

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 ОЦІНКА ТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ НА МІСЬКОМУ АВТОБУСНОМУ
МАРШРУТІ № 18 МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав: студент II курсу, групи T-313м

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

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

	<u>Артем КОСТИЛЬОВ</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 2024 року

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

КОСТИЛЬОВА Артема Михайловича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Оцінка та підвищення якості транспортного обслуговування пасажирів на міському автобусному маршруті № 18 міста Запоріжжя

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

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

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

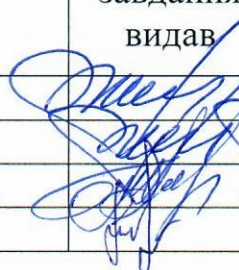
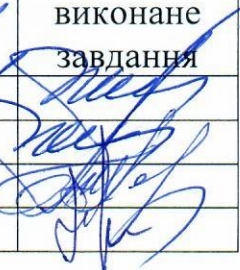
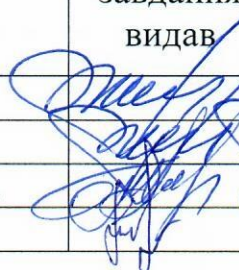
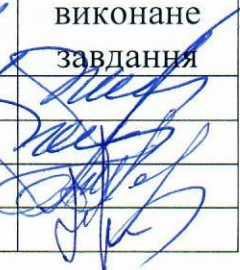
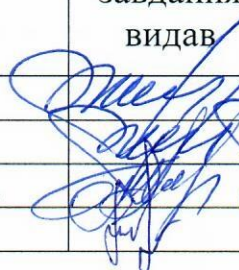
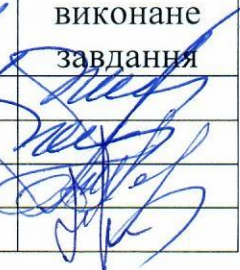
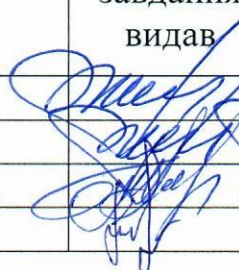
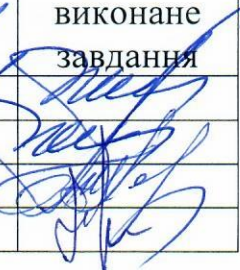
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі пасажиропотоки та обсяги перевезення пасажирів на маршруті, існуючі типи пасажирського рухомого складу, існуючі техніко-економічні показники роботи автобусів на маршруті №18, існуючий паспорт маршруту

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Вибір і обґрунтування рухомого складу на маршруті № 18, 2.2 Вибір раціональних режимів роботи та відпочинку водіїв на маршруті № 18 методом графоаналітичного розрахунку, 2.3 Розробка розкладів руху на маршруті № 18, 3. Економічна частина, 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

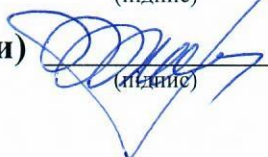
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	28.10.2024-10.11.2024	
2	Основна частина	11.11.2024-15.12.2024	
3	Економічна частина	16.12.2024-29.12.2024	
4	Охорона праці	20.01.2025-26.01.2025	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат,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

Студент(ка)


(підпис)

Артем КОСТИЛЬОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Олексій КУЗЬКІН
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 87 с., 20 табл., 15 рис., 1 дод., 9 джерел.

АВТОБУС, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, МАРШРУТ, РОЗКЛАД
РУХУ, ЧИСТА ПОТОЧНА ВАРТІСТЬ

Об'єкт дослідження — міський автобусний маршрут загального користування № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» міста Запоріжжя.

Мета роботи — розробка заходів з удосконалення організації перевезень пасажирів на маршруті № 18 з метою забезпечення нормативних вимог щодо якості транспортного обслуговування пасажирів на маршруті шляхом заміни рухомого складу.

Методи дослідження — у роботі використані натурні методи обстеження пасажиропотоків на маршруті, метод графоаналітичного розрахунку вибору раціональних режимів праці та відпочинку водіїв, напівавтоматизований метод складення розкладу руху автобусів на маршруті.

У магістерській роботі вивчено та проаналізовано існуючу організацію перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті загального користування № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» міста Запоріжжя. На підставі обстеження пасажирських потоків табличним методом та розрахунку показників якості обслуговування пасажирів встановлено, що низка з них не відповідають встановленим вимогам. Для забезпечення відповідності фактичних показників транспортного обслуговування пасажирів встановленим показникам якості розглянуті варіанти заміни рухомого складу (автобуси МАЗ-103) на сучасні міські автобуси ЗАЗ А08 пасажиромісткістю 49 пасажирів та ЗАЗ А10 пасажиромісткістю 60 пасажирів. Економічно доцільним на підставі розрахунків виявився другий пропонований варіант.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Загальна характеристика міського автобусного маршруту загального користування № 18.....	8
1.2 Характеристика рухомого складу на маршруті № 18.....	12
1.3 Обстеження пасажирських потоків на маршруті № 18.....	15
1.3.1 Порядок проведення обстеження.....	15
1.3.2 Результати обстеження пасажиропотоків та показники роботи.....	17
1.4 Якість транспортного обслуговування та показники роботи транспорту з перевезення пасажирів на маршруті № 18.....	24
1.5 Недоліки існуючого становища і постановка задач роботи.....	31
2 Основна частина.....	33
2.1 Вибір і обґрунтування рухомого складу на маршруті № 18.....	33
2.2 Вибір раціональних режимів роботи та відпочинку водіїв на маршруті методом графоаналітичного розрахунку.....	38
2.2.1 Графоаналітичний розрахунок для автобусів ЗАЗ А08А0В.....	43
2.2.2 Графоаналітичний розрахунок для автобусів ЗАЗ А10С3А.....	49
2.3 Розробка розкладів руху на маршруті № 18.....	54
3 Економічна частина.....	59
3.1 Розрахунок капітальних вкладень.....	59
3.2 Розрахунок собівартості перевезень.....	59
3.3 Розрахунок вартості проїзду на маршруті.....	68
3.4 Розрахунок доходу та прибутку від виконання перевезень.....	69
3.5 Розрахунок чистої поточної вартості пропонованих варіантів транспортного обслуговування пасажирів на маршруті.....	71

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	74
4.1 Заходи з цивільного захисту.....	74
4.1.1 Заходи з пожежної безпеки.....	74
4.1.2 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	75
Висновки.....	77
Перелік джерел посилання.....	78
Додаток А.....	79

ВСТУП

Незважаючи на стрімке зростання рівня автомобілізації в Україні і світі, міський масовий громадський транспорт забезпечує більшу частку пересувань мешканців сучасних міст та виконує свою функцію для усіх без виключення верств громадян, включаючи і власників приватних автомобілів.

Час, що витрачається населенням міста на поїздки у громадському транспорті, є здебільшого непродуктивним, тож підлягає безумовній мінімізації. Крім мети скорочення тривалості пересування у місті з використанням громадського транспорту важливим є забезпечення належної якості обслуговування пасажирів, що виражається у скороченні тривалості очікування, поїздки у помірно заповненому рухомому складі, з належним рівнем освітлення, вентиляції, з повним дотриманням безпеки пасажирів під час здійснення перевезень.

Міський громадський транспорт міста Запоріжжя не можна назвати досконалим та якісним. При цьому ще у середині 2000-х років міська влада затвердила систему показників якості пасажирських перевезень. З того часу у міській транспортній системі відбулися значні зміни — скоротилися обсяги перевезень пасажирів міським електротранспортом, більшу частку рухомого складу пасажирського транспорту у місті складають мікроавтобуси, підприємство «Запоріжелектротранс» здійснило закупівлю автобусів великої пасажиромісткості і розпочало обслуговувати міські автобусні маршрути з дотриманням усіх соціальних гарантій, наданих державою усім категоріям населення міста.

У даній магістерській роботі розглянуті питання оцінки якості обслуговування пасажирів на міському автобусному маршруті загального користування № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» у місті Запоріжжя.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика міського автобусного маршруту загального користування № 18

Міський автобусний маршрут № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» є діаметральним маршрутом пасажирських перевезень та проходить територією Дніпровського, Вознесенівського, Олександрівського та Комунарського районів міста Запоріжжя. Маршрут є одним з найбільших за довжиною у місті та був відкритий у 2016 році, коли комунальне підприємство «Запоріжелектротранс» згідно з Програмою розвитку громадського транспорту у місті Запоріжжя вперше за довгі роки придбало автобусний рухомий склад великої пасажиромісткості — автобуси МАЗ-103 пасажиромісткістю 100 пасажирів. Загальні характеристики міського автобусного маршруту № 18 наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 — Характеристика міського автобусного маршруту № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» міста Запоріжжя

Найменування показника	Кількісні показники за напрямками руху	
	прямий	зворотний
1. Довжина маршруту, км	19,9	19,6
2. Тривалість рейсу, хв.	70	65
3. Зупинки тарифні, кількість	34	32
4. Кількість та клас рухомого складу	9 одиниць класу I	

Схема міського автобусного маршруту № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» наведена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 — Схема міського автобусного маршруту № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» міста Запоріжжя

У табл. 1.2 наведений перелік зупинок та перегонів автобусного маршруту № 18.

Таблиця 1.2 — Перелік зупинок та перегонів міського автобусного маршруту № 18

№ зупинки	Назва зупинки	Відстань між зупинками, м.	№ зупинки	Назва зупинки	Відстань між зупинками, м.
Прямий напрямок			Зворотний напрямок		
1	Бородінський мкрн.	—	32	4-й Південний мкрн.	—
2	вул. проф. Толока	400	31	На вимогу	300
3	Школа № 96	400	30	На вимогу	500
4	вул. П. Сагайдачного	500	29	вул. В. Українця	800
5	вул. Д. Вишневецького	400	28	вул. Автозаводська	500
6	На вимогу	500	27	В-л «Запоріжжя-1»	1400
7	вул. Каховська	400	26	ЗАЗ	600
8	ДніпроГЕС	700	25	Автовокзал	500
9	пл. Запорізька	2400	24	вул. Базарна	800
10	К-з ім. Глінки	400	23	Театр ім. Магара	400
11	пр. Металургів	300	22	М-н Університетський	700
12	пл. ім. Поляка О. В.	800	21	Ред. газ. «Зап. Січ»	600
13	бул. Шевченка	400	20	Обласна бібліотека	600
14	вул. Миру	600	19	М-н. Пушкіна	600
15	вул. Сталеварів	400	18	вул. Д. Донцова	1400
16	ТЦ «Україна»	500	17	пл. Фестивальна	600

Кінець таблиці 1.2.

№ зупинки	Назва зупинки	Відстань між зупинками, м.	№ зупинки	Назва зупинки	Відстань між зупинками, м.
17	пл. Фестивальна	600	16	ТЦ «Україна»	500
18	вул. Д. Донцова	600	15	вул. Сталеварів	400
19	Майдан Вернадського	1400	14	вул. Миру	600
20	Обласна бібліотека	600	13	бул. Шевченка	600
21	Ред. газ. «Зап. Січ»	600	12	пл. ім. Поляка О. В.	400
22	М-н Університетський	600	11	пр. Металургів	800
23	Театр ім. Магара	700	10	К-з ім. Глінки	300
24	вул. Базарна	400	9	пл. Запорізька	400
25	Автовокзал	800	8	ДніпроГЕС	2400
26	ЗАЗ	500	7	вул. Каховська	700
27	В-л «Запоріжжя-1»	600	6	На вимогу	400
28	На вимогу	700	5	вул. Д. Вишневецького	500
29	вул. Автозаводська	500	4	вул. П. Сагайдачного	400
30	На вимогу	200	3	Школа №96	500
31	вул. В. Українця	600	2	вул. проф. Толока	400
32	Амстор	600	1	Бородінський мкрн.	400
33	На вимогу	200			
34	4-й Південний мкрн.	500			
Разом, м		19 900	Разом, м		19 600

Діючим розкладом руху автобусів на маршруті №18 передбачено 9 двох-змінних випусків у звичайному режимі руху з загальною кількістю 50 зворотних рейсів на добу.

1.2 Характеристика рухомого складу на маршруті № 18

Маршрут № 18 обслуговується автобусами МАЗ-103, МАЗ-203 класу І. До такого класу належать пасажирські автобуси, призначені для перевезення пасажирів стоячи та сидячи, у яких кількість місць для сидіння перевищує 22 пасажири (крім водія), конструкція яких дає можливість пасажирам безперешкодно пересуватися по салону автобуса. Згідно Вимог щодо використання автобусів за видами сполучень, режимами руху та протяжністю маршрутів, за параметрами пасажиромісткості, комфортності, технічних та екологічних показників, затверджених наказом Міністерства інфраструктури України від 24.07.2024 р. № 688, автобуси класу І можуть використовуватись на міських та приміських перевезеннях виключно у звичайному режимі руху та мають відповідати екологічним нормам Євро 3 — Євро 6.

Міський пасажирський автобус МАЗ-103 має довжину 12 метрів та вироблявся Мінським автомобільним заводом у період з 1996 року по 2020 роки. В залежності від модифікації автобус може використовуватись як на міських, так і на приміських маршрутах (зі збільшеною часткою місць для сидіння пасажирів у загальній пасажиромісткості). Модель має доволі сучасну зовнішність, передня частина автобуса споряджена круглими освітлювальними приладами, великими панорамними вікнами, широким інформаційним табло та компактним бампером з протитуманними ліхтарями.

Правий борт автобуса має три двохстворкові двері для посадки та висадки пасажирів, велику площу тонованого скла. Салон автобуса має напівнизкопідлогове компонування, у якому розташовані в залежності від модифіка-

ції та призначення автобуса від 19 до 39 місць для сидіння пасажирів. Загальна пасажиромісткість автобуса сягає 100 пасажирів при піковому завантаженні.

В якості силового агрегата на автобусах МАЗ-103, які експлуатуються на маршруті № 18, встановлено дизельні двигуни виробництва Mercedes-Benz (Німеччина) об'ємом циліндрів від 6,4 літри до 7,7 літрів потужністю 280 ... 320 кінських сил. Двигуни оснащені турбонаддувом, мають систему подачі палива Common Rail та відповідають нормам екологічної безпеки Євро-5 та Євро-6.

Автобус МАЗ-103 у штатній комплектації має гідропідсилювач рульового керування, пневматичну підвіску сидіння водія, опалювач салону, передпущковий підігрів двигуна, антиблокувальну систему гальм.

Габаритна схема міського автобуса МАЗ-103 наведена на рис. 1.2.

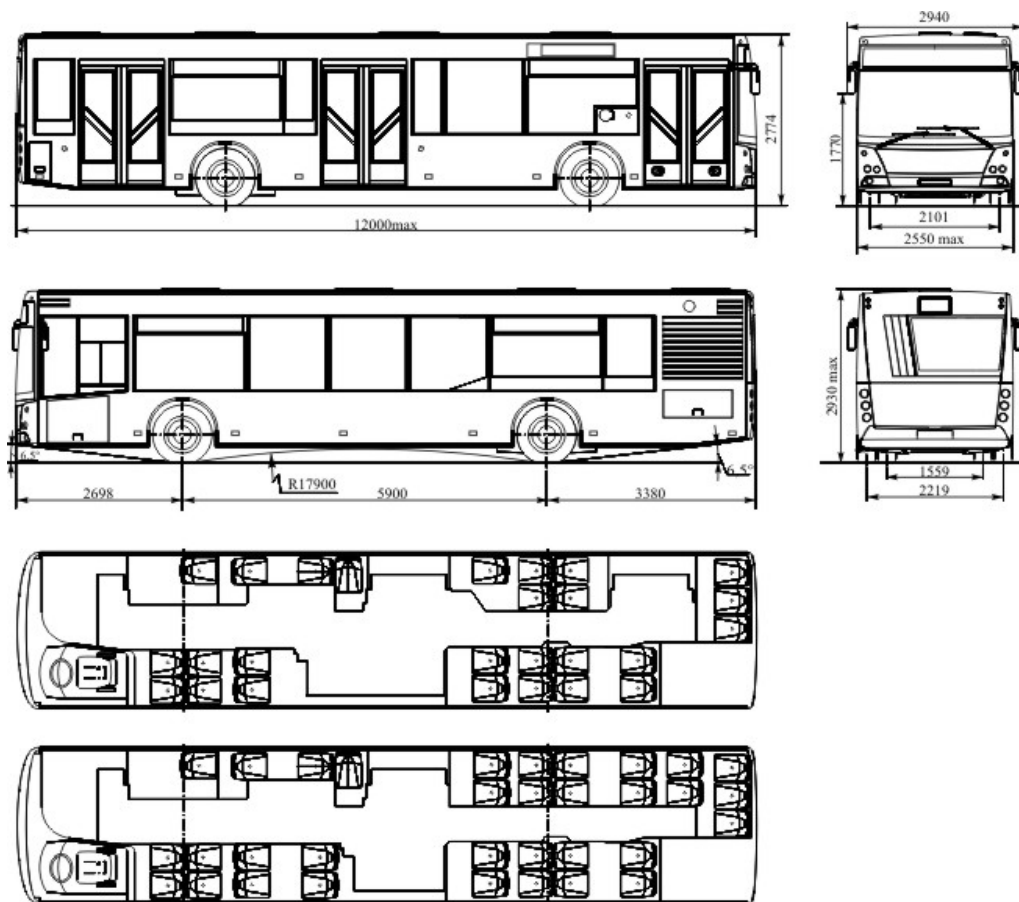


Рисунок 1.2 — Габаритна схема міського автобуса МАЗ-103

Основною відмінністю наступного покоління автобусів МАЗ-203 є постійна висота підлоги салону у 330 мм від рівня поверхні дороги, на відміну від моделі МАЗ-103 де через конструктивні особливості заднього мосту автобуса у задніх дверях наявна сходинка. Технічні характеристики міських пасажирських автобусів МАЗ-103 та МАЗ-203 наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 — Технічні характеристики автобусів МАЗ-103 та МАЗ-203

Характеристика	Значення характеристики для автобуса	
	МАЗ-103	МАЗ-203
1. Повна маса автобуса, т	18,0	18,0
2. Розподіл повної маси між осями, т:		
передня вісь	6,5	6,5
задня вісь	11,5	11,5
3. Кількість місць для пасажирів:		
місць для сидіння	21	24-34
загальна кількість місць	100	95-105
4. Потужність двигуна, кВт (к. с.)	169 (230)	240 (326)
5. Формула дверей	3x2	3x2
6. Габаритні розміри автобуса, мм:		
довжина	12000	12000
ширина	2550	2550
висота	3280	3280
7. Шини	295/80/R22.5	275/80/R22.5
8. Максимальна швидкість, км/год	70 ... 85	70 ... 85
9. Контрольна витрата палива, л/100 км, при швидкості 60 км/год	25,0	27,0

1.3 Обстеження пасажирських потоків на маршруті № 18

1.3.1 Порядок проведення обстеження

Порядок проведення обстеження пасажирських потоків на міських автобусних маршрутах визначається Порядком організації перевезень пасажирів і багажу автомобільним транспортом, затвердженим наказом Міністерства інфраструктури України від 15.07.2013 року № 480.

У відповідності до Порядку, вивчення рівня попиту пасажирів на автобусні перевезення у містах може здійснюватись шляхом розповсюдження, збирання та подальшого опрацювання анкет (анкетний метод обстеження), використання звернень фізичних (населення міста) та юридичних (установ, підприємств і організацій усіх форм власності) осіб або шляхом обстеження пасажирських потоків безпосередньо на окремих маршрутах, групі маршрутів або усій маршрутній мережі міста. Для вивчення потреб мешканців міста на міській автобусній перевезення використовуються такі методи обстеження пасажирських потоків:

а) табличний метод — застосовується для вивчення попиту пасажирів на перевезення на найбільш пасажиронапружених маршрутах. Під час обстеження пасажиропотоків цим методом збирається інформація про кількість пасажирів, які вийшли та увійшли до автобусів на усіх зупинках маршруту. Табличний метод доцільно використовувати на міських та приміських автобусних маршрутах;

б) обліковий метод — застосовується для вивчення попиту пасажирів на перевезення на міжміських автобусних маршрутах і передбачає збирання інформації та обробку даних про кількість квитків, проданих пасажирам на кожен рейс автобуса у міжміському сполученні. Надалі отримана інформація систематизується з моделюванням і отриманням пасажиропотоків між усіма зупиночними пунктами міжміського автобусного маршруту загального користування;

в) візуальний метод — застосовується на будь-якому автобусному маршруті загального користування і передбачає візуальну оцінку рівня наповнення салону автобуса у години «пік» на найбільш пасажиронапружених зупинках маршруту, які визначаються організатором регулярних пасажирських перевезень.

Вивчення попиту на перевезення пасажирів автобусами у містах може здійснюватись комплексно (на усіх маршрутах маршрутної мережі) — один раз на три роки; вибірково (на групі автобусних маршрутах чи районі обстеження) — у випадку якщо через об'єктивні причини відбувається суттєве змінювання пасажиропотоків (відкриття та закриття нових маршрутів, введення в дію нових об'єктів тяжіння пасажирів, відкриття та закриття торгівельних та промислових об'єктів тощо); коригувально — таке обстеження проводиться на будь-якому автобусному маршруті після чотирьох місяців його роботи з метою уточнення попиту на перевезення та коригування розкладу руху автобусів.

Обстеження пасажиропотоку на маршруті № 18 виконувалось з використанням табличного методу обстеження пасажиропотоків. Під час обстеження здійснювався підрахунок кількості пасажирів, які зайшли до автобуса та вийшли з автобуса на кожній зупинці маршруту. Такий підрахунок виконується обліковцями, які знаходяться в салоні автобуса та займають місця біля дверей автобуса. Дані про кількість пасажирів, що входять та виходять з автобуса, вносяться до маршрутної таблиці. У такій маршрутній таблиці, комплект яких надається кожному обліковцю, міститься інформація про назви зупинок, напрямок руху та порожні клітинки для занесення інформації щодо пасажирообміну на зупинках. Для забезпечення достовірності отриманої інформації про пасажиропотоки встановлюється мінімальна вибірковість обстеження, яка визначає частку рейсів, які повинні бути обстежені. Критерієм встановлення вибіркової частоти є інтервал руху на маршруті. Так, при інтервалі руху до 5 хв. обстеженню підлягають 25 % усіх рейсів (через кожні три рейси); при інтервалі руху від 5 до 10 хвилин обстеженню підлягають 33 %

усіх рейсів (через кожні два рейси); при інтервалі руху від 10 до 20 хвилин обстеженню підлягають 50 % усіх рейсів (через 1 рейс); якщо інтервал руху на маршруті перевищує 20 хвилин, обстежуються усі рейси (100 %).

В результаті обробки та систематизації інформації, отриманої обліковцями на маршруті та внесеної до маршрутних таблиць, отримується така інформація:

- а) порейсові показники пасажироперевезень на маршруті;
- б) добові показники (сумарно по усіх рейсах автобусів) пасажироперевезень на маршруті;
- в) погодинні та розгорнуті погодинні показники пасажирських потоків на перегонах маршруту;
- г) максимально завантажені перегони маршруту по кожній годині роботи маршруту;
- д) визначення пікових періодів доби тривалістю 2 години для автобусного маршруту;
- е) пікові періоди з максимально пасажиронапруженими перегонами та розгорнуті показники пікових періодів.

1.3.2 Результати обстеження пасажиропотоків та показники роботи

Обстеження пасажиропотоку на міському автобусному маршруті № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» проводилось табличним методом обстеження пасажиропотоків протягом однієї доби буднього дня тижня. Достатня достовірність визначення та моделювання пасажиропотоків забезпечувалась виконанням показників вибіркової їх визначення згідно додатку 3 Наказу Міністерства інфраструктури України від 15.07.2013 р. № 480. Інтервал руху на маршруті у звичайному режимі руху не перевищує 20 хвилин, тож обстеженню підлягають 50% всіх виконуваних рейсів.

Згідно діючого розкладу руху автобусів на маршруті № 18, тривалість зворотного рейсу на маршруті у звичайному режимі руху складає $t_{об} = 145$ хвилин, тож у години максимального випуску автобусів на маршрут інтервал руху автобусів на ньому складає

$$I_{\min} = \frac{t_{зв}}{N_{\max}} = \frac{145}{9} = 16,1 \text{ хв.} \quad (1.1)$$

Результати обстеження пасажиропотоків у вигляді добових показників маршруту № 18 сумарно по рейсах у прямому та зворотному напрямку маршруту наведені у табл. 1.4-1.5.

Таблиця 1.4 — Добові показники пасажироперевезень на маршруті № 18 (сумарно по рейсах, прямий напрямок)

№ з/п	Назви зупинок	Довжина перегону, км	Вийшло	Вийшло	Зайшло	Коефіцієнт	Пасажирський обіг зупинки	Пасажирський обіг перегону, пас-км
1	Бородінський мкрн.	0,00	620	0	620	0,12	620	0,0
2	проф. Толока вул.	0,40	775	0	154	0,15	154	248,2
3	Школа №96	0,40	1092	17	335	0,21	352	309,8
4	П. Сагайдачного вул.	0,50	1288	36	231	0,24	267	546,1
5	Д. Вишневецького вул.	0,40	1525	77	314	0,29	391	515,1
6	На вимогу	0,50	1577	43	96	0,30	139	762,3
7	Каховська вул.	0,40	1669	75	167	0,32	243	630,9
8	ДніпроГЕС	0,70	1692	132	154	0,32	286	1168,6
9	Площа Запорізька	2,40	1681	137	126	0,32	263	4060,8
10	КЗ ім. Глінки	0,40	1683	218	220	0,32	438	672,3
11	Металургів пр.	0,30	1850	252	419	0,35	671	504,8
12	Поляка О.В. пл.	0,80	1916	79	145	0,36	224	1479,9

Кінець таблиці 1.4.

№ з/п	Назви зупинок	Довжина перегону, км	Вийшло	Вийшло	Зайшло	Коефіцієнт	Пасажи рський обіг зупинки	Пасажирсь кий обіг перегону, пас-км
13	Шевченка бул.	0,40	2002	182	269	0,38	451	766,3
14	Миру вул.	0,60	1989	203	190	0,38	393	1201,3
15	Сталеварів вул.	0,40	2109	212	333	0,40	545	795,6
16	ТЦ «Україна»	0,50	2012	404	306	0,38	711	1054,7
17	Фестивальна пл.	0,60	1882	295	165	0,36	461	1207,0
18	Д. Донцова вул.	0,60	1948	237	303	0,37	540	1129,1
19	Вернадського майдан	1,40	1780	252	85	0,34	337	2726,8
20	Обласна бібліотека	0,60	1662	352	233	0,32	585	1068,2
21	Ред.газ. «Зап. Січ»	0,60	1675	128	141	0,32	269	997,2
22	М-н Університетський	0,60	1615	222	162	0,31	384	1005,0
23	Театр ім. Магара	0,70	1600	164	149	0,30	312	1130,4
24	Базарна вул.	0,40	1480	457	337	0,28	793	640,0
25	Автовокзал	0,80	1549	147	216	0,29	363	1183,6
26	ЗАЗ	0,50	1512	55	17	0,29	71	774,6
27	Вокзал «Запоріжжя І»	0,60	1543	316	348	0,29	664	906,9
28	На вимогу	0,70	1502	49	8	0,29	56	1080,4
29	Автозаводська вул.	0,50	1226	348	71	0,23	419	751,1
30	На вимогу	0,20	1139	109	23	0,22	132	245,2
31	В. Українця вул.	0,60	682	587	130	0,13	716	683,6
32	Амстор	0,60	504	180	2	0,10	182	409,5
33	На вимогу	0,20	291	212	0	0,06	212	100,8
34	4-й Південний мкрн.	0,50	0	291	0	0,00	291	145,7
	Разом		49070	6467	6467		12934	30901,7
	Середнє значення		1443	190	190	0,27	380	908,9
	Максимальне значення		2109	587	620	0,40	793	4060,8

Таблиця 1.5 — Добові показники пасажироперевезень на маршруті № 18
(сумарно по рейсах, зворотний напрямок)

№ з/п	Назви зупинок	Довжина перегону, км	Вийшло	Вийшло	Зайшло	Коефіцієнт	Пасажирський обіг зупинки	Пасажирський обіг перегону, пас-км
1	4-й Південний мкрн.	0,00	404	0	404	0,07	404	0,0
2	На вимогу	0,30	566	4	165	0,10	169	121,3
3	На вимогу	0,50	756	11	201	0,14	212	282,9
4	В. Українця вул.	0,80	1105	130	479	0,20	609	604,6
5	Автозаводська вул.	0,50	1299	88	282	0,24	370	552,7
6	Вокзал «Запоріжжя І»	1,40	1376	295	372	0,25	667	1818,7
7	ЗАЗ	0,60	1369	51	43	0,25	94	825,7
8	Автовокзал	0,50	1384	184	199	0,25	384	684,3
9	Базарна вул.	0,80	1493	365	474	0,27	838	1106,9
10	Театр ім. Магара	0,40	1549	113	169	0,28	282	597,1
11	Університетський м-н	0,70	1720	160	331	0,32	491	1084,4
12	Ред.газ. «Зап. Січ»	0,60	1805	188	273	0,33	461	1032,1
13	Обласна бібліотека	0,60	1831	250	276	0,34	526	1082,9
14	Вернадського майдан	0,60	1884	135	188	0,35	323	1098,7
15	Д. Донцова вул.	1,40	1933	265	314	0,35	579	2637,3
16	Фестивальна пл.	0,60	1972	229	269	0,36	498	1159,6
17	ТЦ «Україна»	0,60	2164	290	481	0,40	771	1183,3
18	Сталеварів вул.	0,50	2220	248	305	0,41	553	1081,9
19	Миру вул.	0,40	2280	145	205	0,42	350	888,1
20	Шевченка бул.	0,60	2226	269	214	0,41	483	1368,3
21	Поляка О.В. пл.	0,40	2232	103	109	0,41	212	890,4
22	Металургів пр.	0,80	2019	626	414	0,37	1040	1785,2
23	КЗ ім. Глінки	0,30	1916	197	94	0,35	291	605,7
24	Площа Запорізька	0,40	1929	103	117	0,35	220	766,3

Кінець таблиці 1.5.

№ з/п	Назви зупинок	Довжина перегону, км	Вийшло	Вийшло	Зайшло	Коефіцієнт	Пасажирський обіг зупинки	Пасажирський обіг перегону, пас-км
25	ДніпроГЕС	2,40	1903	150	124	0,35	274	4629,3
26	Каховська вул.	0,70	1814	179	90	0,33	269	1331,8
27	На вимогу	0,40	1748	88	23	0,32	111	725,7
28	Д. Вишневецького вул	0,50	1329	513	94	0,24	607	874,2
29	П. Сагайдачного вул.	0,40	1164	180	15	0,21	196	531,7
30	Школа №96	0,50	731	446	13	0,13	459	581,9
31	проф. Толока вул.	0,40	406	325	0	0,07	325	292,5
32	Бородінський мкрн.	0,40	0	406	0	0,00	406	162,4
	Разом		48527	6738	6738		13476	32387,9
	Середнє значення		1516	211	211	0,28	421	1012,1
	Максимальне значення		2280	626	481	0,42	1040	4629,3

У табл. 1.6 та 1.7 наведені максимально завантажені перегони по годинах доби та відповідні їм пасажиропотоки на маршруті № 18.

Таблиця 1.6 — Максимально завантажені перегони маршруту № 18 по годинах доби (прямий напрям)

Період часу, год.	Перегін	Пасажирський потік
5 - 6	Каховська вул. - ДніпроГЕС	122
6 - 7	Площа Запорізька - КЗ ім. Глінки	284
7 - 8	Шевченка бул. - Миру вул.	338
8 - 9	Університетський майдан - Театр ім. Магара	132
9 - 10	Д. Вишневецького вул. - На вимогу	214
10 - 11	КЗ ім. Глінки - Металургів пр.	321

Кінець таблиці 1.6.

Період часу, год.	Перегін	Пасажи́рський поті́к
11 - 12	Вернадського майдан - Обласна бібліотека	224
12 - 13	Вокзал «Запоріжжя-І» - На вимогу	115
13 - 14	Сталеварів вул. - ТЦ «Україна»	186
14 - 15	Сталеварів вул. - ТЦ «Україна»	180
15 - 16	Сталеварів вул. - ТЦ «Україна»	175
16 - 17	Вокзал «Запоріжжя-І» - На вимогу	164
17 - 18	Автовокзал - ЗАЗ	231
18 - 19	ТЦ «Україна» - Фестивальна пл.	229
19 - 20	Автовокзал - ЗАЗ	132
20 - 21	ЗАЗ - Вокзал «Запоріжжя-І»	64
21 - 22	ТЦ «Україна» - Фестивальна пл.	56

Таблиця 1.7 — Максимально завантажені перегони маршруту № 18 по годинах доби (зворотний напрямок)

Період часу, год.	Перегін	Пасажи́рський поті́к
6 - 7	В. Українця вул. - Вокзал «Запоріжжя-І»	175
7 - 8	ЗАЗ - Автовокзал	158
8 - 9	Вернадського майдан - Донцова вул.	203
9 - 10	Автовокзал - Базарна вул.	205
10 - 11	ДніпроГЕС - Каховська вул.	169
11 - 12	Шевченка бул. - Поляка О.В. пл.	141
12 - 13	Миру вул. - Шевченка бул.	235
13 - 14	Миру вул. - Шевченка бул.	156
14 - 15	Поляка О.В. пл. - Металургів пр.	214
15 - 16	Автовокзал - Базарна вул.	135
16 - 17	Каховська вул. - На вимогу	224
17 - 18	Сталеварів вул. - Миру вул.	243

Кінець таблиці 1.7.

Період часу, год.	Перегін	Пасажи́рський поті́к
18 - 19	ДніпроГЕС - Каховська вул.	258
19 - 20	На вимогу — Д. Вишневецького вул.	237
20 - 21	Шевченка бул. - Поляка О.В. пл.	171
21 - 22	Площа Запорізька - ДніпроГЕС	86
22 - 23	Університетський м-н - Ред. газ. «Зап. Січ»	45

Пасажи́ропотоки на найбільш пасажиронапружених перегонах маршруту № 18 за напрямками руху представимо графічно у вигляді погодинної епюри пасажиропотоку на рис. 1.3.

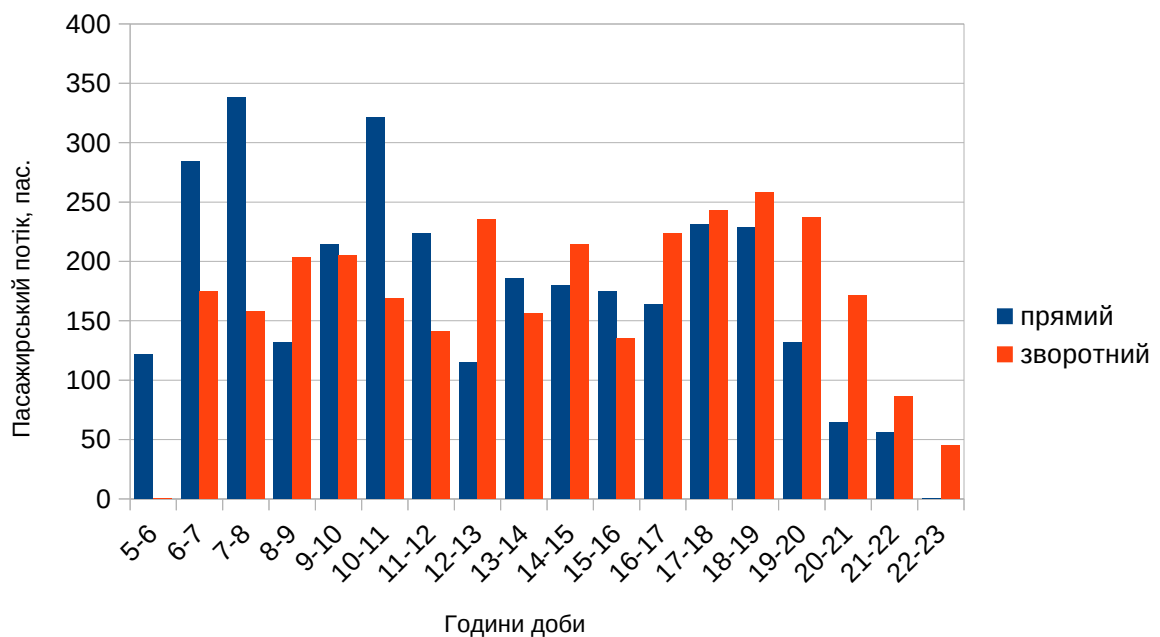


Рисунок 1.3 — Пасажи́ропотоки на найбільш пасажиронапружених перегонах маршруту № 18

Аналізуючи результати обстеження пасажиропотоку бачимо, що максимальна потреба у перевезеннях на маршруті № 18 досягається у період доби з 07:00 до 08:00 у прямому напрямку і дорівнює 338 пасажирів на годину на перегоні між зупинками «бул. Шевченка — вул. Миру».

1.4 Якість транспортного обслуговування та показники роботи транспорту з перевезень пасажирів на маршруті № 18

До основних показників пасажироперевезень на міському автобусному маршруті відноситься:

- а) обсяг перевезень пасажирів за добу (в цілому та окремо за кожним з напрямків маршруту);
- б) транспортна робота з перевезень пасажирів, виконана пасажирським рухомим складом (в цілому та окремо за кожним з напрямків маршруту);
- в) середня відстань поїздки пасажирів;
- г) годинний пасажиропотік на найбільш пасажиронапруженому перегоні маршруту (по годинах доби по кожному напрямку маршрута);
- д) середньодобовий коефіцієнт використання пасажиромісткості рухомого складу на маршруті (статичний), окремо за кожним напрямком маршруту;
- е) середньодобовий коефіцієнт використання пасажиромісткості рухомого складу на маршруті (динамічний), окремо за кожним напрямком маршруту;
- ж) максимальний коефіцієнт використання пасажиромісткості рухомого складу по перегонах у найбільш пасажиронапружену годину доби, окремо за кожним з напрямків маршруту.

Значення добових обсягів перевезень пасажирів та транспортної роботи рухомого складу з перевезень пасажирів (у пасажиро-кілометрах) приймаємо за даними табл. 1.4 та табл. 1.5 (підсумкові дані у нижніх рядках таблиць).

Середня відстань поїздки пасажирів визначається за формулою

$$\bar{l} = \frac{Q_{\text{доб}}}{A_{\text{доб}}}, \quad (1.2)$$

де $Q_{\text{доб}}$ — добовий обсяг виконаної транспортної роботи на маршруті, пас.-км;

$A_{\text{доб}}$ — добовий обсяг перевезень пасажирів на маршруті, пас.

Середня відстань поїздки пасажирів на маршруті № 18 складе

$$\bar{l} = \frac{30901,7 + 32387,9}{6467 + 6738} = \frac{63289,6}{13205} = 4,79 \text{ км.}$$

Середньодобовий коефіцієнт використання пасажиромісткості (динамічний) γ_d визначається як відношення виконаної транспортної роботи на маршруті $Q_{\text{доб}}$ (пас-км) до максимально можливого обсягу транспортної роботи, яку можна було б виконати за умови повного використання пасажиромісткості рухомого складу на всіх виконаних рейсах та ланках маршруту Q_{max} . Останній визначається за формулою

$$Q_{\text{max}} = n_{\text{р.доб.}} \cdot L_{\text{м}} \cdot q_{\text{н}}, \quad (1.3)$$

де $n_{\text{р.доб.}}$ — кількість рейсів, яка виконується на маршруті за добу;

$L_{\text{м}}$ — довжина маршруту, км. Визначається як середнє арифметичне довжини маршруту у прямому та зворотному напрямках;

$q_{\text{н}}$ — номінальна пасажиромісткість рухомого складу, пас.

Для автобусного маршруту № 18 за даними табл. 1.4, 1.5 маємо:

$$Q_{\text{max}} = 100 \cdot \frac{19,9 + 19,6}{2} \cdot 70 = 138250 \text{ пас-км;}$$

$$\gamma_d = \frac{30901,7 + 32387,9}{138250} = \frac{63289,6}{138250} = 0,458.$$

Результати розрахунку основних показників пасажирських перевезень на міському автобусному маршруті загального користування № 18 зводимо до табл. 1.8.

Таблиця 1.8 — Основні показники пасажироперевезень на автобусному маршруті № 18

Показник	Значення показника за напрямками руху	
	прямий	зворотний
1. Обсяг перевезень пасажирів за добу, пас.	6467	6738
2. Транспортна робота, виконана рухомим складом за добу, пас-км	30901,7	32387,9
3. Середня дальність поїздки пасажирів, км	4,79	
4. Годинний пасажиропотік на найбільш завантаженому перегоні маршруту, пас.	338	258
5. Середньодобовий коефіцієнт використання пасажиромісткості рухомого складу (статичний)	0,27	0,28
6. Середньодобовий коефіцієнт використання пасажиромісткості рухомого складу (динамічний)	0,458	
7. Середній максимальний коефіцієнт використання пасажиромісткості рухомого складу по перегонах у найбільш пасажиронапружену годину доби	0,77	0,88

Рішенням Запорізької міської ради від 23.12.2009 року № 11 у місті Запоріжжя введено в дію Нормативи якості транспортного обслуговування населення на регулярних маршрутах загального користування. Документ носить рекомендаційний характер та визначає систему нормативів, які формують якість обслуговування пасажирів на міських маршрутах, з метою удосконалення організації перевезень пасажирів на міських маршрутах. Усі нормативи якості, встановлені у документі, поділяються на 5 груп:

а) показники, які визначають рівень доступності пасажирської транспортної системи міста;

б) показники, які визначають рівень технологічної організації роботи рухомого складу на міських маршрутах;

в) показники, які визначають бюджет витрат часу пасажирів на здійснення пересування з використанням міського пасажирського транспорту;

г) показники, які визначають рівень комфорту, який забезпечується пасажирів при здійсненні поїздки на міському пасажирському транспорті;

д) показники, які визначають рівень безпеки поїздки пасажирів на міському пасажирському транспорті.

Показники доступності транспортної системи пасажирського транспорту у місті включають у себе: маршрутний коефіцієнт, щільність маршрутної мережі, транспортну рухливість населення, коефіцієнт змінності пасажирів, коефіцієнт пересадочності пасажирів, кількість пересадок під час здійснення мережевої поїздки пасажирів, середні витрати одного мешканця на послуги міського пасажирського транспорту на рік, середня відстань поїздки пасажирів. З цих показників до окремого маршруту відносяться коефіцієнт змінності пасажирів (показник якості складає 2 ... 4) та середня відстань поїздки пасажирів (коефіцієнт якості 5 ... 7 км).

Коефіцієнт змінності для окремого маршруту міського пасажирського транспорту визначається за формулою

$$k_{зм} = \frac{L_M}{\bar{l}}. \quad (1.4)$$

За результатами обстеження пасажиропотоку на маршруті № 18 коефіцієнт змінності дорівнює

$$k_{зм} = \frac{19,75}{4,79} = 4,12.$$

Таким чином, за показниками коефіцієнту змінності (фактичне значення показника 4,12, нормативне значення показника 2 ... 4) та середньої відстані

поїздки пасажирів на маршруті (фактичне значення показника 4,79 км, нормативне значення показника 5 ... 7 км) нормативи якості обслуговування пасажирів на маршруті не виконуються.

Показники якості обслуговування населення, що визначають рівень технологічної організації роботи рухомого складу на маршруті, включають в себе: інтервал руху та регулярність сполучення. Для інтервалу руху на маршруті встановлене значення показника якості складає 1 ... 3 хв. у пікові години доби та не більше 15 хв. у міжпікові години доби. За підсумками обстеження пасажиропотоків на маршруті № 18 встановлено, що інтервал руху автобусів у пікові години доби складає 16,1 хв, що не відповідає встановленим нормативам ані для пікових, ані для міжпікових годин доби.

Показники якості обслуговування населення, що визначають витрати часу пасажирів на пересування включають у себе складові тривалості пересування (підхід до зупинки, очікування транспорту, поїздки та пересадки), технічна швидкість руху та швидкість сполучення. Швидкість сполучення на міському маршруті визначається за формулою

$$v_c = \frac{L_m}{t_p}, \quad (1.5)$$

де t_p — тривалість пересування автобуса від початкової до кінцевої зупинки маршруту з урахуванням часу затримок на проміжних зупинках та у місцях, пов'язаних з регулюванням дорожнього руху (регульовані перехрестя зі світлофорним регулюванням, залізничні переїзди, перетини з трамвайними коліями тощо).

Встановлене нормативне значення показника якості для автобусних маршрутів, на яких організовано звичайний режим руху, дорівнює 17 ... 20 км/год. Для маршруту № 18 швидкість сполучення за напрямками руху складає:

— у прямому напрямку

$$v_c^{\text{пр}} = \frac{19,9 \cdot 60}{70} = 17,05 \text{ км/год.};$$

– у зворотному напрямку

$$v_c^{\text{пр}} = \frac{19,6 \cdot 60}{65} = 18,1 \text{ км/год.}$$

Таким чином, для маршруту № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» нормативи якості обслуговування пасажирів у частині витрат часу пасажирів на пересування виконуються.

Показники якості транспортного обслуговування населення, що визначають комфортабельність транспортної системи, включають в себе: динамічний коефіцієнт використання пасажиромісткості автобусів, фізіологічний рівень комфорту, комфорт очікування транспорту на зупинках, своєчасність пасажирських перевезень, безпеку пасажирських перевезень та надійність функціонування транспортних засобів.

Нормативне значення динамічного коефіцієнту використання пасажиромісткості рухомого складу встановлене:

- у пікові години доби $\gamma_d \leq 0,78$;
- у міжпікові години доби $\gamma_d \leq 0,28$.

Отримане під час обстеження пасажиропотоків значення динамічного коефіцієнту використання пасажиромісткості $\gamma_d \leq 0,458$ (в цілому за добу) та значення статичного коефіцієнту використання пасажиромісткості автобуса у години «пік», яке дорівнює $\gamma_c \leq 0,77$ свідчать, що нормативи якості обслуговування пасажирів у частині комфортабельності транспортної системи на маршруті № 18 в цілому виконуються.

Згідно з методикою оцінки нормативів якості обслуговування пасажирів, для кожного з показників встановлюється відхилення фактичних значень показника від нормативних значень показника за формулою

$$\varepsilon = \frac{|P_{\text{факт}} - P_{\text{норм}}|}{P_{\text{норм}}}, \quad (1.6)$$

де $P_{\text{факт}}$, $P_{\text{норм}}$ — відповідно, фактичне та нормативне значення показника якості.

Відхилення для показників маршруту № 18, які не відповідають встановленим нормативам якості транспортного обслуговування, складають:

а) для показника середньої відстані поїздки пасажиром

$$\varepsilon = \frac{4,79 - 5}{5} = 0,042 = 4,2\%;$$

б) для показника інтервалу руху на маршруті у години «пік»

$$\varepsilon = \frac{16,1 - 3}{3} = 4,37 = 437\%;$$

в) для показника коефіцієнта змінності пасажирів на маршрутів

$$\varepsilon = \frac{4,12 - 4}{4} = 0,03 = 3\%.$$

Якість транспортного обслуговування населення на маршруті вважається хорошою, якщо відхилення фактичних показників від нормативних не перевищує 15 % для усіх показників. У той же час, якщо відхилення хоча б по одному з показників якості перевищує 30 %, то якість обслуговування пасажирів на маршруті вважається незадовільною.

Таким чином, основною проблемою на міському автобусному маршруті № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» є надвеликі інтервали руху автобусів у години «пік», що перевищують 15 хвилин. Це дає підстави вважати якість обслуговування пасажирів на маршруті незадовільною.

1.5 Недоліки існуючого становища та постановка задач роботи

В результаті аналізу існуючого становища транспортного обслуговування пасажирів на міському автобусному маршруті № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» міста Запоріжжя та результатів проведеного на маршруті обстеження пасажирських потоків встановлено:

а) перевезення пасажирів на маршруті здійснюються автобусами великої пасажиромісткості МАЗ-103 та МАЗ-203 класу 1, пасажиромісткістю до 100 пасажирів з мінімальним інтервалом руху у години «пік» 16,1 хв.;

б) за добу на маршруті перевозиться 13205 пасажирів з середнім значенням коефіцієнту використання пасажиромісткості автобусів 0,27 ... 0,28. Максимальні значення коефіцієнту використання пасажиромісткості на маршруті не перевищують значення 0,8 у пікові години доби, що забезпечує комфортні умови перевезень пасажирів;

в) середня відстань поїздки пасажирів на маршруті складає 4,79 км, а коефіцієнт змінності пасажирів на маршруті 4,12;

г) аналіз відповідності показників якості транспортного обслуговування пасажирів на маршруті № 18 встановленим у місті Запоріжжя показав, що існує невідповідність нормативам в якості інтервалів руху на маршруті у пікові та міжпікові години доби. Навіть за мінімального інтервалу руху на маршруті у години «пік» 16,1 хв., середня тривалість очікування пасажирів транспорту на зупинках складає більше 8 хв., що можна визнати незадовільним.

Покращення показника інтервалу руху на маршруті можна досягти збільшенням кількості рухомого складу на маршруті з одночасним зменшенням його пасажиромісткості. Тож, у магістерській роботі передбачається вирішити такі завдання:

а) обрати і обґрунтувати пасажирський рухомий склад для обслуговування маршруту належної пасажиромісткості;

- б) розрахувати необхідну кількість рухомого складу для роботи на маршруті;
- в) розробити раціональні режими праці та відпочинку водіїв автобусів та водійських бригад;
- г) розробити розклад руху автобусів на маршруті;
- д) розрахувати вартість проїзду пасажирів на маршруті при його обслуговуванні новим рухомим складом;
- е) розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях для виробничого персоналу автотранспортного підприємства.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір і обґрунтування рухомого складу на маршруті № 18

Потреба у рухомому складі на міських автобусних маршрутах визначається виходячи з призначення на кожний маршрут такої кількості рухомого складу певної пасажиромісткості, яке забезпечує повне освоєння пасажирських потоків при мінімальних економічних витратах перевізника та дотриманням нормативних вимог до якості транспортного обслуговування пасажирів. При цьому враховується, що тип та кількість рухомого складу обирається на перспективу для формування раціональної структури парку рухомого складу автотранспортних підприємств.

При виборі пасажиромісткості рухомого складу у загальному випадку керуються дотриманням прийнятного для пасажирів інтервалу руху автобусів на маршруті $I = 1,0 \dots 12,0$ хв. та експлуатаційними витратами на експлуатацію автобусів. Останні зростають при зростанні пасажиромісткості автобусів, але їх необхідна кількість зменшується, через що витрати для автобусів різних пасажиромісткостей є різними.

У загальному випадку необхідна кількість автобусів для забезпечення пасажирських перевезень на міському маршруті визначається за формулою

$$A = \frac{Q_{\text{доб}} \cdot \eta_{\text{год}} \cdot \eta_{\text{дов}} \cdot t_{\text{зв}}}{t_{\text{рм}} \cdot q \cdot K_{\text{зм}}}, \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{доб}}$ — добовий обсяг перевезень пасажирів на маршруті, пас.;

$\eta_{\text{год}}$ — коефіцієнт годинної нерівномірності пасажироперевезень на маршруті;

$\eta_{\text{дов}}$ — коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за довжиною маршруту;

$t_{\text{зв}}$ — тривалість зворотного рейсу на маршруті, год.;

$t_{\text{рм}}$ — тривалість роботи маршруту протягом доби, год.;

q — максимальна пасажиромісткість автобуса, пас.;

$K_{\text{зм}}$ — кількість змін роботи автобусів на добу.

Оскільки потреба у пасажироперевезеннях є максимальною у години «пік», для визначення необхідної кількості рухомого складу на маршруті можна використати формулу

$$A = \frac{P_{\text{год. макс.}} \cdot t_{\text{зв}}}{60 \cdot q}, \quad (2.2)$$

де $P_{\text{год. макс.}}$ — годинний пасажиропотік на максимально пасажиронапруженому перегоні маршруту протягом доби, пас.

Якщо відома кількість рухомого складу на маршруті, інтервал руху на цьому маршруті визначається за формулою

$$I = \frac{t_{\text{зв}}}{A}. \quad (2.3)$$

На міському автобусному маршруті № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» міста Запоріжжя працюють автобуси МАЗ-103, 203 пасажиромісткістю 80 пасажирів. При цьому забезпечується інтервал руху навіть у години «пік» більше ніж 16 хв. Відповідно, за незмінної потужності пасажиропотоку на маршруті для зменшення інтервалу руху принаймні до 12 хв. пасажиромісткість автобусів треба зменшувати. Розглянемо ряд можливих пасажиромісткостей автобусів з таких значень: $q = 20, 40, 60, 80$ пасажирів. Для кожного з цих значень пасажиромісткостей розрахуємо необхідну кількість автобусів для забезпечення пасажирських перевезень на маршруті № 18 за формулою (2.2), після чого знайдемо інтервал руху автобусів на маршруті у години «пік» за формулою (2.3). Результати розрахунку зведемо до табл. 2.1. При розрахунках прийнято $t_{\text{зв}} = 150$ хв.

Таблиця 2.1 — Необхідна кількість рухомого складу та інтервал руху на маршруті в залежності від пасажиромісткості автобусів

Пасажиромісткість автобуса, пас.	Необхідна кількість автобусів, од.	Інтервал руху на маршруті, хв.
20	42	3,57
40	25	6,0
60	14	10,7
80	11	13,6

Аналізуючи результати розрахунку бачимо, що прийнятною пасажиромісткістю автобусів для належної організації перевезень пасажирів на маршруті № 18 є пасажиромісткість 40 ... 60 пасажирів. Розглянемо в якості альтернативи використання на маршруті автобусів виробництва Запорізького автомобільного заводу — ЗАЗ А08А0В та ЗАЗ А10С3А. Технічні характеристики автобусів наведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 — Технічні характеристики автобусів

Технічна характеристика	Значення характеристики для автобусів	
	ЗАЗ А08А0В	ЗАЗ А10С3А
1. Габаритні розміри автобуса, мм:		
довжина	7860	8270
ширина	2420	2420
висота	2950	2830
2. Місткість загальна/сидячих, пас.	49/18	60/24
3. Витрати палива, л/100 км.	12,25	18,00
4. Марка та модель шин	225/75 R17,5	225/75 R17,5

Міський низькопідлоговий автобус ЗАЗ А10С3А відноситься до середнього класу та відповідає екологічним стандартам Євро-5 та Євро-6. Опціонально пропонується автобус з механічною або автоматичною трансмісією. Автобус оснащується автономним опалювачем салону, електронним інформаційним табло, рампою та місцем для проїзду особи з обмеженими фізичними можливостями на кріслі колісному (автобус також обладнаний висувним пандусом для заїзду крісла колісного у салон автобуса), має підігрів зовнішніх дзеркал заднього виду, один аварійний та вентиляційний люк. Пневматична підвіска автобуса забезпечує плавний та стійкий рух та постійний дорожній просвіт (кліренс) в незалежності від рівня заповнення автобуса пасажирами. Автобус має двохстворкові середні широкі двері та передні одностворкові передні двері. Накопичувальні майданчики автобуса мають двоярусні поручні, якими зручно користуватися пасажиром, які мають різний зріст. Габаритне креслення міського автобуса середнього класу ЗАЗ А10С3А наведено на рис. 2.2.

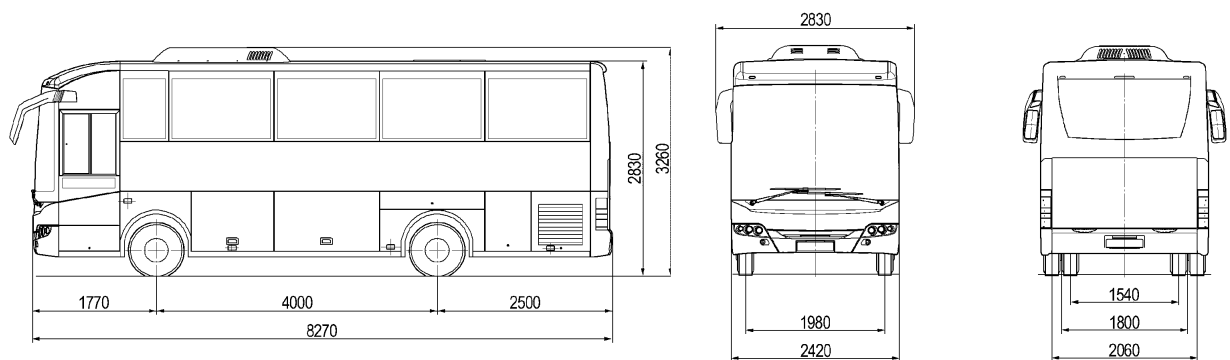


Рисунок 2.2 — Габаритне креслення автобуса ЗАЗ А10С3А

Остаточний вибір автобуса серед цих альтернатив можна зробити після розрахунків техніко-експлуатаційних показників роботи цих автобусів на маршруті та економічних показників роботи перевізника з використанням на маршруті автобусів кожного з розглядуваних типів.

2.2 Вибір раціональних режимів роботи та відпочинку водіїв на маршруті № 18 методом графоаналітичного розрахунку

Метод графоаналітичного розрахунку використовується для розробки, обґрунтування та вибору раціональних режимів праці та відпочинку водіїв автобусів на міських маршрутах. В процесі рішення цієї задачі згідно з цим методом встановлюється необхідна кількість автобусів на кожну годину роботи маршруту, кількість, тривалість та змінність роботи водіїв, часові проміжки роботи водіїв на маршруті, відпочинку та відстоювання автобусів у автотранспортному підприємстві.

На першому етапі графоаналітичного розрахунку встановлюється необхідна кількість автобусів на кожну годину роботи маршруту за формулою

$$n_t = \frac{P_t \cdot t_{зв}}{60 \cdot q_{\max}}, \quad (2.4)$$

де P_t — пасажиропотік на найбільш пасажиронапруженому перегоні маршруту за годину t , який визначається на підставі результатів обстеження пасажиропотоку, пас./год;

$t_{зв}$ — тривалість зворотного рейсу на маршруті, яка складається з тривалості рейсів у прямому та зворотному напрямку маршруту з урахуванням тривалості міжрейсового відстоювання автобуса на кінцевих зупинках маршруту наприкінці кожного рейсу, хв.;

$q_{\max}$ — максимальна пасажиромісткість автобуса, пас.

Пасажиропотік на найбільш пасажиронапруженому перегоні маршруту приймаємо за даними табл. 1.6 та табл. 1.7. По кожній годині доби обираємо найбільший з пасажиропотоків за напрямками маршруту та заносимо ці результати до табл. 2.3. Результат розрахунку необхідної кількості автобусів представляється погодинною епюрою кількості автобусів.

Таблиця 2.3 — Розрахункові пасажиропотоки на маршруті № 18 по годинах доби

Період часу, год.	Перегін	Пасажирський потік
5 - 6	Каховська вул. - ДніпроГЕС	122
6 - 7	Площа Запорізька - КЗ ім. Глінки	284
7 - 8	Шевченка бул. - Миру вул.	338
8 - 9	Вернадського майдан - Донцова вул.	203
9 - 10	Д. Вишневецького вул. - На вимогу	214
10 - 11	КЗ ім. Глінки - Металургів пр.	321
11 - 12	Вернадського майдан - Обласна бібліотека	224
12 - 13	Миру вул. - Шевченка бул.	235
13 - 14	Сталеварів вул. - ТЦ «Україна»	186
14 - 15	Поляка О.В. пл. - Металургів пр.	214
15 - 16	Сталеварів вул. - ТЦ «Україна»	175
16 - 17	Каховська вул. - На вимогу	224
17 - 18	Сталеварів вул. - Миру вул.	243
18 - 19	ДніпроГЕС - Каховська вул.	258
19 - 20	На вимогу — Д. Вишневецького вул.	237
20 - 21	Шевченка бул. - Поляка О.В. пл.	171
21 - 22	Площа Запорізька - ДніпроГЕС	86
22 - 23	Університетський м-н - Ред. газ. «Зап. Січ»	45

Кожна клітинка епюри дорівнює 1 машино-годині роботи автобусів. Надалі отримана епюра необхідної кількості автобусів на кожну годину доби перетворюється за такими правилами:

а) виходячи з наявної кількості рухомого складу або економічних міркувань на діаграмі проводиться лінія-максимум на рівні максимальної кількості автобусів $n_{\max}$, що можуть бути виділені для роботи на маршруті. Усі клітинки

діаграми, які після цієї операції опинилися вище лінії-максимум відкидаються і не приймаються у подальший розрахунок;

б) виходячи з максимально допустимого інтервалу руху автобусів у міжпікові години доби на діаграмі проводиться лінія-мінімум. Мінімально необхідна кількість автобусів, що повинні працювати на маршруті для забезпечення прийнятного інтервалу руху визначається за формулою

$$n_{\min} = \frac{t_{3B}}{I_{\max}}, \quad (2.5)$$

де $I_{\max}$ — максимально допустимий інтервал руху на маршруті у міжпікові години доби, встановлений виходячи з нормативів якості транспортного обслуговування пасажирів. Приймаємо $I_{\max} = 20$ хв. Тоді для маршруту № 18 мінімально необхідна кількість рухомого складу у міжпікові години доби складе

$$n_{\min} = \frac{150}{20} = 7,5 \approx 8 \text{ автобусів.}$$

На рівні $n_{\min}$ на діаграмі проводиться лінія-мінімум, після чого, якщо у деякі години міжпікового періоду доби розрахункова кількість автобусів є меншою ніж $n_{\min}$, кількість годин роботи автобусів у ці години доповнюється до значення $n_{\min}$.

Отримана після цього кількість клітинок діаграми-максимум дорівнює необхідній кількості машино-годин, які повинні відпрацювати автобуси на маршруті протягом доби T_M .

На підставі встановленої кількості машино-годин, які повинні відпрацювати автобуси на маршруті протягом доби визначається необхідна кількість автобусо-змін, для чого спочатку визначається допоміжна величина d за формулою

$$d = \frac{T_M + t_0 \cdot n_{\max}}{\Delta t}, \quad (2.6)$$

де t_0 — сумарна тривалість виконання нульових рейсів (подача автобусів на маршрут та їх зняття з маршруту), год. Приймаємо $t_0 = 0,5$ год.;

Δt — середня тривалість робочої зміни, прийнята у автотранспортному підприємстві, год. Приймаємо $\Delta t = 8$ год.

Після розрахунку кількості автобусо-змін розраховується ще одна допоміжна величина

$$D_n = d - 2 \cdot n_{\max} \cdot \Delta t \quad (2.7)$$

Надалі, в залежності від отриманого значення D_n можливі три випадки:

а) якщо $D_n = 0$, то на маршруті протягом дня необхідно мати усі $n_{\max}$ автобусів, кожен з яких буде працювати у дві зміни;

б) якщо $D_n > 0$, то на маршруті протягом дня необхідно мати D_n автобусів, кожен з яких буде працювати у три зміни, та решту $n_{\max} - D_n$ автобусів, кожен з яких буде працювати у дві зміни;

в) якщо $D_n < 0$, то на маршруті протягом дня необхідно мати $2 \cdot n_{\max} - d$ автобусів, кожен з яких буде працювати у одну зміну, та решту $d - n_{\max}$ автобусів, кожен з яких буде працювати у дві зміни.

Після встановлення змінності роботи автобусів на маршруті на діаграмі проводиться горизонтальна лінія змінності, яка розділяє автобуси з однозмінним та двозмінним чи двозмінним та тризмінним режимом роботи.

Для встановлення періодів часу для надання водіям обідніх перерв та часу для денного відстоювання автобусів у автотранспортному підприємстві виходять з таких міркувань:

а) призначення часу надання перерв водіям повинно виконуватись таким чином, щоб кількість працюючих автобусів протягом цього періоду часу відповідала їх потребі у відповідності до розрахунку;

б) зазвичай обідні перерви водіям автобусів, які працюють у дві зміни, надаються після завершення ранкових або вечірніх годин «пік», але не пізніше ніж після 4 години з початку роботи водія або 4,5 години з початку періоду керування водія;

в) тривалість обідніх перерв залежить від конкретних умов та може змінюватись у різних водіїв. Мінімальна тривалість обідньої перерви складає 45 хвилин після кожних 4,5 годин роботи автобуса на маршруті. Ця перерва може бути розділена на частини тривалістю 15 та 30 хвилин. Максимальна тривалість обідніх перерв складає 2,0 год.;

г) водії, які працюють у одну зміну з відстоюванням автобусів у автотранспортному підприємстві (зміни з розривом), не потребують включення додаткового часу для обідньої перерви, оскільки вони обідають під час цього розриву;

д) частина діаграми-максимум, яка позначає відстоювання автобусів у автотранспортному підприємстві в середині дня, позначається літерою С. При її плануванні слід враховувати, що тривалість розриву між частинами зміни для водія повинна бути тривалістю не менше 2,0 год. з урахуванням тривалості нульових пробігів автобуса з маршруту до автотранспортного підприємства та у зворотному напрямку.

Надалі на діаграмі-максимум виконується вирівнювання тривалостей робочого дня для окремих випусків автобусів на маршрут. Для цього використовують спосіб вертикального переміщення клітинок діаграми, причому ця операція робиться окремо для автобусів, які працюють у різну кількість змін протягом дня.

Останньою на діаграмі-максимум виконується операція розділення змін, під час якої визначається час завершення першої (для двозмінних та тризмінних випусків) та другої (для тризмінних випусків) змін. Ця вертикальна, можливо ламана, лінія проводиться таким чином, щоб забезпечити по можливості максимально рівні умови для водіїв автобусів, що працюють у першу та другу (третю) зміни, стосовно тривалості зміни. При проведенні лінії розділення змін також враховують вимоги щодо надання обідніх перерв водіям, які працюють у другу та (або) третю зміни.

На цьому графоаналітичний розрахунок завершується. Отримана при цьому діаграма-максимум є підставою для розробки розкладу руху на маршруті.

2.2.1 Графоаналітичний розрахунок для автобусів ЗАЗ А08А0В

На підставі даних табл. 2.3 про пасажиропотік на максимально пасажиронапруженому перегоні маршруту № 18 по кожній годині доби за формулою (2.4) розраховуємо необхідну кількість автобусів ЗАЗ А08 (пасажиромісткість $q = 49$ пасажирів) на кожен годину роботи на маршруті. В результаті отримуємо погодинну епіюру необхідної кількості автобусів (рис. 2.3).

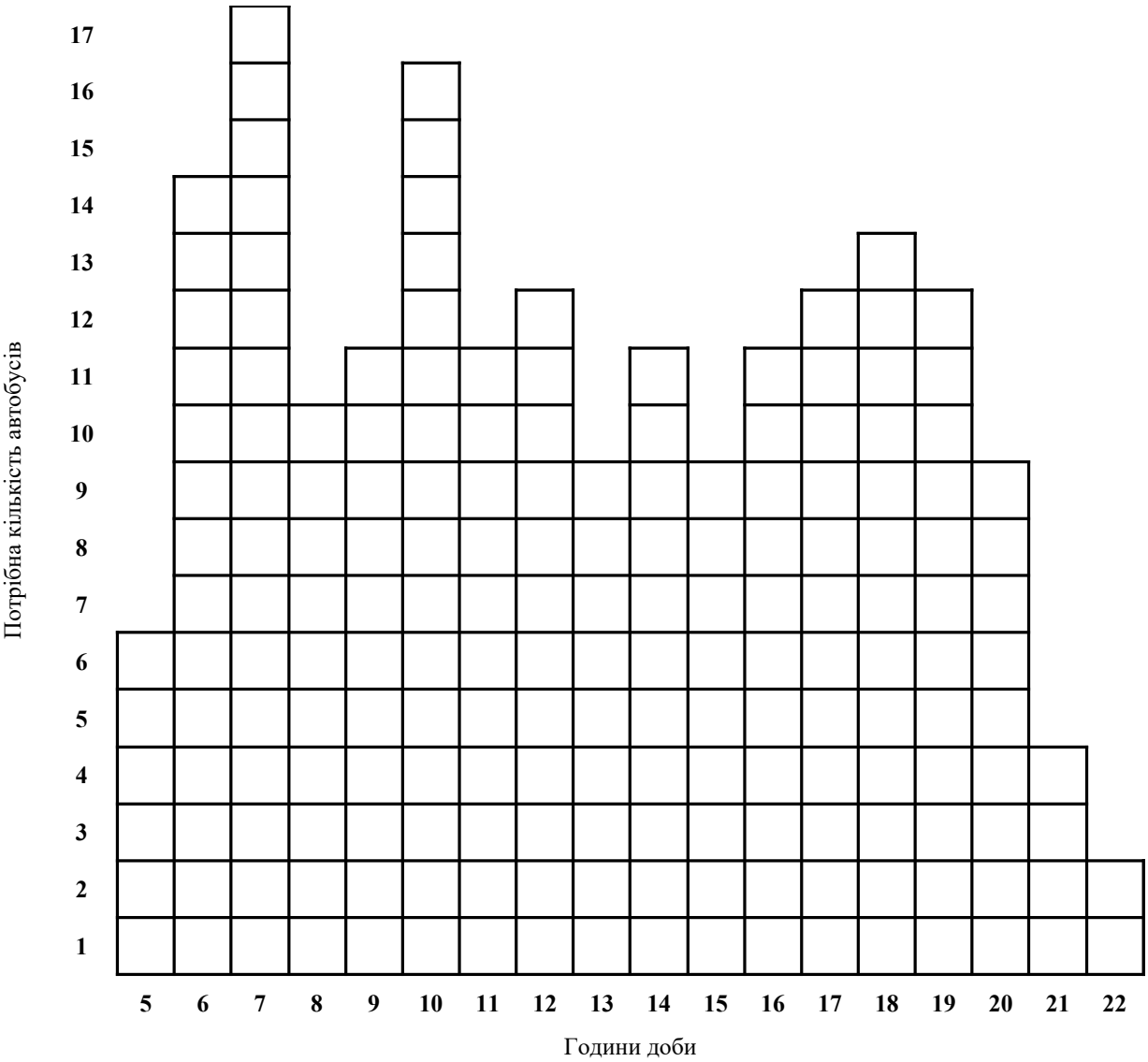


Рисунок 2.3 — Погодинна епіюра необхідної кількості автобусів А08

З епюри погодинної кількості автобусів бачимо, що потреба більше ніж у 14 автобусах на маршруті є лише дві години на добу (07:00-08:00 та 10:00-11:00). Тож, решта три автобуси будуть використовуватись неефективно. Втім, з урахуванням необхідності призначення обідніх перерв під час першої зміни роботи автобусів, проводимо на діаграмі лінію-максимум на рівні $n_{\max} = 15$ автобусів. Лінію мінімум проводимо на рівні $n_{\min} = 8$ автобусів. Отримана діаграма-максимум наведена на рис. 2.4.

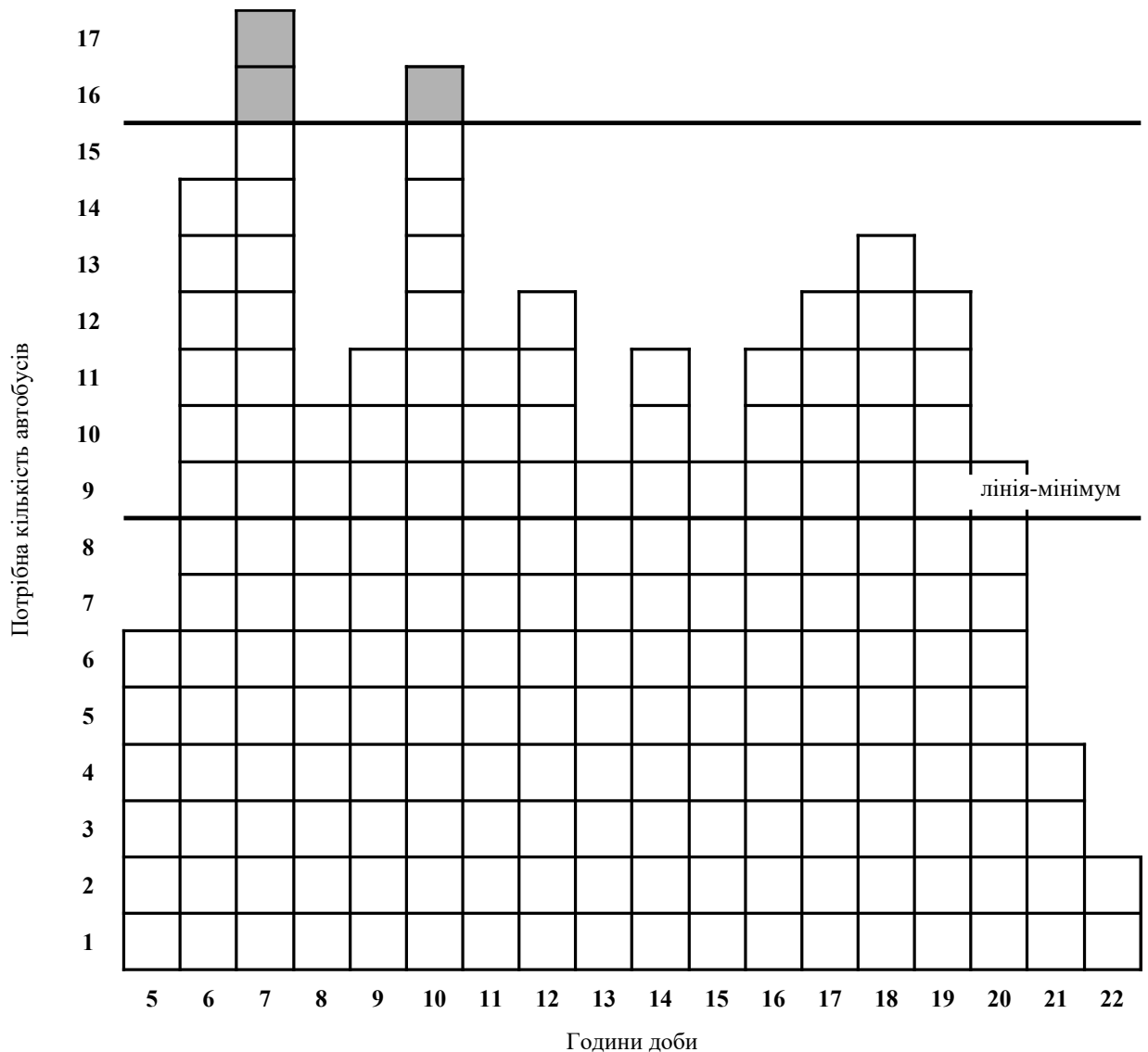


Рисунок 2.4 — Діаграма-максимум для маршруту № 18 (автобус ЗАЗ А08)

За діаграмою-максимум визначаємо кількість машино-годин, які повинні відпрацювати автобуси на маршруті протягом доби $T_m = 186$ машино-годин. Надалі за формулою (2.6) визначаємо кількість машино-змін на маршруті протягом доби

$$d = \frac{186 + 0,5 \cdot 15}{8,0} = 24 \text{ машино-зміни.}$$

За формулою (2.7) розраховуємо змінність роботи автобусів на маршруті

$$D_n = 24 - 2 \cdot 15 = -6.$$

Оскільки $D_n < 0$, то $2 \cdot 15 - 24 = 6$ автобусів будуть працювати на маршруті в одну зміну, а решта $15 - 6 = 9$ автобусів будуть працювати на маршруті у дві зміни. У відповідності до цього проводимо на діаграмі-максимум горизонтальну лінію змінності на рівні 9 автобусів.

Автобусам, що працюють у дві зміни передбачаємо по одній обідній перерві протягом зміни тривалістю 1 година та включаємо відповідні клітинки до діаграми. Результат цієї операції показаний на рис. 2.5.

Бачимо, що тривалості змін у діаграмі-максимум дуже різняться. Останнім кроком виконуємо вирівнювання тривалості змін шляхом переміщення машино-годин роботи автобусів на маршруті по вертикалі догори. Цю операцію виконуємо окремо для автобусів, що працюють у дві зміни та у одну зміну.

Після вирівнювання тривалості змін нижче (двозмінні виходи) та вище (одноразмінні виходи) лінії змінності проводимо на діаграмі-максимум вертикальну лінію, що розділяє першу та другу зміни для двозмінних виходів автобусів. При цьому намагаємось досягти однакової тривалості першої та другої зміни. Результат графоаналітичного розрахунку маршруту № 18 для автобусів ЗАЗ А08 наведений на рис. 2.6.

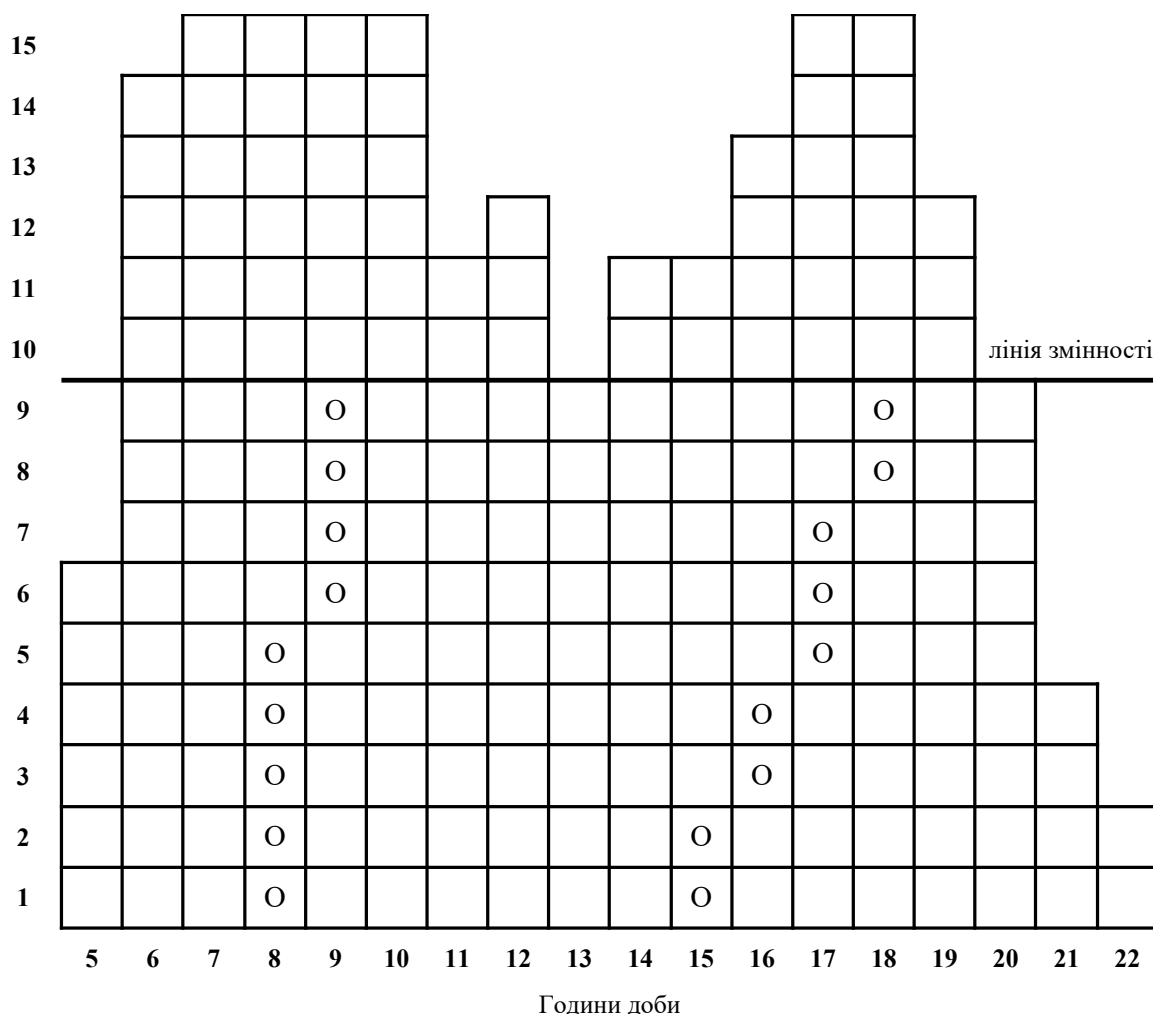


Рисунок 2.5 — Визначення змін та обідніх перерв на маршруті (ЗАЗ А08)

Таким чином, в результаті графоаналітичного розрахунку бачимо, що усі двозмінні виходи мають тривалість змін 7 год. або 8 год. (без урахування обідньої перерви), які показані у крайньому лівому стовпчику діаграми, та одну годину обідньої перерви протягом зміни. Тривалість однозмінних виходів складає 9 год. або 10 год. (максимальна встановлена законодавством України про працю тривалість періоду керування водія), при цьому усі однозмінні виходи мають розриви (виходи 11, 13, 14) тривалістю 3,0 год. або тривалі простої (виходи 10, 12, 15) протягом робочого дня сумарною тривалістю 3,0 год.

Результати графоаналітичного розрахунку на маршруті № 18 для автобусів А08 зводимо до табл. 2.4.

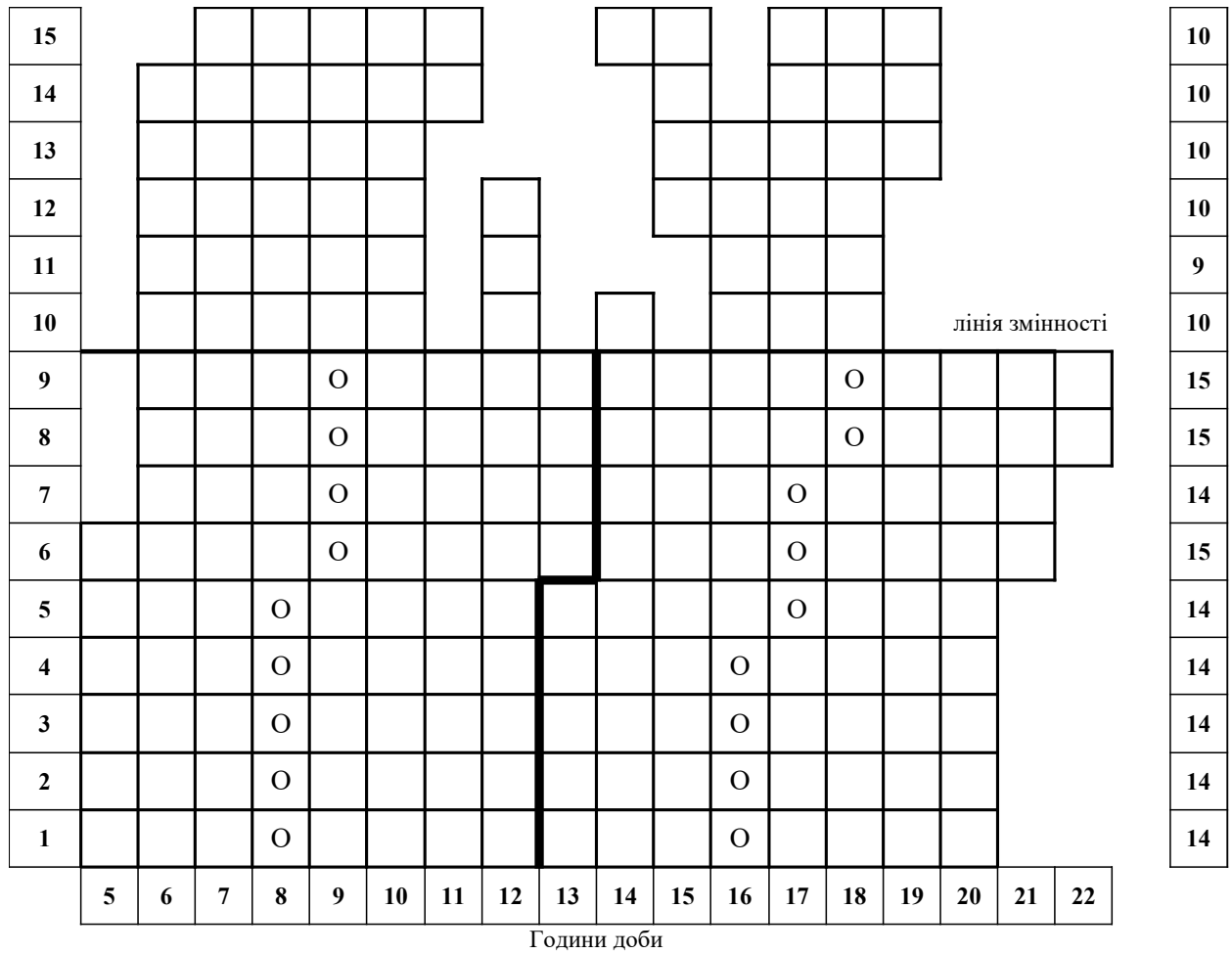


Рисунок 2.6 — Результат графоаналітичного розрахунку для автобусів А08

Таблиця 2.4 — Результат графоаналітичного розрахунку (автобуси ЗАЗ А08, пасажиромісткість 49 пасажирів)

Номер виходу	Номер зміни	Початок роботи	Завершення роботи	Обід (простій)
1	1	05:00	13:00	8:00 – 9:00
	2	13:00	21:00	16:00 – 17:00
2	1	05:00	13:00	8:00 – 9:00
	2	13:00	21:00	16:00 – 17:00
3	1	05:00	13:00	8:00 – 9:00
	2	13:00	21:00	16:00 – 17:00

Кінець таблиці 2.4.

Номер виходу	Номер зміни	Початок роботи	Завершення роботи	Обід (простій)
4	1	05:00	13:00	8:00 – 9:00
	2	13:00	21:00	16:00 – 17:00
5	1	05:00	13:00	8:00 – 9:00
	2	13:00	21:00	17:00 – 18:00
6	1	05:00	14:00	9:00 – 10:00
	2	14:00	22:00	17:00 – 18:00
7	1	6:00	14:00	9:00 – 10:00
	2	14:00	22:00	17:00 – 18:00
8	1	6:00	14:00	9:00 – 10:00
	2	14:00	23:00	18:00 – 19:00
9	1	6:00	14:00	9:00 – 10:00
	2	14:00	23:00	18:00 – 19:00
10	1	6:00	19:00	11:00 – 12:00
				13:00 – 14:00
				15:00 – 16:00
11	1	6:00	19:00	11:00 – 12:00
				13:00 – 16:00
12	1	6:00	19:00	11:00 – 12:00
				13:00 – 15:00
13	1	6:00	20:00	11:00 – 15:00
14	1	6:00	20:00	12:00 – 15:00
				16:00 – 17:00
15	1	7:00	20:00	12:00 – 15:00
				16:00 – 17:00

2.2.2 Графоаналітичний розрахунок для автобусів ЗАЗ А10С3А

На підставі даних табл. 2.3 про пасажиропотік на максимально пасажиронапруженому перегоні маршруту № 18 по кожній годині доби за формулою (2.4) розраховуємо необхідну кількість автобусів ЗАЗ А08 (пасажиромісткість $q = 60$ пасажирів) на кожну годину роботи на маршруті. В результаті отримуємо погодинну епюру необхідної кількості автобусів (рис. 2.7).

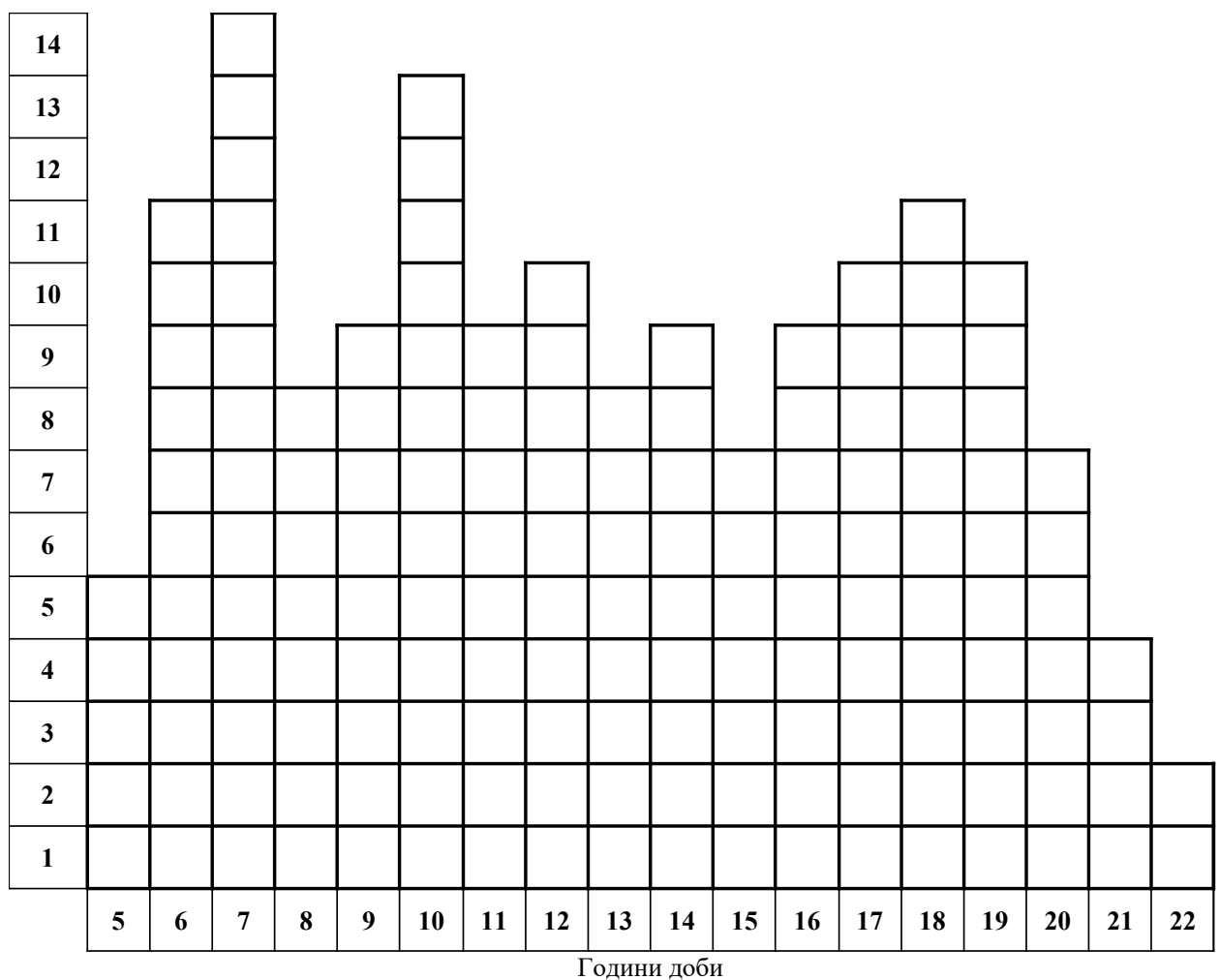


Рисунок 2.7 — Погодинна епюра необхідної кількості автобусів А10

З епюри погодинної кількості автобусів бачимо, що потреба більше ніж у 12 автобусах на маршруті є лише дві години на добу (07:00-08:00 та 10:00-

11:00). Тож, решта три автобуси будуть використовуватись неефективно. Втім, з урахуванням необхідності призначення обідніх перерв під час першої зміни роботи автобусів, проводимо на діаграмі лінію-максимум на рівні $n_{\max} = 12$ автобусів. Лінію мінімум проводимо на рівні $n_{\min} = 8$ автобусів. До діаграми додаємо одну машино-годину роботи з 15:00 год. до 16:00 год. та позначаємо цю клітинку знаком «+». Отримана діаграма-максимум наведена на рис. 2.8.

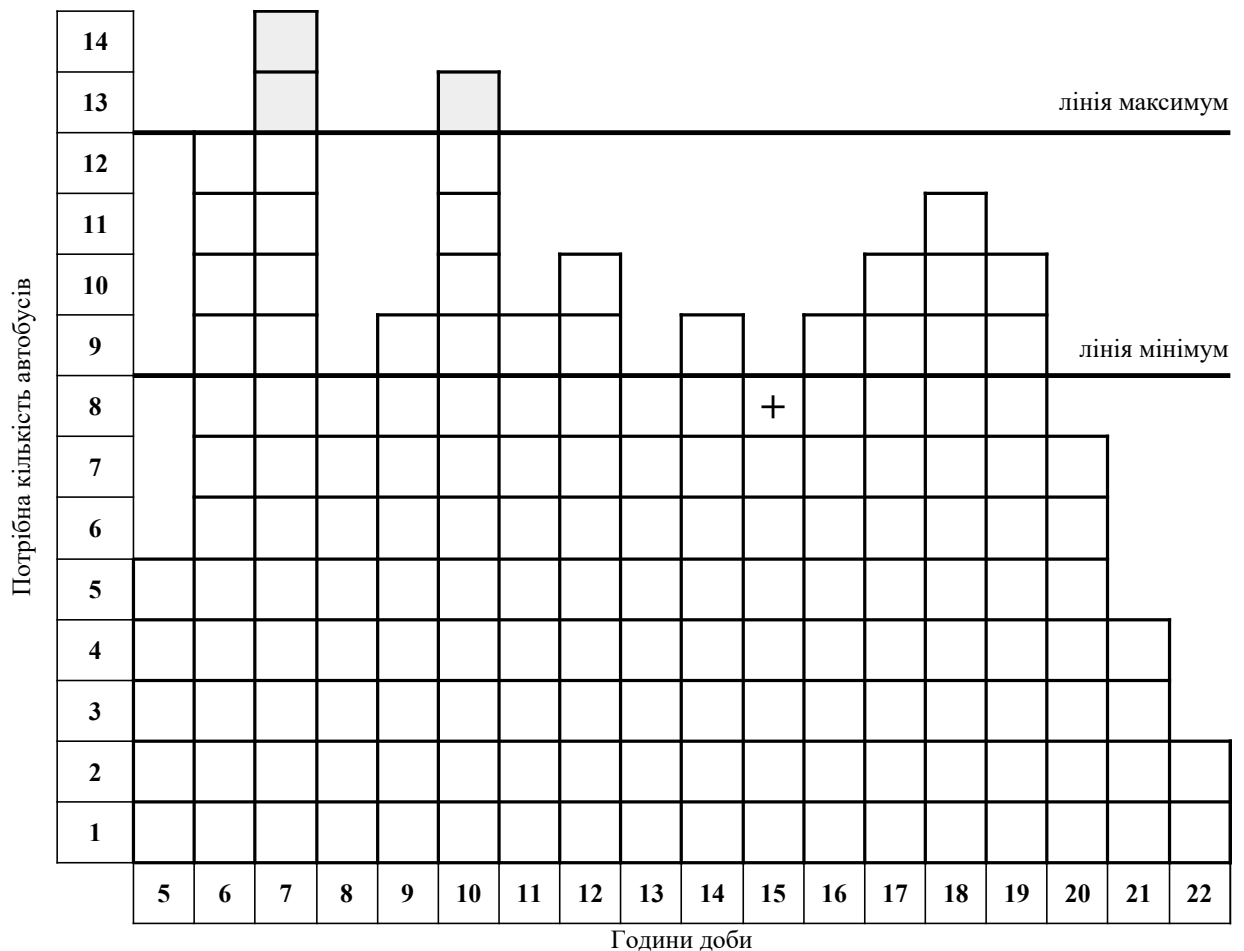


Рисунок 2.8 — Діаграма-максимум для маршруту № 18 (автобус ЗАЗ А10)

За діаграмою-максимум визначаємо кількість машино-годин, які повинні відпрацювати автобуси на маршруті протягом доби $T_m = 155$ машино-годин. Надалі за формулою (2.6) визначаємо кількість машино-змін на маршруті протягом доби

$$d = \frac{155 + 0,5 \cdot 12}{8,0} = 20 \text{ машино-зміна.}$$

За формулою (2.7) розраховуємо змінність роботи автобусів на маршруті

$$D_n = 20 - 2 \cdot 12 = -4.$$

Оскільки $D_n < 0$, то $2 \cdot 12 - 20 = 4$ автобуси будуть працювати на маршруті в одну зміну, а решта $12 - 4 = 8$ автобусів будуть працювати на маршруті у дві зміни. У відповідності до цього проводимо на діаграмі-максимум горизонтальну лінію змінності на рівні 8 автобусів.

Автобусам, що працюють у дві зміни передбачаємо по одній обідній перерві протягом зміни тривалістю 1 година та включаємо відповідні клітинки до діаграми. Результат цієї операції показаний на рис. 2.9.

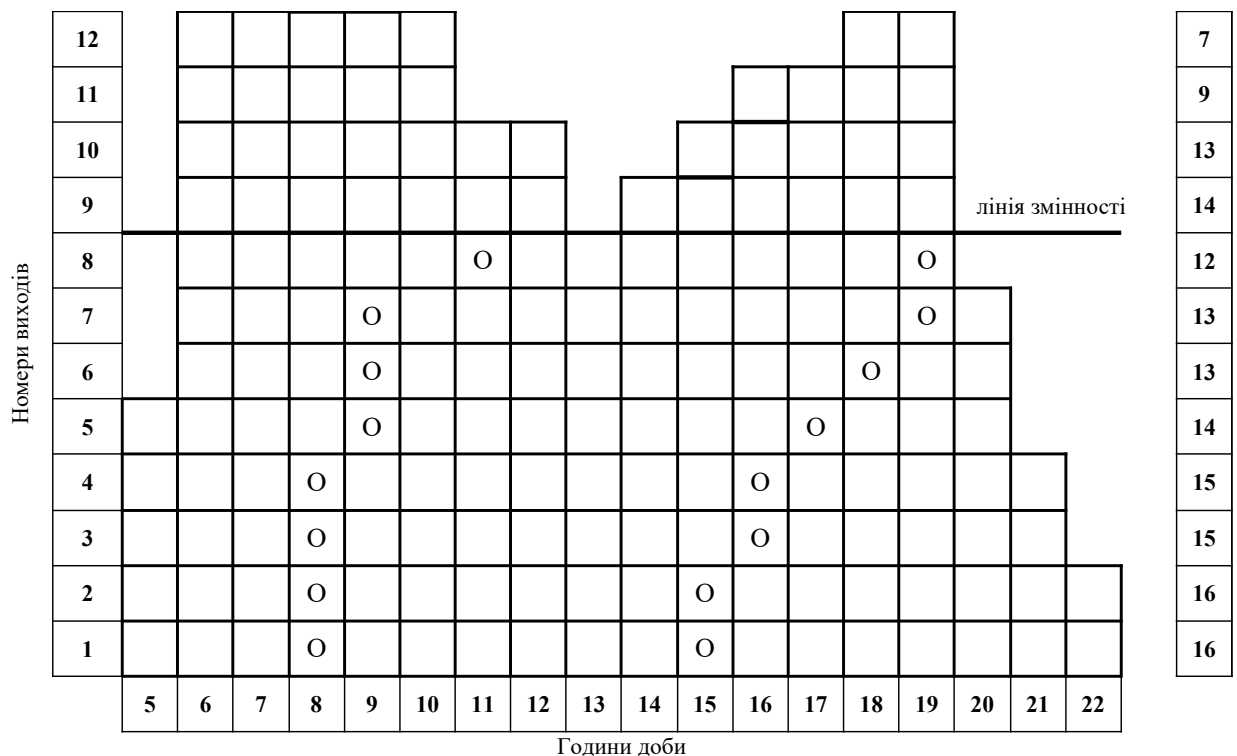


Рисунок 2.9 — Визначення змін та обідніх перерв на маршруті (A10)

ну (дві для другої зміни виходу 8) обідньої перерви протягом зміни. Тривалість однозмінних виходів складає 10 год. або 11 год. Оскільки тривалість періоду керування водія не повинна за зміну не повинна перевищувати 10 год., для виходів тривалістю 11 год. при складенні розкладу руху будемо намагатися зменшити тривалість періоду керування до 10 годин або використати двозмінний режим роботи водіїв.

Результати графоаналітичного розрахунку на маршруті № 18 для автобусів А10 зводимо до табл. 2.5.

Таблиця 2.5 — Результат графоаналітичного розрахунку (автобуси ЗАЗ А10, пасажиромісткість 60 пасажирів)

Номер виходу	Номер зміни	Початок роботи	Завершення роботи	Обід (простій)
1	1	05:00	13:00	8:00 – 9:00
	2	13:00	20:00	15:00 – 16:00
2	1	05:00	13:00	8:00 – 9:00
	2	13:00	21:00	15:00 – 16:00
3	1	05:00	13:00	8:00 – 9:00
	2	13:00	21:00	16:00 – 17:00
4	1	05:00	13:00	8:00 – 9:00
	2	13:00	21:00	16:00 – 17:00
5	1	05:00	14:00	9:00 – 10:00
	2	14:00	22:00	17:00 – 18:00
6	1	6:00	14:00	9:00 – 10:00
	2	14:00	22:00	18:00 – 19:00
7	1	6:00	15:00	9:00 – 10:00
	2	15:00	23:00	19:00 – 20:00

Кінець таблиці 2.5.

Номер виходу	Номер зміни	Початок роботи	Завершення роботи	Обід (простій)
8	1	6:00	15:00	11:00 – 12:00
	2	15:00	23:00	19:00 – 21:00
9	1	6:00	20:00	11:00 – 14:00
10	1	6:00	20:00	11:00 – 15:00
11	1	6:00	20:00	13:00 – 16:00
12	1	6:00	21:00	13:00 – 18:00

2.3 Розробка розкладів руху на маршруті № 18

На підставі результатів графоаналітичного розрахунку розробляємо розклад руху автобусів на маршруті. Для цього використаємо напівавтоматизований метод побудови розкладу сутність якого полягає у наступному:

а) спочатку готуємо хвилинну сітку рейсів, яка представляє собою стовпчики та рядки годин та хвилин доби. Крок часу по вертикалі між рядками складає 1 хвилина, крок часу по горизонталі між стовпчиками — дорівнює тривалості рейсу на маршруті у відповідності до напрямку з урахуванням тривалості міжрейсового відстоювання автобусів на кінцевій зупинці маршруту (приймаємо 5 хвилинам). Максимальне значення по вертикалі хвилинної сітки рейсів дорівнює тривалості оборотного рейсу на маршруті, максимальне значення по горизонталі хвилинної сітки рейсів дорівнює тривалості роботи маршруту на добу;

б) над кожним стовпчиком наносимо позначення кінцевих зупинок маршруту. Для маршруту № 18 приймаємо в якості позначення літеру Б для

кінцевої зупинки «Бородінський мкрн» та літеру П для кінцевої зупинки «4-й Південний мкрн»;

в) складення розкладу полягає у побудові на хвилинній сітці рейсів ланцюжків рейсів, що відповідають кожному з виходів на маршруті. Вони представляють собою горизонтальні та похилі відрізки ліній. Початок лінії позначає підключення автобуса до роботи, обривання лінії — зняття автобуса з маршруту (надання обідніх перерв водіями чи зняття автобусів у відстій);

г) початок кожного ланцюжка рейсів позначаємо номером виходу автобуса, якому він відповідає. Зняття автобуса з маршруту, перезміни водіїв та завершення зміни виходу показуємо відповідно червоною рамкою, сірою заливкою та зеленою рамкою;

д) при складенні розкладу необхідно стежити, щоб кожної години на маршруті працювала кількість автобусів, яка відповідає результатам графоаналітичного розрахунку. Найпростіше це визначити на підставі аналізу інтервалу руху автобусів, яким відповідає відстань між ланцюжками рейсів по вертикалі.

е) при складенні розкладу з урахуванням того, що тривалість рейсів не є кратною 1 годині, яка приймалась у якості базової для графоаналітичного розрахунку, необхідно стежити за дотриманням трудового законодавства України щодо робочого часу та часу відпочинку водіїв. Згідно цього, після кожних 4,5 годин керування водію необхідно надати перерву тривалістю не менше 45 хвилин. Ця перерва може бути розділена на дві частини тривалістю 15 хвилин та 30 хвилин з дотриманням вищенаведених вимог;

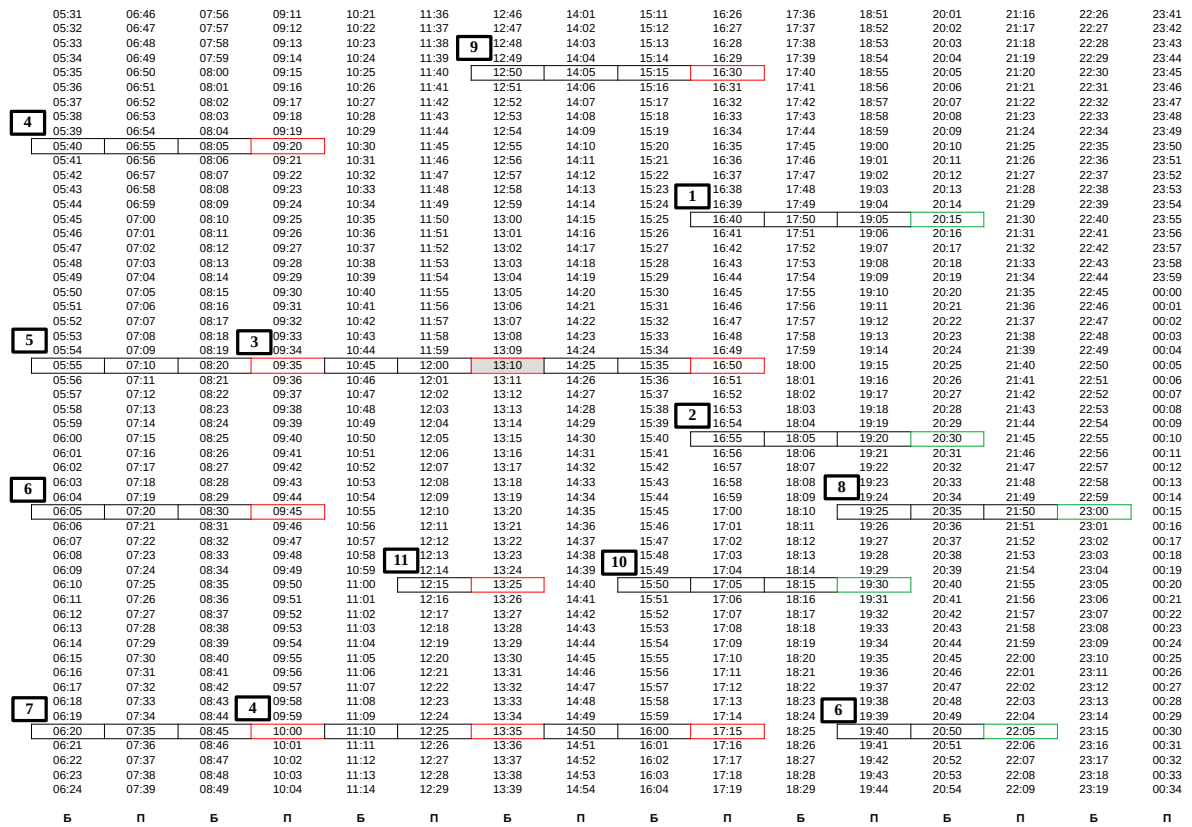
ж) при побудові розкладу на хвилинній сітці рейсів слід стежити за тим, щоб автобус, знятий з маршруту на обідню перерву водія, був випущений на маршрут з тієї ж кінцевої зупинки, на якій був знятий. Це не правило не стосується випадків зняття автобусів з маршруту у відстій у парку тривалістю понад 2 години.

Розклади руху на маршруті № 18 для автобусів ЗАЗ А08 та ЗАЗ А10 наведені на рис. 2.11.

Рисунок 2.11 — Розклад руху автобусів на маршруті № 18 (ЗАЗ А08)

Б		П		Б		П		Б		П		Б		П		Б		П	
04.00	05.15	06.25	07.40	08.50	10.05	11.15	12.30	13.40	14.55	16.05	17.20	18.30	19.45	20.55	22.10				
04.01	05.16	06.26	07.41	08.51	10.06	11.16	12.31	13.41	14.56	16.06	17.21	18.31	19.46	20.56	22.11				
04.02	05.17	06.27	07.42	08.52	10.07	11.17	12.32	13.42	14.57	16.07	17.22	18.32	19.47	20.57	22.12				
04.03	05.18	06.28	07.43	08.53	10.08	11.18	12.33	13.43	14.58	16.08	17.23	18.33	19.48	20.58	22.13				
04.04	05.19	06.29	07.44	08.54	10.09	11.19	12.34	13.44	14.59	16.09	17.24	18.34	19.49	20.59	22.14				
04.05	05.20	06.30	07.45	08.55	10.10	11.20	12.35	13.45	14.55	16.10	17.25	18.35	19.50	21.00	22.15				
04.06	05.21	06.31	07.46	08.56	10.11	11.21	12.36	13.46	15.01	16.11	17.26	18.36	19.51	21.01	22.16				
04.07	05.22	06.32	07.47	08.57	10.12	11.22	12.37	13.47	15.02	16.12	17.27	18.37	19.52	21.02	22.17				
04.08	05.23	06.33	07.48	08.58	10.13	11.23	12.38	13.48	15.03	16.13	17.28	18.38	19.53	21.03	22.18				
04.09	05.24	06.34	07.49	08.59	10.14	11.24	12.39	13.49	15.04	16.14	17.29	18.39	19.54	21.04	22.19				
04.10	05.25	06.35	07.50	09.00	10.15	11.25	12.40	13.50	15.05	16.15	17.30	18.40	19.55	21.05	22.20				
04.11	05.26	06.36	07.51	09.01	10.16	11.26	12.41	13.51	15.06	16.16	17.31	18.41	19.56	21.06	22.21				
04.12	05.27	06.37	07.52	09.02	10.17	11.27	12.42	13.52	15.07	16.17	17.32	18.42	19.57	21.07	22.22				
04.13	05.28	06.38	07.53	09.03	10.18	11.28	12.43	13.53	15.08	16.18	17.33	18.43	19.58	21.08	22.23				
04.14	05.29	06.39	07.54	09.04	10.19	11.29	12.44	13.54	15.09	16.19	17.34	18.44	19.59	21.09	22.24				
04.15	05.30	06.40	07.55	09.05	10.20	11.30	12.45	13.55	15.10	16.20	17.35	18.45	20.00	21.10	22.25				
04.16	05.31	06.41	07.56	09.06	10.21	11.31	12.46	13.56	15.11	16.21	17.36	18.46	20.01	21.11	22.26				
04.17	05.32	06.42	07.57	09.07	10.22	11.32	12.47	13.57	15.12	16.22	17.37	18.47	20.02	21.12	22.27				
04.18	05.33	06.43	07.58	09.08	10.23	11.33	12.48	13.58	15.13	16.23	17.38	18.48	20.03	21.13	22.28				
04.19	05.34	06.44	07.59	09.09	10.24	11.34	12.49	13.59	15.14	16.24	17.39	18.49	20.04	21.14	22.29				
04.20	05.35	06.45	08.00	09.10	10.25	11.35	12.50	14.00	15.15	16.25	17.40	18.50	20.05	21.15	22.30				
04.21	05.36	06.46	08.01	09.11	10.26	11.36	12.51	14.01	15.16	16.26	17.41	18.51	20.06	21.16	22.31				
04.22	05.37	06.47	08.02</																

Рисунок 2.12 — Розклад руху автобусів на маршруті № 18 (ЗАЗ А10)



Кінець рисунку 2.12.

На підставі розробленого розкладу руху автобусів підраховуємо техніко-експлуатаційні показники автобусів та водіїв на маршруті та зводимо їх до табл. 2.6.

Таблиця 2.6 — Техніко-експлуатаційні показники роботи водіїв і автобусів на маршруті № 18 (автобус ЗАЗ А08)

Показник	Значення показника для автобуса	
	ЗАЗ А08	ЗАЗ А10
1. Кількість виконаних рейсів на маршруті за добу	156	124
2. Кількість відпрацьованого часу водіями автобусів на маршруті за добу, год.	200,5	161,8

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних вкладень

Пропоновані рішення щодо удосконалення організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті загального користування № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» передбачають придбання нових автобусів малого (пасажиромісткістю 49 пасажирів) та середнього класу (пасажиромісткістю 60 пасажирів). Розрахунок додаткових капітальних вкладень на придбання нового рухомого складу наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 — Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Марка автобуса	Необхідна кількість автобусів, од.	Вартість нового автобуса, грн.	Додаткові капітальні вкладення, грн.
ЗАЗ А08	15	3 280 000	49 200 000
ЗАЗ А10	12	4 800 000	57 600 000
Разом			106 800 000

Таким чином, додаткові капітальні вкладення на придбання нового рухомого складу дорівнюють $K_{\text{дод}} = 106\,800\,000$ грн.

3.2 Розрахунок собівартості перевезень

Згідно Методичних рекомендацій визначення рівня тарифу на послуги пасажирського автомобільного транспорту загального користування (затверджених наказом Міністерства інфраструктури України від 25.06.2023 р. № 461), розрахунок собівартості перевезень пасажирів автобусами виконується на один кілометр пробігу та визначається за формулою

$$c_{\text{км}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{зпр}} + C_{\text{п}} + C_{\text{зм}} + C_{\text{зпч}} + A + C_{\text{аб}} + C_{\text{ін}}, \quad (3.1)$$

де $C_{\text{зп}}$ — заробітна плата водіїв автобусів, основна і додаткова, з урахуванням внеску до фондів загальнодержавного соціального страхування (ЄСВ), грн.;

$C_{\text{зпр}}$ — заробітна плата працівників, які виконують технічне обслуговування та ремонт автобусів, грн.;

$C_{\text{п}}$ — витрати на паливо автобусів, грн.;

$C_{\text{зм}}$ — витрати на мастильні матеріали, грн.;

$C_{\text{зпч}}$ — витрати на запасні частини та матеріали, грн.;

$C_{\text{ш}}$ — витрати на заміну шин автобусів, грн.;

A — амортизаційні відрахування на оновлення рухомого складу, грн.;

$C_{\text{аб}}$ — витрати на акумуляторні батареї автобусів, грн.;

$C_{\text{ін}}$ — інші витрати, грн.

Заробітна плата водіїв автобусів на 1 км пробігу розраховується за формулою

$$C_{\text{зп}} = \frac{c_{\text{гт}} \cdot k_{\text{дод}} \cdot k_{\text{ітр}} \cdot k_{\text{єсв}}}{v_{\text{е}}}, \quad (3.2)$$

де $c_{\text{гт}}$ — годинна тарифна ставка водія автобуса, грн./год. Для водіїв автобусів ЗАЗ А08 $c_{\text{гт}} = 102,50$ грн./год., для водіїв автобусів ЗАЗ А10 $c_{\text{гт}} = 106,80$ грн./год.;

$k_{\text{дод}}$ — коефіцієнт, який враховує додаткову заробітну плату водіїв. Приймаємо для обох марок автобусів $k_{\text{дод}} = 1,445$ (доплата за класність 25 %, доплата за розривний графік роботи та роботу у нічну пору доби 10 %, оплата відпусток 9,5 %);

$k_{\text{ітр}}$ — коефіцієнт, який враховує заробітну плату інженерно-технічних та керівних працівників і службовців автотранспортного підприємства (10% від фонду заробітної плати водіїв), приймаємо $k_{\text{ітр}} = 1,1$;

$k_{\text{есв}}$ — коефіцієнт, який враховує єдиний соціальний внесок, приймаємо $k_{\text{есв}} = 1,22$;

v_e — середня експлуатаційна швидкість руху автобусів, що працюють на маршруті № 18. Приймаємо за даними паспорта маршруту та розробленого розкладу руху автобусів на маршруті $v_e = 16,0$ км/год.

Заробітна плата водіїв та інженерно-технічних працівників на 1 км пробігу автобусів дорівнює:

– для автобусів ЗАЗ А08

$$C_{\text{зп}}^{(1)} = \frac{102,5 \cdot 1,445 \cdot 1,1 \cdot 1,22}{16,0} = 12,42 \text{ грн/км};$$

– для автобусів ЗАЗ А10

$$C_{\text{зп}}^{(2)} = \frac{106,8 \cdot 1,445 \cdot 1,1 \cdot 1,22}{16,0} = 12,94 \text{ грн/км}.$$

Заробітну плату працівників, які виконують ремонт та технічне обслуговування автобусів, розраховуємо за формулою

$$C_{\text{зпр}} = \frac{c_{\text{гт}} \cdot k_{\text{дод}} \cdot k_{\text{есв}} \cdot W}{1000}, \quad (3.3)$$

де $c_{\text{гт}}$ — годинна тарифна ставка ремонтних працівників підприємства, грн.

Приймаємо для III розряду $c_{\text{гт}} = 94,75$ грн./год.;

$k_{\text{дод}}$ — коефіцієнт, який враховує додаткову заробітну плату ремонтних працівників, приймаємо $k_{\text{дод}} = 1,435$ (надбавка за інтенсивну працю 12 %, надбавка за високу професійну майстерність 12 %, премії 10 %, оплата відпусток 9,5 %);

W — трудомісткість виконання робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту автобуса на 1000 км пробігу (див. табл. 3.2).

Таблиця 3.2 — Розрахунок трудомісткості робіт з технічного обслуговування та ремонту рухомого складу

Техніко-експлуатаційні показники	Марка автобуса	
	ЗАЗ А08	ЗАЗ А10
1. Середній річний пробіг автобуса, км.	75 540	75 056
2. Періодичність видів ТО для автобусів, км:		
ТО-1	5 000	5 000
ТО-2	20 000	20 000
3. Нормативи трудомісткості виконання робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту:		
ЩО, чол.-год. одне обслуговування	0,8	1,4
ТО-1, чол.-год. одне обслуговування	5,8	10,0
ТО-2, чол.-год. одне обслуговування	24,0	40,0
ПР, чол.-год./1000 км пробігу автобуса	6,2	9,0
4. Кількість ТО на річний пробіг автобуса, од:		
ЩО	320	320
ТО-1	16	16
ТО-2	4	4
5. Трудомісткість виконання робіт з ТО та ПР, чол.-год.:		
ЩО	256	448
ТО-1	92,8	160
ТО-2	96,0	160
ПР	468,3	675,5
Разом	913,1	1443,5
6. Трудомісткість робіт з ТО та ПР автобуса на 1000 км пробігу, чол.-год.	12,09	19,23

Заробітна плата ремонтних працівників підприємства при виконанні робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту автобусів складає:

– для автобусів ЗАЗ А08

$$C_{\text{зпр}}^{(1)} = \frac{94,75 \cdot 1,435 \cdot 1,22 \cdot 12,09}{1000} = 2,00 \text{ грн/км};$$

– для автобусів ЗАЗ А10

$$C_{\text{зпр}}^{(2)} = \frac{94,75 \cdot 1,435 \cdot 1,22 \cdot 19,23}{1000} = 3,19 \text{ грн/км}.$$

Витрати на пальне автобусами (дизельне паливо) при роботі на міських маршрутах визначаються за формулою

$$C_{\text{п}} = \frac{H_s \cdot c_{\text{п}} \cdot (1 + k_{\Sigma})}{100}, \quad (3.4)$$

де H_s — базова лінійна норма витрат палива автобусом на пробіг у нормальних умовах експлуатації, л/100 км пробігу. Для автобуса ЗАЗ А08 л/ $H_s^{(1)} = 25,0$ л/100 км (дп), для автобуса ЗАЗ А10 $H_s^{(2)} = 27,0$ л/100 км (дп);

$c_{\text{п}}$ — вартість 1 л дизельного палива, грн/л. Приймаємо $c_{\text{п}} = 51,50$ грн/л;

k_{Σ} — коригувальний коефіцієнт до базової лінійної норми витрат палива автобусом, який враховує фактичні умови експлуатації автобуса, %. Приймаємо $k_{\Sigma} = 0,25$ (за роботу в умовах міста Запоріжжя +10 %, за виконання робіт, пов'язаних з частими технологічними зупинками на маршруті для виконання пасажирообміну +10 %, середня надбавка за роботу в зимових умовах та внутрішньогаражні розїзди +5 %).

Витрати на паливо автобусами на маршруті по марках рухомого складу дорівнюють:

– для автобусів ЗАЗ А08

$$C_{\Pi}^{(1)} = \frac{25,0 \cdot 51,50 \cdot (1 + 0,25)}{100} = 16,09 \text{ грн/км.};$$

– для автобусів ЗАЗ А10

$$C_{\Pi}^{(2)} = \frac{27,0 \cdot 51,50 \cdot (1 + 0,25)}{100} = 17,38 \text{ грн/км.}$$

Витрати на експлуатаційні мастильні матеріали для автобусів на кілометр пробігу приймаємо у розмірі 15 % від вартості фактично витраченого автобусами палива, тобто:

– для автобусів ЗАЗ А08

$$C_{\text{ЗМ}}^{(1)} = 16,09 \cdot 0,15 = 2,54 \text{ грн/км};$$

– для автобусів ЗАЗ А10

$$C_{\text{ЗМ}}^{(2)} = 17,38 \cdot 0,15 = 2,61 \text{ грн/км};$$

Витрати на запасні частини та матеріали приймаємо за укрупненими нормами, визначеними у Нормативах витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт по базових марках автомобілів, затверджених наказом Міністерства інфраструктури України від 14.11.1995 року, у американських доларах за поточним курсом української гривні до долара США. Розрахунок виконуємо за формулою

$$C_{\text{ЗПЧ}} = \frac{c_{\text{ЗЧ}} + c_{\text{М}}}{1000}, \quad (3.5)$$

де $c_{\text{ЗЧ}}$ — витрати на запасні частини для ремонту автобусів, грн./1000 км пробігу. Для автобусів ЗАЗ А08 $c_{\text{ЗЧ}} = 1995$ грн./1000 км, для автобусів ЗАЗ А10 $c_{\text{ЗЧ}} = 2359$ грн./1000 км;

c_m — витрати на матеріали для проведення ремонту автобусів, грн./1000 км. Для автобусів ЗАЗ А08 $c_m = 635,5$ грн./1000 км, для автобусів ЗАЗ А10 $c_m = 722,7$ грн./1000 км.

Витрати на запасні частини і матеріали для ремонту автобусів по марках складають:

– для автобусів ЗАЗ А08

$$C_{зпч}^{(1)} = \frac{1995 + 635,5}{1000} = 2,63 \text{ грн/км.};$$

– для автобусів ЗАЗ А10

$$C_{зпч}^{(2)} = \frac{2359 + 722,7}{1000} = 3,08 \text{ грн/км.}$$

Витрати на заміну шин автобусів знаходимо за формулою

$$C = \frac{n_{ш} \cdot c_{ш}}{L_n}, \quad (3.6)$$

де $n_{ш}$ — кількість шин, встановлених на автобусі, од. Для обох марок розглядуваних автобусів од.;

$c_{ш}$ — вартість шини, грн. Для автобусів ЗАЗ А08 та ЗАЗ А10 (марка шин 275/75R17.5) $c_{ш} = 5990$ грн.;

L_n — норма експлуатаційного пробігу шини, $L_n = 75\,000$ км.

Витрати на шини по марках автобусів складуть:

$$C_{ш}^{(1)} = C_{ш}^{(2)} = \frac{7 \cdot 5990}{75000} = 0,56 \text{ грн/км.}$$

Амортизаційні відрахування на відновлення рухомого складу визначаємо за формулою

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{L_p \cdot 100\%}, \quad (3.7)$$

де C_6 — балансова вартість автобусів, грн. Приймаємо за даними розрахунків підрозділу 3.1;

L_p — річний пробіг автобуса, км;

a — річна норма амортизаційних відрахувань, %. Для автобусів, що належать до 5 групи основних засобів з корисним терміном експлуатації 5 років при прямолінійному методі нарахування амортизації приймаємо $a = 20\%$. Тоді амортизаційні відрахування на 1 км пробігу автобусів на маршруті складуть:

– для автобусів ЗАЗ А08

$$A^{(1)} = \frac{3280000 \cdot 20\%}{75540 \cdot 100\%} = 8,68 \text{ грн/км};$$

– для автобусів ЗАЗ А10

$$A^{(2)} = \frac{4800000 \cdot 20\%}{75056 \cdot 100\%} = 12,79 \text{ грн/км}.$$

Витрати на оновлення акумуляторних батарей автобусів розраховуємо за формулою

$$C_{аб} = \frac{Ц_{аб} \cdot n_{аб}}{H_{аб} \cdot I}, \quad (3.8)$$

де $Ц_{аб}$ — ціна акумуляторної батареї, грн;

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

$H_{аб}$ — експлуатаційна норма середнього ресурсу акумуляторної батареї автобуса (місяців), встановлена наказом Міністерства інфраструктури України від 20.05.2010 р. № 489;

I — інтенсивність експлуатації автобуса на маршрутах, км/міс.

На автобусах ЗАЗ А08 та ЗАЗ А10 встановлені по дві акумуляторні батареї типу 6СТ-90 вартістю $C_{аб} = 8700$ грн за одиницю. При експлуатаційній нормі середнього ресурсу акумуляторної батареї $H_{аб} = 18$ місяців витрати на акумуляторні батареї складуть:

— для автобуса ЗАЗ А08

$$C_{аб}^{(1)} = \frac{8700 \cdot 2}{18 \cdot 6295} = 0,15 \text{ грн/км};$$

— для автобуса ЗАЗ А10

$$C_{аб}^{(2)} = \frac{8700 \cdot 2}{18 \cdot 6255} = 0,15 \text{ грн/км}.$$

Інші витрати (адміністративні, накладні, загальновиробничі) визначаємо у розмірі 30 % від витрат по усіх інших статтях. Результати розрахунку собівартості пробігу 1 км автобусів по розглядуваних марках наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 — Собівартість 1 км пробігу по марках автобусів

Стаття витрат	Марка автобуса	
	ЗАЗ А08	ЗАЗ А10
1. Заробітна плата водіїв та ІТР, грн./км	12,42	12,94
2. Заробітна плата ремонтних працівників, грн/км	2,00	3,19
3. Паливо, грн/км	16,09	17,38

Кінець таблиці 3.3.

Стаття витрат	Марка автобуса	
	ЗАЗ А08	ЗАЗ А10
4. Мастильні матеріали, грн/км	2,54	2,61
5. Запасні частини і матеріали, грн/км	2,63	3,08
6. Шини, грн/км	0,56	0,56
7. Амортизаційні відрахування, грн/км	8,68	12,79
8. Акумуляторні батареї, грн/км	0,15	0,15
Разом	44,51	52,70
9. Інші витрати (30%), грн/км	13,35	15,81
Собівартість пробігу 1 км, грн.	57,86	68,51

3.3 Розрахунок вартості проїзду на маршруті

Розрахунковий тариф на перевезення одного пасажир на маршруті № 18 визначаємо за формулою

$$T = \frac{c_{\text{км}} \cdot \bar{l} \cdot k_p}{q_a \cdot \gamma_d}, \quad (3.9)$$

де $c_{\text{км}}$ — собівартість 1 км пробігу автобуса заданої марки, грн./км;

$\bar{l}$ — середня відстань поїздки одного пасажир на маршруті, км. Приймаємо за даними обстеження пасажирських потоків на маршруті (табл. 1.8), $\bar{l} = 4,79$ км;

k_p — коефіцієнт, який враховує рівень рентабельності перевезень. Приймаємо $k_p = 1,15$;

q_a — пасажиромісткість автобусів, що використовуються для перевезень пасажирів на маршрутах, пас.;

γ_d — динамічний коефіцієнт використання пасажиромісткості рухомого складу на маршруті (середньодобовий). Приймаємо $\gamma_d = 0,45$.

Вартість проїзду пасажирів на міському автобусному маршруті № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» складе:

— для автобусів ЗАЗ А08

$$T_8 = \frac{57,86 \cdot 4,96 \cdot 1,15}{49 \cdot 0,45} = 14,96 \text{ грн.};$$

— для автобусів ЗАЗ А10

$$T_{10} = \frac{68,51 \cdot 4,96 \cdot 1,15}{60 \cdot 0,45} = 14,47 \text{ грн.}$$

Таким чином, при заміні рухомого складу на обидва розглядувані типи автобусів вартість проїзду пасажирів збільшується у порівнянні з існуючою (10,0 грн.) і повинна складати 15,0 грн. за одну поїздку.

3.4 Розрахунок доходу та прибутку від виконання перевезень

Дохід від виконання перевезень на маршруті розраховуємо за формулою

$$D = A_p \cdot T, \quad (3.10)$$

де A_p — річний обсяг перевезень пасажирів на маршруті, пас. Приймаємо за результатами обстеження пасажиропотоків $A_p = 4\,819\,825$ пас.

Дохід від виконання перевезень незалежно від типу використовуваного на маршруті рухомого складу дорівнює

$$D = 4\,819\,825 \cdot 15 = 72\,297\,375 \text{ грн.}$$

Річні експлуатаційні витрати на перевезення пасажирів розраховуємо за формулою

$$C_p = n_a \cdot c_{\text{км}} \cdot l_p, \quad (3.11)$$

де n_a — кількість автобусів, що працюють на маршруті, од.;

l_p — пробіг одного автобуса на маршруті за рік, км.

Річні експлуатаційні витрати по варіантах пропонованого типу рухомого складу дорівнюють:

— для автобусів ЗАЗ А08

$$C_{p8} = 15 \cdot 75540 \cdot 57,86 = 65\,561\,166 \text{ грн.};$$

— для автобусів ЗАЗ А09

$$C_{p10} = 12 \cdot 75056 \cdot 68,51 = 61\,705\,038 \text{ грн/км.}$$

Прибуток від виконання перевезень по варіантах знаходимо як різницю між доходом та річними експлуатаційними витратами:

— для автобусів ЗАЗ А08

$$\Pi_8 = D - C_p = 72\,297\,375 - 65\,561\,166 = 6\,736\,209 \text{ грн.};$$

— для автобусів ЗАЗ А10

$$\Pi_{10} = D - C_p = 72\,297\,375 - 61\,705\,038 = 10\,592\,337 \text{ грн.}$$

3.5 Розрахунок чистої поточної вартості пропонованих варіантів транспортного обслуговування пасажирів на маршруті

Чисту поточну вартість пропонованих варіантів транспортного обслуговування пасажирів на міському автобусному маршруті № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» розраховуємо за формулою

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.12)$$

де B_t — річні вигоди від реалізації проєкту, грн.;

C_t — річні витрати від реалізації проєкту, грн.;

i — коефіцієнт дисконтування або ставка дисконту, приймаємо $i = 0,2$;

n — термін реалізації проєкту, який приймаємо рівним нормативному терміну експлуатації рухомого складу, тобто $n = 5$ років.

При розрахунку доходів на кожний рік реалізації проєкту враховуємо те, що 9 автобусів МАЗ-103, які звільняються з маршруту при впровадженні нового рухомого складу можуть бути використані на інших маршрутах та також приносити додатковий прибуток. Оцінку величини цього прибутку визначимо за формулою

$$P_{\text{дод}} = P \times \frac{q_{\text{б}} \cdot n_{\text{б}}}{q_{\text{пр}} \cdot n_{\text{пр}}} \times \frac{T_{\text{б}}}{T_{\text{пр}}}, \quad (3.13)$$

де $q_{\text{пр}}, n_{\text{пр}}$ — пасажиромісткість (пас.) та кількість рухомого складу (од.) за пропонованим варіантом;

$q_{\text{б}}, n_{\text{б}}$ — пасажиромісткість (пас.) та кількість рухомого складу (од.) за пропонованим варіантом;

$T_{\text{б}}, T_{\text{пр}}$ — вартість проїзду за базовим і проєктними варіантами, грн.

[illegible]

Таблиця 3.5 — Розрахунок чистої поточної вартості (ЗАЗ А10), тис. грн.

Рік, t	Витрати, грн.	Доходи, грн.	Постійні експлуатаційні витрати, грн.	Прибуток, грн.	Чисті вигоди, грн.	Коефіцієнт дисконтування	NPV, грн.
1	57 600	77 946	61 705	16 241	–41 359	1,0	–41 359
2	–	77 946	61 705	16 241	16 241	0,83	13 480
3	–	77 946	61 705	16 241	16 241	0,69	11 206
4	–	77 946	61 705	16 241	16 241	0,57	9 257
5	–	77 946	61 705	16 241	16 241	0,48	7 996
Чиста поточна вартість проєктного варіанту							580

Таким чином, додатну чисту поточну вартість забезпечує лише другий проєктний варіант, тож економічно ефективним є заміна рухомого складу на маршруті № 18 «Бородінський мкрн — 4-й Південний мкрн» на автобуси ЗАЗ А10 пасажиромісткістю 60 пасажирів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі магістерської роботи «Оцінка та підвищення якості транспортного обслуговування пасажирів на міському автобусному маршруті № 18 міста Запоріжжя» розглянуто аналіз потенційних небезпек, що можуть підстерігати дослідника під час збору статистичних даних. Розроблені заходи по їх усуненню. Дослідник знаходиться в небезпеках як і пасажир. Тому розглядаємо небезпеки для всіх. В підрозділі з охорони праці розглянуті питання з цивільного захисту. Небезпеки, які діють на дослідника, розглянуті в додатку А. В цьому додатку А розроблені заходи по усуненню загальних небезпек та небезпек виробничої санітарії та гігієни праці. Також зроблено розрахунок дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, напруженості праці, значення яких були заміряні в лабораторії дослідника.

4.1 Заходи з цивільного захисту

4.1.1 Заходи з пожежної безпеки

Технічний стан автобуса повинен відповідати вимогам НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті». Підігрівати двигун та інші агрегати відкритим вогнем забороняється. В зимову пору для підігріву двигуна використовують промисловий фен.

Забороняється залишати на двигуні забруднені олією або паливом використані обтиральні матеріали.

Відповідно до діючих Правил дорожнього руху та НАПБ Б. -1.008-2004 «Правила експлуатації вогнегасників» на лінію автобус повинен виходити при наявності не менш одного вогнегасника ВП-5 (при пасажиромісткості до 18

осіб). Укомплектований медичною аптечкою, знаком аварійної зупинки, червоним ліхтарем.

4.1.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Забезпечення стійкої роботи комунально-енергетичних систем промислового об'єкта.

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

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

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

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

Артезіанські шпари, резервуари чистої води й шахтні колодязі повинні бути пристосовані для роздачі води в пересувну тару. Резервуари чистої води

слід обладнати герметичними люками й вентиляцією з очищенням повітря від пилу.

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

Стійкість мереж водопостачання збільшується при заглиблені в ґрунт усіх ліній водопроводу й розміщенні пожежних гідрантів, що й відключають пристроїв на території, яка не може бути завалена при руйнуванні будинків, а також при пристрої перемичок, що дозволяють відключати ушкоджені лінії й спорудження.

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

Вимоги до систем газопостачання. На багатьох об'єктах народного господарства газ використовується як паливо, а на хімічних підприємствах — і як вихідна сировина.

При руйнуванні газових мереж газ може з'явитися причиною вибуху, пожежі. Для більш надійного постачання газ повинен подаватися в місто й на промислові об'єкти по двом незалежним газопроводам.

Газорозподільні станції необхідно розташовувати за межами міста з різних сторін. Газові мережі за кільцьовуються й прокладаються під землею. На газовій мережі в певних місцях повинні бути встановлені автоматичні пристрої, що відключають, спрацьовують від надлишкового тиску ударної хвилі,

Крім того, на газопроводах слід установлювати запірну арматури з дистанційним керуванням і крани, що автоматично перекривають подачу газу при розриві труб, що дозволяє відключати газові мережі певних ділянок і районів міста.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі розглянуті питання оцінки якості надання транспортних послуг та удосконалення організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті загального користування № 18 «Бородінський мкрн – 4-й Південний мкрн» міста Запоріжжя.

Для оцінки рівня якості та результативних показників роботи транспорту на маршруті було проведено обстеження пасажирських потоків табличним методом та опрацьовано його результати, які дозволили встановити добовий обсяг перевезень пасажирів, середню відстань поїздки пасажирів, транспортну роботу та показники використання існуючого рухомого складу пасажиромісткістю 100 пасажирів. Порівняння отриманих показників якості транспортного обслуговування пасажирів засвідчило, що вони не відповідають встановленим нормативам у частині інтервалів руху на маршруті.

Для скорочення інтервалів руху на маршруті та приведення їх у відповідність до нормативів якості у роботі розглянуті два варіанти заміни рухомого складу на маршруті на менш пасажиромісткий: за першим варіантом на автобуси ЗАЗ А08 пасажиромісткістю 49 пасажирів, за другим варіантом – на автобуси ЗАЗ А10 пасажиромісткістю 60 пасажирів.

Для пропонованих марок рухомого складу виконано розрахунки необхідної кількості автобусів на маршруті на кожну годину доби та графоаналітичним методом розроблено раціональні режими праці та відпочинку водіїв. Складено розклади руху автобусів за проектними варіантами напівавтоматизованим методом на хвилинній сітці рейсів.

Економічні розрахунки показали, що за якість треба платити. Вартість перевезень пасажирів для беззбиткової роботи транспортного підприємства складає 15,0 грн. у порівнянні з існуючими 10 грн. Економічно ефективним виявився другий пропонований варіант з використанням на маршруті автобусів ЗАЗ А10 у кількості 12 одиниць.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Луб'яний П.В., Войтович О.А. Організація пасажирських перевезень: навчальний посібник з дисципліни «Пасажирські перевезення». Херсон: Книжкове вид-во ФОП Вишемирський В.С., 2024. – 188 с.
2. Вдовиченко В.О. Транспортні технології: навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2019. – 200 с.
3. Шарко О.В. Організація руху пасажирського транспорту: методичні рекомендації. Херсон: ХДМА, 2019. – 150 с.
4. Луб'яний П.В. Вплив організаційних чинників на рухомість населення: монографія. Херсон: ХНТУ, 2024. – 210 с.
5. Войтович О.А. Пасажиропотоки: методичні рекомендації. Херсон: ХДМА, 2024. – 170 с.
6. Ільчук Н.І. Міський транспорт: навчальний посібник. Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 96 с.
7. Доля В.І. Міський пасажирський транспорт: навчальний посібник. Київ: Видавництво «Наукова думка», 2015. – 320 с.
8. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС,
9. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)

Додаток А

А.1 Аналіз потенційних небезпек

Можливі такі потенційні небезпеки:

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

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

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

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

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

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

- скупчення на двигуні бруду і олії, що може призвести до короткого замикання електропроводки, застосування відкритого вогню при підігріві двигуна в холодний період - все це може призвести до пожежі;
- при висадці пасажирів в недозволеному місці може призвести до наїзду на останніх іншим транспортним засобом;
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

А.2 Заходи по забезпеченню безпеки

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

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

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

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

А.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

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

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

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

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища, що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [8], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 230 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 2а.

З додатків [8], відповідно до категорії робіт 2а, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці А.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця А.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	26,5	10	22,0-25,1	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E,$ $лк$	430	10	500	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	A-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	108	6	65	—	3.4	3
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	350	8	290	,21	4	4
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	61500	8	40000	1,54		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	78	8	75	1,04		
Тривалість робочого дня, $год.$	10	10	8	0,23		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [8]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 10}{10} = 3$$

– для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою:

а) загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{350 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 1,21;$$

б) стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{61000 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,54;$$

в) тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{78 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,04;$$

г) тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,23;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 3$, з таблиці 7.2 [8] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 430$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [8] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до вимірюного значення рівня шуму $P_{вим} = 108 \text{ дБА}$, за додатками Д та табл. Д.1 [8] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою [8]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 1,21 + 1,54 + 1,04 + 0,23 = 4,02$$

З таблиці 7.3 [8] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 4,02$ – 4 клас, 4 ступінь (4.4);

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 4 класу, 4 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{см} = X_i = 3$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 10 годин, тому коректування не потрібно – $X_{см} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [8]:

$$X_i = X_{см} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{4 \cdot 6}{8} = 3$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 4$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [25]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 1 + 3 + 4 = 11$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 11$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [8]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 24 %.

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

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

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

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 19,2-21,9°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт А-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 500 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 65 дБА ;
- загальні енергозатрати організму, до 232 Вт ;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 100%;
- тривалість робочого дня 8 год.

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

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня 8 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [8], у розмірі 24%