію та поступового зменшення інтервалів руху; період ранкового піку, у якому прагнуть забезпечити якнаймога рівний інтервал руху автобусів; завершення ранкового піку, під час якого автобуси поступово знімаються з маршруту з постановкою на простій або обідні перерви; міжпікові години доби, протягом яких забезпечуються перезміни водіїв, що працюють у дві та більше зміни та рівний інтервал руху автобусів; початок вечірнього піку, де визначаються моменти підключення автобусів до роботи на лінії, поступове зменшення інтервалів руху автобусів; період вечірнього піку, де прагнуть забезпечити рівномірні інтервали руху автобусів на маршруті; період завершення руху з визначенням моментів зняття автобусів з маршруту та поступове збільшення інтервалів руху, із забезпеченням встановленого часу забезпечення руху автобусів на маршруті.

Розроблений напівавтоматизованим способом розклад руху автобусів для маршрутів № 5 та № 5А наведено на рисунку 2.6. На підставі розробленого розкладу руху автобусів складаються маршрутні завдання по кожному виходу для водіїв, наведені у таблицях 2.7 та 2.8.

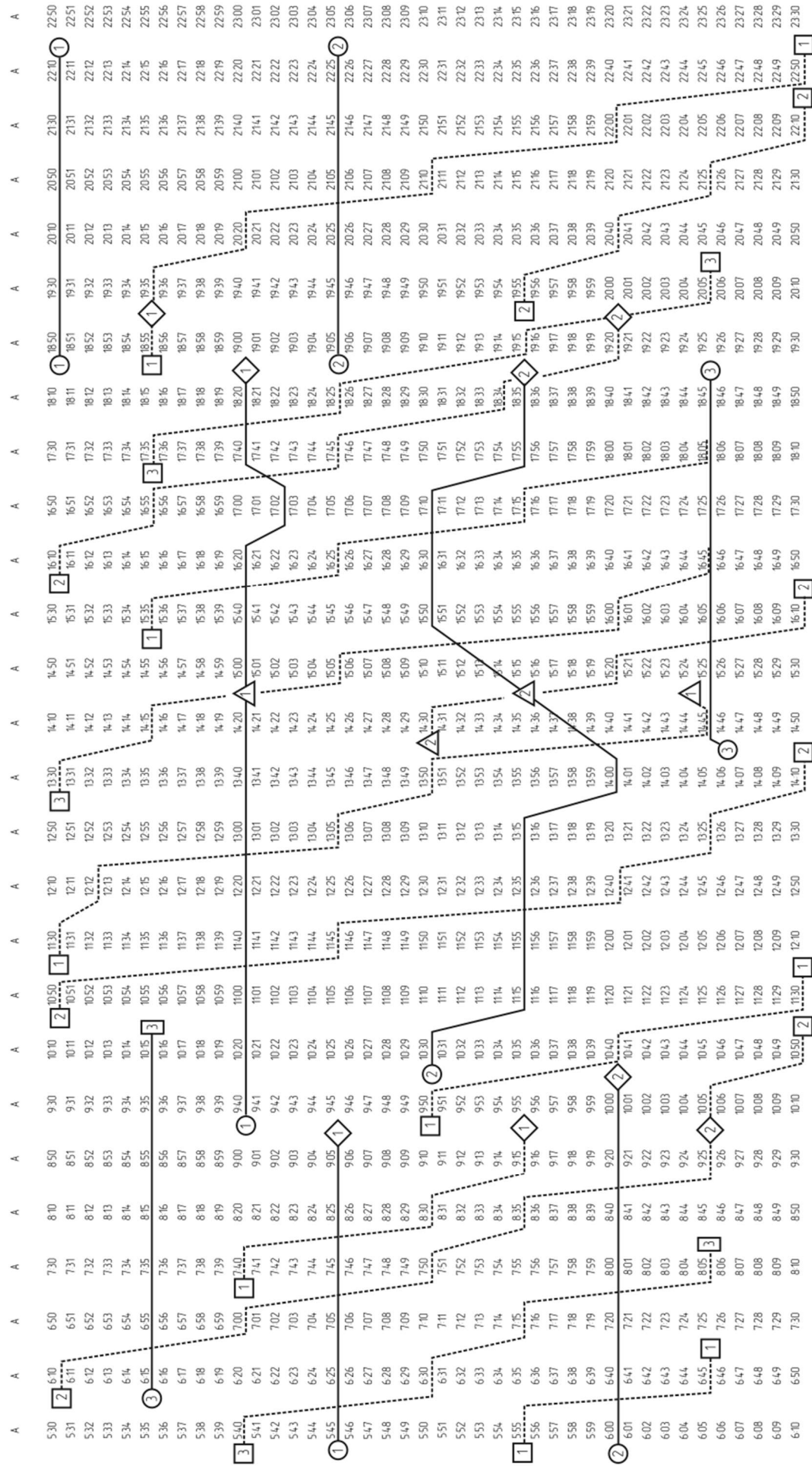


Рисунок 2.6 – Розклад руху на автобусних маршрутах № 5 та № 5А

Таблиця 2.8 – Маршрутні завдання для маршруту № 5А

Кінцева зупинка	Номери рейсів та час відправлення з кінцевої зупинки												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Вихід 1. Зміна 1.													
вул. Олім- пійська	5:45	6:25	7:05	7:45	8:25	Обід	9:40	11:00	11:40	12:20	13:00	13:40	
Час на маршруті 7:50 год.													
Вихід 1. Зміна 2.													
вул. Олім- пійська	14:20	15:00	15:40	16:20	17:02	17:40	Обід	18:50	19:30	20:10	20:50	21:30	
Час на маршруті 7:10 год.													
Вихід 2. Зміна 1.													
вул. Олім- пійська	6:00	6:40	7:20	8:00	8:40	9:20	Обід	10:30	11:15	11:55	12:35	13:15	14:00
Час маршрутом 7:57 год.													
Вихід 2. Зміна 2.													
вул. Олім- пійська	14:37	15:14	15:50	16:30	17:10	17:55	Обід	19:05	19:45	20:25	21:05	21:45	
Час на маршруті 7:08 год.													
Вихід 3. Зміна 2.													
вул. Олім- пійська	6:15	6:55	7:35	8:15	8:55	9:35	Рейс- ний	14:45	15:25	16:05	16:45	17:25	18:05
Час на маршруті 7:50 год.													

На підставі розробленого розкладу руху автобусів на маршрутах №5 та № 5А та маршрутних завдань визначаємо основні показники роботи автобусів, які зводимо до таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Показники роботи автобусів на маршрутах № 5 та № 5А

Показник	Значення маршрутів	
	№5	№5А
1. Кількість зворотних рейсів за добу, од.	49	57
2. Відпрацьована автобусами на маршруті кількість годин за добу, год.	38,58	37,92
3. Пробіг автобусів за добу на маршруті, км.	813,4	946,2
4. Кількість виконаних нульових пробігів на добу	10	10
5. Сумарний добовий нульовий пробіг автобусів на маршруті, км.	15	15
6. Загальний час, витрачений автобусами на нульові пробіги на маршруті, год.	0,7	0,7
7. Загальний добовий пробіг автобусів, км	828,4	961,2
8. Загальна добова кількість відпрацьованих годин, год.	39,28	38,62

3 МОДЕЛЮВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ ТА РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОЇ ВІДСТАНІ ПОЇЗДКИ ПАСАЖИРА

Важливою інформацією для вирішення задач організації пасажирських перевезень на міських автобусних маршрутах (обґрунтування зміни схеми руху, провадження скорочених рейсів та комбінованих режимів руху) є матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій. Розрахувати елементи цієї матриці можна на підставі результатів обстеження пасажирських потоків табличним методом за визначений проміжок часу (годину, години пік, добу тощо).

Для розрахунку матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій аналітичним методом використовують дані про кількість пасажирів, що увійшли та вийшли з автобусів на кожній зупинці маршруту.

Нехай нам відома інформація про загальну кількість пасажирів, що увійшли $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ і вийшли $(b_1, b_2, \dots, b_n)$ з автобуса на будь-який із зупинок заданого маршруту. Позначимо як невідому x_{ij} кількість пасажирів, які проїхали маршрутом від зупинки i до зупинки j з усіх тих пасажирів, що увійшли на до автобуса на зупинці i .

Позначимо як Q_r – наповнення (у пасажирях) автобуса на r -му перегоні маршруту, яке визначається за такою залежністю

$$Q_r = Q_{r-1} - b_{r-1} + a_{r-1} = \sum_{i=0}^{r-1} a_i - b_i \quad (3.1)$$

де $r = \overline{1, n}$; a_{ij} – кількість пасажирів, які увійшли до автобуса на зупинці i та вийшли на зупинці j , згідно залежності

$$a_{ij} = a_i - \sum_{r=i+1}^{j-1} x_{ir} . \quad (3.2)$$

При розрахунках елементів матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій аналітичним способом використовуються такі формули

$$x_{ij} = \begin{cases} R_i \cdot \prod_{r=i+1}^{j-1} R_{r,r+1} \cdot b_j, & \text{якщо } j > i + 1; \\ R_j b_j, & \text{якщо } j = i + 1; \\ 0, & \text{якщо } j = 0. \end{cases} \quad (3.3)$$

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

Для полегшення обчислень на кафедрі «Транспортні технології» розроблено програму KORR, до якої вводяться дані у файл (кількість зупинок, кількість пасажирів, що увійшли та вийшли з автобуса на кожній зупинці маршруту). Результати розрахунку матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій для маршрутів № 5 та № 5А наведено у таблицях 3.1 – 3.2.

Таблиця 3.1 – Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій маршруту №5 (прямий напрямок)

	вул. Олімпійська	вул. Європейська	вул. Ситова	Клініка «Візус»	вул. Рязанська	вул. Юності	вул. Молочна	Мокрянка	М'ясокомбінат	Цегляний завод	Овочебаза	Холодильник	Автострада	Прохідна «Іскра»	Разом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
вул. Олімпійська	-	77	57,8	40	61,6	24,2	20,8	13,6	29,2	16,7	12,9	11,2	20,2	29	409
вул. Європейська		-	5,2	3,6	5,6	2,2	1,9	1,2	2,6	1,5	1,2	1,0	1,8	2,6	30
вул. Ситова			-	6,4	9,9	3,9	3,3	2,2	4,7	2,7	2,1	1,8	3,2	4,7	44
Клініка «Візус»				-	7,9	3,1	2,7	1,7	3,7	2,1	1,7	1,4	2,6	3,7	30
вул. Рязанська					-	9,7	8,3	5,5	11,7	6,7	5,2	4,5	8,1	11,6	69
вул. Юності						-	2,9	1,9	4,1	2,4	1,8	1,6	2,9	4,1	21
вул. Молочна							-	1,8	3,9	2,2	1,7	1,5	2,7	3,9	17

Кінець таблиці 3.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Мокрянка								-	16,9	9,7	7,5	6,5	11,7	16,8	66
М'ясокомбінат									-	3	2,3	2	3,6	5,1	15
Цегляний завод										-	3,6	3,1	5,6	8,1	19
Овочебаза											-	3,5	6,2	9	17
Холодильник												-	11,5	16,6	28
Автострада													-	63,8	64
Разом	-	77	63	50	85	43	40	28	77	47	40	38	80	179	-

Таблиця 3.2 – Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій маршруту № 5 (зворотний напрям)

	Прохідна «Іскра»	Училище №27	вул. Колерова	Школа	вул. Корищенко	М'ясокомбінат	Мокрянка	вул. Юності	вул. Рязанська	Клініка «Візу»	вул. Ситова	вул. Європейська	вул. Олімпійська	Разом
Прохідна «Іскра»	-	41,5	16,9	37,5	46,6	26,8	9,3	12	7,6	4,6	2,4	0,8	5,4	211
Училище №27		-	2,8	6,2	7,7	4,4	1,5	2	1,3	0,8	0,4	0,1	0,9	28
вул. Колерова			-	2,2	2,7	1,6	0,5	0,7	0,5	0,3	0,1	0	0,3	9
Школа				-	5,3	3	1	1,4	0,9	0,5	0,3	0,1	0,6	13
вул. Корищенко					-	7,4	2,6	3,3	2,1	1,3	0,7	0,2	1,5	19
М'ясокомбінат						-	16,4	21,2	13,5	8,1	4,2	1,4	9,5	74
Мокрянка							-	13,3	8,5	5,1	2,6	0,9	5,9	36
вул. Юності								-	11,9	7,1	3,7	1,3	8,3	32
вул. Рязанська									-	13,1	6,8	2,3	15,4	38
Клініка «Візу»										-	9,3	3,2	21,2	34
вул. Ситова											-	3,7	24,2	28
вул. Європейська												-	20,7	21
Разом	-	42	20	46	62	43	31	54	46	41	31	14	114	

Таблиця 3.3 – Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій маршруту №5а (прямий напрям)

	вул. Олімпійська	вул. Європейська	вул. Ситова	Клініка «Візуз»	вул. Рязанська	вул. Юності	На вимогу	вул. Молочна	Мокрянка	М'ясокомбінат	вул. Корищенка	Школа	вул. Колерова	Училище № 27	Заводоуправління	Разом
вул. Олімпійська	-	41	27,3	33,4	35,3	19,2	6,4	14,7	11	11,6	11,9	8,9	1,3	4,2	23,9	250
вул. Європейська		-	0,7	0,8	0,9	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0	0,1	0,6	5
вул. Ситова			-	2,8	2,9	1,6	0,5	1,2	0,9	1	1	0,7	0,1	0,3	2	15
Клініка «Візуз»				-	3,9	2,1	0,7	1,6	1,2	1,3	1,3	1	0,1	0,5	2,6	16
вул. Рязанська					-	3,6	1,2	2,8	2,1	2,2	2,3	1,7	0,2	0,8	4,5	21
вул. Юності						-	1	2,2	1,7	1,8	1,8	1,4	0,2	0,6	3,6	14
На вимогу							-	1	0,8	0,8	0,8	0,6	0,1	0,3	1,7	6
вул. Молочна								-	2	2,1	2,2	1,6	0,2	0,8	4,4	13
Мокрянка									-	3,9	4	3	0,4	1,4	8	21
М'ясокомбінат										-	7,4	5,6	0,8	2,6	14,9	31
вул. Корищенка											-	9,4	1,4	4,4	25,2	40
Школа												-	1	3,4	19,3	24
вул. Колерова													-	2,7	15,7	18
Училище № 27														-	5,5	6
Усього	0	41	28	37	43	27	10	24	20	25	33	34	6	22	132	

Таблиця 3.4 – Матриця міжзупинкових пасажирських кореспонденцій маршруту №5А (зворотний напрямок)

	Прохідна	Автострада	Холодильник	Овочебаза	Цегляний завод	М'ясокомбінат	Мокрянка	вул. Молочна	вул. Юності	вул. Рязанська	Клініка «Візус»	вул. Ситова	вул. Європейська	вул. Олімпійська	Разом
Прохідна	-	53,6	7,3	8,7	3,9	4,1	4,6	1,7	1	2,1	0,7	0,8	1,1	0,5	90
Автострада		-	11,3	13,5	6	6,3	7,2	2,7	1,5	3,3	1,1	1,2	1,7	0,8	57
Холодильник			-	3,5	1,6	1,6	1,9	0,7	0,4	0,9	0,3	0,3	0,4	0,2	12
Овочебаза				-	5,9	6,3	7,2	2,7	1,5	3,3	1,1	1,2	1,7	0,8	32
Цегляний завод					-	2,1	2,4	0,9	0,5	1,1	0,4	0,4	0,6	0,3	9
М'ясокомбінат						-	14,1	5,2	3	6,5	2,2	2,3	3,3	1,7	38
Мокрянка							-	5,3	3	6,5	2,2	2,3	3,3	1,7	24
вул. Молочна								-	3,3	7,3	2,5	2,6	3,7	1,9	21
вул. Юності									-	6,3	2,1	2,2	3,2	1,6	15
вул. Рязанська										-	3,4	3,5	5,1	2,6	15
Клініка «Візус»											-	3,4	5	2,5	11
вул. Ситова												-	5,1	2,5	8
вул. Європейська													-	1,9	2
Разом	0	54	19	26	17	20	37	19	14	37	16	20	34	19	

Середню відстань поїздки пасажир на маршруті визначаємо на підставі розрахованих елементів матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій за формулою

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

де l_i – довжина i -го перегону маршруту, км.

Для автобусного маршруту № 5 у прямому напрямку

$$\begin{aligned}\bar{l}_{\text{пр}} = & \frac{409 \cdot 1,18 + 362 \cdot 0,273 + 343 \cdot 0,368 + 323 \cdot 0,841 + 307 \cdot 0,484}{409 + 30 + 44 + 30 + 69 + 21 + 17 + 66 + 15 + 19 + 17 + 28 + 64} + \\ & + \frac{285 \cdot 0,513 + 262 \cdot 0,835 + 300 \cdot 0,391 + 238 \cdot 0,605 + 210 \cdot 0,823}{+} \\ & + \frac{187 \cdot 1,02 + 174 \cdot 0,887 + 146 \cdot 1,112}{+} = \frac{3394,13}{829} = 4,09 \text{ км.}\end{aligned}$$

Для маршруту № 5 у зворотному напрямку

$$\begin{aligned}\bar{l}_{\text{зв}} = & \frac{178 \cdot 0,62 + 171 \cdot 0,529 + 163 \cdot 0,376 + 136 \cdot 0,45 + 100 \cdot 1,338}{211 + 28 + 9 + 13 + 19 + 74 + 36 + 32 + 38 + 34 + 28 + 21} + \\ & + \frac{135 \cdot 0,391 + 141 \cdot 1,348 + 121 \cdot 0,484 + 113 \cdot 0,841 + 106 \cdot 0,368}{+} \\ & + \frac{103 \cdot 0,273 + 109 \cdot 1,18}{+} = \frac{2249,3}{543} = 4,14 \text{ км.}\end{aligned}$$

Середньозважена довжина поїздки пасажирів на маршруті №5

$$\bar{l} = \frac{\bar{l}_{\text{пр}} \cdot A_{\text{пр}} + \bar{l}_{\text{зв}} \cdot A_{\text{зв}}}{A_{\text{пр}} + A_{\text{зв}}} = \frac{4,09 \cdot 847 + 4,14 \cdot 543}{847 + 543} = 4,11 \text{ км.}$$

Для маршруту №5а у прямому напрямку

$$\begin{aligned}\bar{l}_{\text{пр}} = & \frac{248 \cdot 1,18 + 212 \cdot 0,273 + 199 \cdot 0,368 + 178 \cdot 0,841 + 156 \cdot 0,484}{248 + 5 + 15 + 16 + 21 + 14 + 6 + 13 + 20 + 30 + 38 + 22 + 34} + \\ & + \frac{143 \cdot 0,513 + 139 \cdot 0,310 + 128 \cdot 0,525 + 128 \cdot 0,391 + 133 \cdot 1,217}{+} \\ & + \frac{138 \cdot 0,82 + 126 \cdot 0,458 + 137 \cdot 0,4 + 120 \cdot 0,505}{+} = \frac{1930,77}{480} = 4,02 \text{ км.}\end{aligned}$$

Для маршруту №5а у зворотному напрямку

$$\begin{aligned}\bar{l}_{зв} &= \frac{85 \cdot 0,712 + 97 \cdot 0,852 + 92 \cdot 1,029 + 103 \cdot 0,598 + 96 \cdot 0,605}{93 + 61 + 13 + 36 + 10 + 47 + 33 + 31 + 24 + 28 + 24 + 21 + 12} + \\ &+ \frac{123 \cdot 0,391 + 119 \cdot 0,525 + 131 \cdot 0,823 + 141 \cdot 0,484 + 132 \cdot 0,841}{+} \\ &+ \frac{140 \cdot 0,368 + 141 \cdot 0,273 + 119 \cdot 1,18}{334} = \frac{1285,57}{334} = 3,85 \text{ км.}\end{aligned}$$

Середньозважена довжина поїздки пасажира на маршруті №5а

$$\bar{l} = \frac{\bar{l}_{пр} \cdot A_{пр} + \bar{l}_{зв} \cdot A_{зв}}{A_{пр} + A_{зв}} = \frac{4,02 \cdot 480 + 3,85 \cdot 334}{480 + 334} = 3,95 \text{ км.}$$

Як бачимо з розрахунків, середня відстань поїздки пасажира на розглядуваних маршрутах несуттєво відрізняється по власне маршрутах та їх напрямках та складає приблизно 4 км. Надалі ця величина буде використана при розрахунку тарифу на перевезення пасажирів на маршрутах.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок собівартості перевезень

Розрахунок собівартості перевезень пасажирів на міських автобусних маршрутах № 5 та № 5А виконуємо згідно Методики розрахунку тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту, затвердженої наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 17.11.2009 року № 1175.

При розрахунках приймаємо:

- вартість нового автобуса ЗАЗ А08А18 – 2 294 000 грн;
- вартість 1 л дизельного палива – 45,0 грн;
- мінімальна годинна тарифна ставка заробітної плати – 40,46 грн/год.

Інші показники приймаємо за даними автотранспортного підприємства-перевізника та характеристик маршрутів.

Результати розрахунку собівартості виконання 1 км пробігу автобусів на маршрутах № 5 та № 5А наведені у додатку А. За даними розрахунку, собівартість 1 км пробігу автобусів Mercedes Sprinter на маршруті № 5А дорівнює $c_{\text{км}} = 15,87$ грн/км, автобусів ЗАЗ А08А18 на маршруті № 5 $c_{\text{км}} = 23,49$ грн/км.

4.2 Розрахунок тарифу на перевезення пасажирів

Вартість проїзду для пасажирів на маршрутах знаходимо за формулою

$$T = \frac{k_p \cdot c_{\text{км}} \cdot \bar{l}}{q_p \cdot \gamma_d}, \quad (4.1)$$

де k_p – коефіцієнт, що враховує рентабельність перевезень. Приймаємо $k_p = 1,15$;

$\bar{l}$ – середня відстань поїздки пасажирів, км.;

q_p – розрахункова пасажиромісткість автобуса, пас.;

γ_d – динамічний коефіцієнт використання пасажиромісткості.

Тариф на перевезення автобусами різних типів становитиме:

– для автобусів Mercedes Sprinter на маршруті № 5А

$$T_{\text{Merc}} = \frac{1,15 \cdot 1587,14 \cdot 3,95}{18 \cdot 0,4} = 1001,4 \text{ коп.}$$

– для автобусів ЗАЗ А08А18 на маршруті № 5

$$T_{\text{ЗАЗ}} = \frac{1,15 \cdot 2349,02 \cdot 4,11}{41 \cdot 0,28} = 902,65 \text{ коп.}$$

Таким чином, економічно обґрунтована вартість проїзду на маршруті № 5А на автобусах Mercedes Sprinter має становити $T = 10,0$ грн, на автобусах ЗАЗ А08А18 на маршруті № 5 $T = 9,0$ грн. Для пришвидшення окупності значних додаткових капітальних вкладень на придбання нових автобусів доцільно встановити однаковий тариф на проїзд на обох маршрутах у розмірі $T = 10,0$ грн.

4.3 Розрахунок доходу та прибутку від виконання перевезень

Дохід від виконання перевезень визначаємо за формулою

$$Д = (A_{\text{пр.г}} + A_{\text{обр.г}}) \cdot T, \quad (4.2)$$

де $A_{\text{пр.г}}$, $A_{\text{обр.г}}$ – річний обсяг перевезень пасажирів на маршруті.

Річний обсяг перевезень пасажирів на маршруті № 5:

$$A_{\text{пр.г.}} = 365 \cdot 1539 = 561735 \text{ пас.}; \quad A_{\text{об.г.}} = 365 \cdot 1232 = 449680 \text{ пас.}$$

Річний обсяг перевезень на маршруті №5 А:

$$A_{\text{пр.г.}} = 365 \cdot 830 = 302950 \text{ пас.}; \quad A_{\text{об.г.}} = 365 \cdot 795 = 290175 \text{ пас.}$$

За проєктним варіантом (вартість проїзду на маршрутах № 5 та № 5А є однаковою та складає 12,0 грн)

$$D_{\text{пр}} = (561735 + 449680) \cdot 10,0 + (302950 + 290175) \cdot 10,0 = 16\,045\,400 \text{ грн.}$$

Прибуток від виконання перевезень визначаємо як різницю між річним доходом та річними експлуатаційними витратами [6]

$$П = Д - С. \quad (4.3)$$

За проєктним варіантом річний пробіг автобусів ЗАЗ А08А18 складає $L_{\text{р.заг.}} = 284307 \text{ км.}$, річний пробіг автобусів Mercedes Sprinter складає $L_{\text{р.заг.}} = 329884 \text{ км.}$

Річні витрати на перевезення пасажирів за проєктним варіантом становитимуть

$$C_{\text{пр}} = 284307 \cdot 23,49 + 329884 \cdot 15,87 = 11\,913\,631 \text{ грн.}$$

Прибуток від виконання перевезень за проєктним варіантом складає

$$П = 16045400 - 11913631 = 4\,131\,769 \text{ грн.}$$

Рентабельність пасажирських перевезень визначимо за формулою

$$P = \frac{П}{С} \times 100\% = \frac{4131769}{11913631} \times 100\% = 34,6 \%. \quad (4.4)$$

ВИСНОВКИ

В результаті реалізації дипломної роботи були закріплені теоретичні та практичні знання, отримані під час навчання за навчальними дисциплінами «Пасажи́рські перевезення», «Транспортне право», «Основи теорії транспортних процесів і систем», «Основи економіки транспорту», «Економіка транспорту».

Проектні рішення передбачають заміну рухомого складу на маршруті № 5 «вул. Олімпійська – Автострада» на сучасні міські автобуси з низькою підлогою ЗАЗ А08А18 пасажиромісткістю 43 пасажира (наразі на маршруті експлуатуються мікроавтобуси Mercedes Sprinter максимальною пасажиромісткістю 22 пасажири). На підставі результатів обстеження пасажиропотоків встановлено, що потреба у рухомому складі на маршрутах дорівнює по 3 одиниці на кожному з маршрутів, що забезпечує задоволення попиту на перевезення пасажирів та прийнятний для пасажирів інтервал руху автобусів на маршрутах.

Проведені економічні розрахунки підтвердили правильність пропонованих проектних рішень. При заміні рухомого складу, пов'язаного з доволі значними додатковими капітальними вкладеннями, вартість проїзду на маршрутах № 5 та № 5А не змінюється, прибуток від надання транспортних послуг пасажирам складає більше ніж 4 млн. грн. на рік, а рентабельність пасажирських перевезень дорівнює 34 %.

Запропоновані проектні рішення можуть бути прийняті до реалізації в умовах Управління з питань транспортного забезпечення та зв'язку Запорізької міської ради або автотранспортного підприємства-перевізника, що обслуговує маршрути № 5 та № 5 А.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Босняк М. Г. Пасажирські автомобільні перевезення : навч. посібник. К. : Видавничий дім «Слово», 2011. 272 с.
2. Моделирование пассажиропотоков в транспортной системе. – М. : Транспорт, 1977. 200 с.
3. Доля В. К. Пасажирські перевезення : підручник. Харків : Форт, 2011. 504 с.
4. Організація та управління пасажирськими перевезеннями : підручник / В. С. Маруніч та ін. К. : Міленіум, 2017. 528 с.
5. Ефремов И. С., Кобозев В. М., Юдин В. А. Теория городских пассажирских перевозок. – М. : Высшая школа, 1980. 535 с.
6. Щелкунов В. І. Основи економіки транспорту : підручник. К. : Кондор, 2010. 392 с.

ДОДАТОК А

Розрахунок собівартості кілометра пробігу автобусами

Собівартість кілометра пробігу автобусами визначимо за формулою

$$c_{\text{км}} = Z_{\text{в}} + Z_{\text{р}} + C_{\text{т}} + C_{\text{см}} + C_{\text{то}} + C_{\text{ш}} + A + C_{\text{а}} + C_{\text{пр}}, \quad (\text{A.1})$$

де $Z_{\text{в}}$ – заробітна плата водіїв основна та додаткова з відрахуваннями на соціальне страхування, грн.;

$Z_{\text{р}}$ – заробітна плата ремонтних робітників основна та додаткова з відрахуваннями на соціальне страхування, грн.;

$C_{\text{т}}$ – витрати на паливо, грн;

$C_{\text{см}}$ – витрати на мастильні матеріали, грн;

$C_{\text{то}}$ – витрати на технічне обслуговування та ремонт, грн;

$C_{\text{ш}}$ – витрати на ремонт та відновлення автомобільних шин, грн;

A – амортизація рухомого складу, грн;

$C_{\text{а}}$ – витрати на акумуляторні батареї, грн.;

$C_{\text{пр}}$ – інші витрати, грн.

Розрахунок заробітної плати водіїв автобусів наведено у таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Розрахунок заробітної плати водіїв

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
1. Основна заробітна плата, коп/год.	4788,0	5855,0
2. Додаткова заробітна плата, коп/год., у т. ч.		
– доплата за класність (25 %)	1197	1464
– оплата відпусток (9,5 %)	454,86	556,22

Продовження таблиці А.1.

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
3. Заробітна плата основна та додаткова, грн/год.	64,40	78,75
4. Експлуатаційна швидкість, км/год	22,1	22,1
5. Заробітна плата, коп/км.	291,40	356,33
6. Заробітна плата інженерно-технічних працівників та службовців (10% від фонду заробітної плати водіїв), коп/км.	29,14	35,63
7. Загальний фонд заробітної плати, коп/км	320,54	391,96
8. Єдиний внесок у фонди загальнодержавного соціального страхування (22%), коп/км.	70,51	86,23
Разом заробітна плата водіїв та ІТР, коп/км.	391,05	478,19

Розрахунок заробітної плати ремонтних робітників, що виконують технічне обслуговування та ремонт автобусів, наведено у таблиці А.2.

Таблиця А.2 – Розрахунок заробітної плати ремонтних робітників

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
1. Річний пробіг автобуса, км	99742	100788
2. Періодичність видів ТО, км:		
ТО-1	5000	5000
ТО-2	20000	20000
3. Нормативи трудомісткості:		
ЕО, чол-ч одне обслуговування	0,8	0,8
ТО-1, чол-ч одне обслуговування	5,8	5,8
ТО-2, чол-ч одне обслуговування	24,0	24,0
ТР, чол-ч/1000 км	6,2	6,2

Продовження таблиці А.2.

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
4. Кількість обслуговувань на річний пробіг, одиниць:		
ЕО	320	320
ТО-1	20	20
ТО-2	5	5
5. Трудомісткість робіт з ТО та ТР, чол-год:		
ЕО	256	256
ТО-1	116	116
ТО-2	120	120
ТР	618	625
Усього	1110	1117
6. Трудомісткість робіт з ТО та ТР на 1000 км пробігу, чол-год	11,13	11,08
7. Годинна тарифна ставка ремонтних працівників (III розряд), коп/год	4470	4470
8. Розмір доплат та надбавок: за інтенсивну працю – 12%, за високу професійну майстерність – 12%	24%	24%
9. Годинна тарифна ставка з урахуванням доплат та надбавок, коп/ч	5543	5543
10. Оплата відпусток (9,5%), коп/год	84,94	84,94
11. Разом годинна тарифна ставка з урахуванням доплат, надбавок та оплат відпусток, коп/год	5632,6	5632,6
12. Єдиний внесок у фонди загальнодержавного соціального страхування (22%), коп/км.	1239,2	1239,2

Кінець таблиці А.2

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
13. Разом годинний фонд заробітної плати ремонтних робітників з відрахуваннями на соціальне страхування, коп/ч	6871,8	6871,8
14. Заробітна плата ремонтних робітників на 1 км пробігу автобусів, коп/км	76,48	76,14

Витрати на паливо автобусами визначимо за формулою

$$C_T = 0,01(1 + k_{\Sigma}) \cdot H_s \cdot C_T, \quad (A.2)$$

де H_s – базова лінійна норма на пробіг автобуса, л/100 км;

k_{Σ} – сумарний коригуючий коефіцієнт до базової лінійної норми витрати палива, %;

C_T – ціна 1 л палива (дизельне паливо), грн/л.;

Розрахунок витрат за паливо наведено у таблиці А.3.

Таблиця А.3 – Розрахунок витрат на паливо

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
1. Лінійна норма витрати палива, л/100 км.	13,0 дт	17,5 дт
2. Додаткова витрата палива		
– за роботу у місті Запоріжжя	15	15
– за виконання роботи, пов'язаної з частими технологічними зупинками	10	10
3. Ціна 1 л дизельного палива, грн/л	45,0	45,0

Кінець таблиці А.3.

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
4. Витрати палива на 1 км пробігу, л	0,163	0,219
5. Витрати на паливо на 1 км пробігу, коп/км	733,50	985,50

Витрати на мастильні матеріали приймаємо у розмірі 15 % витрат на паливо. Для автобусів Mercedes Sprinter $C_{\text{см}} = 110,03$ коп/км, для автобусів ЗАЗ А08А18 $C_{\text{см}} = 147,83$ коп/км.

Витрати на запасні частини та матеріали для ремонту визначаємо відповідно до нормативів витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт за базовими марками автомобілів, затвердженими Наказом міністерства транспорту від 14.11.1995 р. Результати розрахунку наведено в таблиці А.4.

Таблиця А.4 – Розрахунок витрат на запасні частини та матеріали

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
1. Витрати запасні частини, грн/1000 км	143,87	226,48
2. Витрати на матеріали, грн/1000 км	175,49	296,61
3. Витрати на запчастини та матеріали, коп/км	31,93	52,31

Витрати на автомобільні шини визначимо за формулою

$$C_{\text{ш}} = \frac{Ц_{\text{ш}}}{L_{\text{ш}}}, \quad (\text{А.3})$$

де $Ц_{\text{ш}}$ – ціна комплекту шин, грн;

$L_{\text{ш}}$ – нормативний пробіг шин до заміни, км.

Розрахунок витрат за автомобільні шини наведено у таблиці А.5.

Таблиця А.5 – Витрати на автомобільні шини

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
1. Кількість шин, одиниць	5	7
2. Розмір шин	225/70/15С	7,50R–16
3. Норма експлуатаційного пробігу автошин, тис. км.	75	80
4. Вартість шини, грн.	3698	4869
5. Витрати на автошини на 1 км пробігу, коп/км.	24,65	42,60

Амортизаційні відрахування на рухомий склад визначаємо виходячи з річної норми амортизаційних відрахувань 20 %. Результати розрахунку амортизаційних відрахувань наведено у таблиці А.6.

Таблиця А.6 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
1. Балансова вартість автобуса, грн.	377 520	2 294 000
2. Річна норма амортизації, %	20	20
3. Річний пробіг автобуса, км.	99742	100788
4. Амортизаційні відрахування, грн.	129 829	458 800
5. Амортизаційні відрахування, коп/км	130,16	455,21

Витрати на акумуляторні батареї розраховуємо за формулою

$$C_a = \frac{100 \cdot \Pi_{аб} \cdot n_{аб}}{H_{аб} \cdot I}, \quad (A.4)$$

де $\Pi_{аб}$ – ціна акумуляторної батареї, грн;

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

$H_{аб}$ – експлуатаційна норма середнього ресурсу 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 – фактична інтенсивність експлуатації автомобільного транспортного засобу, км/місяць.

Розрахунок витрат на акумуляторні батареї наведено у таблиці 3.7.

Таблиця А.7 – Розрахунок витрат на акумуляторні батареї

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
1. Тип акумуляторної батареї	55DL23L	6СТ-90
2. Кількість акумуляторних батарей	1	2
3. Місячний пробіг автобуса, км	8311	8399
4. Норма середнього ресурсу акумуляторної батареї, міс.	18	18
5. Вартість акумулятора, грн.	2867,5	3279,8
6. Витрати на акумулятори на 1 км пробігу, коп/км	1,92	4,34

Загальновиробничі витрати приймаємо за даними підприємства у розмірі 30% від фонду оплати праці водіїв. Для автобусів Mercedes Sprinter $C_{пр} = 0,3 \cdot 291,40 = 87,42$ коп/км, для автобусів ЗАЗ А08А18 $C_{пр} = 0,3 \cdot 356,33 = 106,90$ коп/км.

Результати розрахунку собівартості перевезень наведено у таблиці А.8.

Таблиця А.8 – Собівартість виконання 1 км пробігу автобусами за статтями витрат

Стаття	Тип автобуса	
	Mercedes Sprinter	ЗАЗ А08А18
1. Заробітна плата водіїв, коп/км.	391,05	478,19
2. Заробітна плата ремонтних робітників, коп/км	76,48	76,14
3. Паливо, коп/км.	733,50	985,50
4. Мастильні матеріали, коп/км.	110,03	147,83
5. Автомобільні шини, коп/км.	24,65	42,60
6. Запасні частини та матеріали для автобусів, коп/км.	31,93	52,31
7. Амортизація рухомого складу, коп/км.	130,16	455,21
8. Витрати на акумуляторні батареї, грн/км	1,92	4,34
9. Загальновиробничі витрати, коп/км.	87,42	106,90
Собівартість виконання 1 км пробігу, коп.	1587,14	2349,02