

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, назва факультету)

Транспортних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

магістр

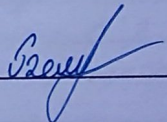
(рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень))

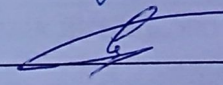
на тему:

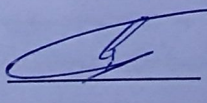
ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕКСПРЕСНОГО
РЕННІМЧ РХХУ НА МІСЬКОМУ АВТОБУСНОМУ
МАРШРУТІ №55 МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

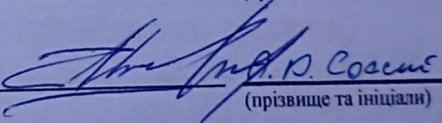
Виконав: студент 6 курсу, групи Р-312ч
спеціальності (напряму підготовки)

275.03 "Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)"
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

 С.М. Бєліков
(прізвище та ініціали)

Керівник  І.П. Бабичкін
(прізвище та ініціали)

Консультант  І.П. Бабичкін
(прізвище та ініціали)

Рецензент  М.Р. Соєніс
(прізвище та ініціали)

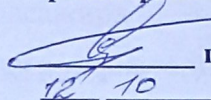
м. Запоріжжя
2017 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра транспортних технологій
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
 Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 27 Транспорт
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
 транспортних технологій

 проф. Г.Ф. Бабушкін
 12 10 2017 року

З А В Д А Н Н Я
 НА МАГІСТЕРСКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Белікову Сергію Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вибір раціональних параметрів експресного рішення руху на міському автобусному маршруті №55 міста Запоріжжя

керівник роботи д.т.н., проф. Г.Ф. Бабушкін
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 12 жовтня 2017 року № 996

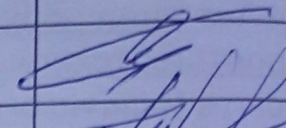
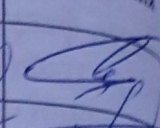
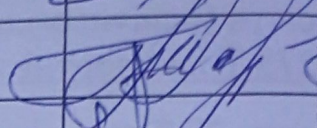
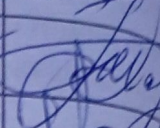
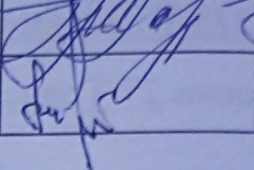
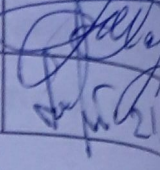
2. Строк подання студентом роботи 8 грудня 2017 року.

3. Вихідні дані до роботи 1. Транспортний міський автобусний маршрут загального користування №55, вул. Рубана-Василя Запоріжжя-1. 2. Інформаційний центр. 3. Версія проїзду - 7,50 грн. 4. Інформаційно-експлуатаційні показники роботи автобусів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Задача керування транспортним ТДА «Автобус» і обслуговування цих маршрутів. 2. Характеристика транспортного складу підприємства. 3. Характеристика маршруту №55. 4. Аналіз пасажиропотоку на маршруті. 5. Висновки і рекомендації щодо роботи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Схема маршруту №55. 2. Характеристика маршруту. 3. Пасажиропотік на найбільш завантаженому переконі маршруту (прямий напрям). 4. Пасажиропотік на найбільш завантаженому переконі маршруту (зворотний напрям). 5. Пасажиропотік на зворотній маршруті. 6. Перелік і медіан експресного рішення руху. 7. Вибір оптимального маршруту для організації експресного сполучення. 8. Розрахунок максимальної кількості експресів на експресному маршруті. 9. Вибір оптимального складу експресів для виконання до експресного маршруту. 10. Склад експресів. 11. Склад експресів згідно з умов. 12. Розрахунок аналізу пасажиропотоку згідно з умов.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконання завдання
Проектна частина	Бабушкін П.Ф., проф.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці	Лазуткін М.І., доцент		

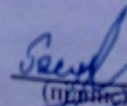
7. Дата видачі завдання 2 травня 2017 року.

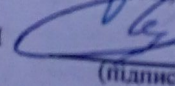
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Захист звітів зі стажування	24.09-04.10	
2	Аналітична частина	05.10-13.10	
3	Проектна частина	16.10-03.11	
4	Економічна частина	06.11-12.11	
5	Охорона праці	20.11-01.12	
6	Оформлення МР	04.12-08.12	
7	Отримання рецензій	11.12-14.12	
8	Захист магістерських робіт	15.12.2017	

Студент

Керівник роботи


 (підпис)


 (підпис)
С.М. Бєлізов
(прізвище та ініціали)П.Ф. Бабушкін
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 82 с., 10 рис., 27 табл., 9 джерел.

Об'єкт дослідження — міський автобусний маршрут №55 «вул. Рубана — Вокзал Запоріжжя-1» м. Запоріжжя, що обслуговується ТДВ «Автопарк».

Мета дослідження — визначення оптимального набору зупиночних пунктів при організації експресного режиму руху на маршруті за критеріями прибутку перевізника і вартості проїзду пасажирів.

Методи дослідження — методи комбінаторного аналізу, евристичні методи оптимізації, аналітичні розрахунки на підставі проведених натурних досліджень пасажиропотоків, методи багатокритеріальної оптимізації.

Експресний режим сполучення на міських маршрутах транспорту загального користування дозволяє у деяких випадках підвищити якість перевезення пасажирів за рахунок підвищення швидкості сполучення та зниження витрат палива автобусами. Однією з вимог чинного законодавства щодо організації експресного режиму сполучення є наявність на маршруті звичайного (позупинкового) режиму сполучення. Таким чином, постає оптимізаційна задача вибору тих зупинок, які доцільно виключити у експресному режимі сполучення.

У роботі розглянута задача оптимізації експресного режиму сполучення шляхом вибору зупинок, які будуть ним обслуговуватись, евристичними методами. Виконаний вибір зупинок, проведено розрахунки проектних обсягів пасажироперевезень, необхідної кількості рухомого складу, середньої дальності поїздки пасажирів, доходів, витрат і прибутків від виконання перевезень. Визначено найбільш раціональний варіант організації експресного режиму руху з урахуванням інтересів пасажирів і перевізника.

ЕКСПРЕСНИЙ РЕЖИМ СПОЛУЧЕННЯ, КОЕФІЦІЄНТ ТРАНЗИТУ, СЕРЕДНЯ ДАЛЬНОСТЬ ПОЇЗДКИ, ДОХІД, ПРИБУТОК, БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат	4
Вступ.....	7
1 Аналіз методів організації комбінованих режимів руху на міських автобусних маршрутах	8
1.1 Види режимів руху на міських автобусних маршрутах та вимоги до них.....	8
1.2 Методи організації експресного режиму руху автобусів	10
1.3 Задача про відміну зупиночного пункту	18
2 Характеристика об'єкта дослідження і аналіз пасажиропотоків	22
2.1 Загальна характеристика підприємства ТДВ «Автопарк» і обслуговуваних ним маршрутів.....	22
2.2 Характеристика рухомого складу підприємства	23
2.3 Характеристика маршруту №55.....	25
2.4 Аналіз пасажиропотоків на маршруті.....	28
2.5 Висновки і постановка задач роботи.....	33
3 Оптимізація процесу обслуговування пасажирів на маршруті у експресному режимі руху	35
3.1 Розрахунок матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій.....	35
3.2 Аналіз пасажирообороту зупиночних пунктів.....	42
3.3 Аналіз варіантів маршруту з експресним режимом руху.....	45
3.4 Розрахунок річного пробігу і необхідної кількості автобусів на маршруті....	51
3.5 Розрахунок економії палива при організації експресних маршрутів.....	54
4 Техніко-економічна оцінка варіантів організації експресного режиму руху на маршруті.....	57
4.1 Розрахунок собівартості перевезень	57
4.2 Розрахунок вартості проїзду пасажирів по варіантах маршрутів.....	63
4.3 Розрахунок доходу та прибутку від виконання перевезень	65
4.4 Розробка рекомендацій щодо вибору найкращого варіанту організації експресного маршруту.....	67
5 Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях	70
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	70

5.2 Заходи з забезпечення безпеки	71
5.3 Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці.....	72
5.4 Заходи з пожежної безпеки.....	73
5.5 Заходи з забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	74
5.6 Висновки з розділу охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	76
Висновки.....	78
Перелік посилань.....	79

ВСТУП

Міський маршрутний транспорт загального користування (ММТЗК) є невід'ємною складовою інфраструктури сучасного міста. Саме він забезпечує можливість безперешкодного пересування мешканців міста його територією з трудовими, навчальними, культурно-побутовими цілями. Значимість міського транспорту у сучасних умовах зростає через різке збільшення рівня автомобілізації населення, що можна спостерігати останніми роками. У таких умовах сучасною парадигмою планування транспортних системи великих міст є положення, згідно якого громадський транспорт повинен забезпечити більш зручні, комфортні та дешеві умови для пасажирів, ніж власний автомобіль. Тобто, зробити громадський транспорт привабливим для осіб, що мають автомобіль, є надання послуг з перевезення пасажирів з відмінним рівнем якості.

Одним з критеріїв, за яким зазвичай оцінюється рівень сервісу міського пасажирського транспорту, є швидкість пересування, що визначається швидкістю сполучення. Одним з шляхів підвищення швидкості сполучення є запровадження на міських маршрутах комбінованих режимів руху (швидкісного, півекспресного, експресного). Планування швидкісних режимів руху передбачає наявність на трасі маршруту зупинок, на яких зупиняються не всі транспортні засоби. Вибір зупинок, що виключаються з роботи, є у загальному випадку, складною комбінаторною оптимізаційною задачею.

У даній магістерській роботі розглянутий комбінаторно-евристичний підхід до планування експресного режиму руху автобусів на міському автобусному маршруті №55, що обслуговується автотранспортним підприємством ТДВ «Автопарк» м. Запоріжжя. На підставі наявних результатів обстеження пасажиропотоку на маршруті необхідно визначити, які з зупинок будуть обслуговуватись у експресному режимі руху з урахуванням вимог діючого законодавства України у сфері автомобільного транспорту. Оцінку можливих варіантів організації експресного режиму сполучення можна виконати з позицій перевізника та пасажирів. З точки зору першого це є максимізація прибутку від надання послуг з перевезення пасажирів, у той час як пасажирів прагнуть зменшити витрати на реалізацію поїздки.

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНИХ РЕЖИМІВ РУХУ НА МІСЬКИХ АВТОБУСНИХ МАРШРУТАХ

1.1 Види режимів руху на міських автобусних маршрутах та вимоги до них

Законом України «Про автомобільний транспорт» передбачено виконання перевезень пасажирів на міських автобусних маршрутах у трьох режимах руху: *звичайному, експресному і режимі маршрутного таксі.*

Перевезення пасажирів у з в и ч а й н о м у режимі руху — перевезення пасажирів автобусами на маршруті загального користування з дотриманням всіх зупинок, передбачених розкладом руху.

Перевезення пасажирів у е к с п р е с н о м у режимі руху — перевезення пасажирів автобусами на маршруті загального користування, на якому є звичайний режим руху, з дотриманням зупинок, кількість яких за розкладом руху не перевищує 25% кількості зупинок при звичайному режимі руху.

Перевезення пасажирів в режимі руху м а р ш р у т н о г о т а к с і — перевезення пасажирів на міському чи приміському маршруті загального користування за розкладом руху, в якому визначається час відправлення автобусів з початкового та кінцевого пунктів маршруту з висадкою і посадкою пасажирів чи громадян на їхню вимогу на шляху прямування автобуса в місцях, де це не заборонено Правилами дорожнього руху.

Можливість організації експресного сполучення є одним з переваг міського автобусного транспорту, оскільки він дозволяє обгін одного транспортно-го засобу іншим, гнучко сполучаючи звичайний позупиночний режим руху одних автобусів з експресними рейсами, що призначаються за необхідності виходячи з особливостей пасажирських кореспонденцій [1].

Метою організації експресного сполучення на міському є підвищення ефективності використання рухомого складу та праці водіїв, зниження витрат часу пасажирями на поїздку. Експресний режим руху повинен вводитись на маршруті тільки за наявності на ньому позупинкового режиму руху, таким чином, на маршруті утворюється комбінований режим руху. Експресне сполучення на існуючому маршруті може бути організоване тільки при виконанні таких умов:

- а) пасажиропотік має достатню потужність для організації експресних рейсів з прийнятним інтервалом руху автобусів (до 15 хвилин), або разових рейсів;
- б) дорожня мережа та організація руху дозволяють обгони одних автобусів іншими.

Найбільш ефективним є введення експресного режиму руху у сполученні з наданням маршрутним автобусам переваг у русі на регульованих і нерегульованих перехрестях, виділення спеціальних смуг руху для маршрутного транспорту загального користування.

Різновидом швидкісного сполучення є введення на маршруті зупинок на вимогу пасажирів. Найбільш доцільним таке рішення є у міжпіковий період часу роботи маршруту. При введенні зупинок на вимогу на інформаційні покажчики розміщують відповідні дані для пасажирів.

У відповідності до Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту (затверджених Постановою Кабінету міністрів України від 18.02.1997 року №176), посадка та висадка пасажирів з автобусів, що працюють у експресному режимі руху, здійснюється тільки на об'їжджуваних зупинках міського громадського транспорту. При цьому на передньому і бічному трафаретах над номером маршруту та назвами пунктів, де здійснюються зупинки, виконується напис червоним кольором «Експрес». Для інформування пасажирів про режим руху автобусів застосовуються покажчики на зупинках, виконані червоним кольором.

Згідно наказу Міністерства транспорту і зв'язку України від 12.04.2007 р. №285 «Про затвердження Порядку визначення класу комфортності автобусів, сфери їх використання за видами сполучень і режимами руху», режим руху автобусів, які використовуються на міських маршрутах, повинні відповідати зазначеним у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 — Режим руху автобусів, які можуть використовуватись на міських маршрутах

Клас автобуса	Дозволений режим руху
A	звичайний, експресний, режим маршрутного таксі
B	звичайний, експресний, режим маршрутного таксі
I	звичайний
II	звичайний, експресний
III	звичайний, експресний

Таким чином, в експресному режимі можна використовувати автобуси усіх класів окрім класу I (автобусів, призначених для перевезення сидячих та стоячих пасажирів, конструкція яких дає можливість пасажирам безперешкодно переміщуватись по салону).

1.2 Методи організації експресного режиму руху автобусів

Вихідними даними для організації на маршруті експресного сполучення є паспорт автобусного маршруту, інформація про пасажиропотоки, нормативи часу на швидкісні рейси.

У невеликих містах та на маршрутах з невеликою кількістю зупиночних пунктів розрахунок раціональних варіантів організації експресного сполучення може бути виконаний вручну. Для цього визначають частку пасажиропотоку, що підлягає освоєнню автобусами експресного сполучення. Практично доцільним є варіант, коли на ділянці маршруту наявна пасажирська кореспонденція з інтенсивністю пасажиропотоку не менше місткості використовуваних автобусів за інтервал часу менш ніж 15 хвилин. У протилежному випадку провізні спроможності автобусів експресного сполучення будуть недовикористаними. У окремих випадках, обґрунтованих техніко-економічними розрахунками, допускається зменшення наповнення на 10–15% [2].

Наступним етапом є визначення кількості автобусів, що направляються для виконання експресних рейсів. Для цього попередньо встановлюють нормативи часу на такі рейси. Можливим є використання існуючих нормативів для

рейсів позупиночного сполучення з коригуванням на зупиночні пункти, що виключаються з обслуговування. Нормативи часу на виконання експресних рейсів коригуються після 1–2 тижнів роботи маршруту з використанням комбінованого режиму руху. При визначенні тривалості оборотного рейсу необхідно враховувати режим руху автобуса експресного сполучення у зворотному напрямі (звичайний, експресний або режим маршрутного таксі). Даний режим визначається пасажиропотоком зворотного напрямку. Необхідна кількість автобусів для організації експресного сполучення визначається за формулою

$$A_{\text{шв}} = \frac{Q_{\text{max}} \cdot \eta_{\text{шв}} \cdot T_{\text{об. шв.}}}{60 \cdot q}, \quad (1.1)$$

де Q_{max} — освоюваний годинний пасажиропотік на найбільш пасажиронапруженому перегоні маршруту при експресному сполученні, *пас./год.*;

$\eta_{\text{шв}}$ — коефіцієнт нерівномірності освоюваного пасажиропотоку (при відсутності конкретних вказівок приймають рівним 1,05 ... 1,10);

$T_{\text{об. шв.}}$ — тривалість оборотного рейсу у експресному сполученні, *хв.*

Найбільш доцільно при обґрунтуванні експресного сполучення на складних маршрутах у великих і середніх містах застосовувати ЕОМ. В основному застосовують два методи, побудовані на математичних моделях пасажиропотоків та маршруту. В одному з цих методів використовують *комбінаторну* процедуру знаходження оптимального розв'язку задачі, у другому — *оптимізаційну*.

Комбінаторний метод вимагає вихідних даних про кореспонденції пасажирів між зупинками маршруту для розглядуваного періоду доби, послідовності розташування зупинок та відстані між ними, нормативи часу на проїзд між ними, нормативи часу проїзду по ділянках маршруту у різних комбінаціях (як з зупинками на даній ділянці, так і з пропуском усіх або частки зупинок), обмеження за призначеними режимами руху, що задаються наперед.

В процесі розв'язку задачі комп'ютерна програма перебирає різні варіанти організації комбінованого режиму руху та за критерієм мінімуму витрат часу пасажирями (з урахуванням введених обмежень на організацію руху) формує раціональний варіант розв'язку.

Недоліком комбінаторного методу є необхідність наявності інформації про міжзупинкових кореспонденціях на маршруті. Отримання таких даних немож-

ливе за допомогою технічних засобів обстеження пасажиропотоків. Це суттєво здорожує та ускладнює широке застосування комбінаторного метода формування експресних сполучень.

Оптимізаційний метод потребує інформації про вхід та вихід пасажирів на усіх зупиночних пунктах маршруту. Даний метод побудований на використанні імовірнісних закономірностей між пасажирообігом зупинок і міжзупинковими кореспонденціями. Перевагою цього методу є можливість розрахунків не тільки на ЕОМ, але й за аналітичними залежностями чи з використанням номограм.

Оптимізованою змінною є частка автобусів k_i , що зупиняються на i -й зупинці маршруту. У більшості випадків $0,5 < k_i < 0,8$, що забезпечує дотримання обмежень на максимально допустимий інтервал руху автобусів.

Основними факторами, що визначають k_i , є:

Q_i — кількість пасажирів, що користуються i -м зупиночним пунктом (дорівнює сумі кількості пасажирів, що вийшли з автобусів та увійшли до автобусів на даному зупиночному пункті);

R_i — кількість пасажирів, що не користуються даним зупиночним пунктом (дорівнює різниці між обсягом перевезень пасажирів на маршруті і величиною Q_i);

F_i — кількість пасажирів, що проїжджають повз даний зупиночний пункт (дорівнює кількості пасажирів, що проїжджають перегonom, який передуює розглядуваному зупиночному пунктові, за винятком пасажирів, що вийшли на даному зупиночному пункті). Вплив інших факторів не враховується, однак для практичних цілей розрахунки виконують за формулою

$$k_i = \sqrt{\frac{Q_i \cdot T_{об}}{(R_i + 2A \cdot F_i) t_{3i}}} \approx 0,8 \sqrt{\frac{I \cdot Q_i}{F_i}}, \quad (1.2)$$

де $T_{об}$ — тривалість оборотного рейсу на маршруті, хв.;

t_{3i} — середні затримки автобуса на i -му зупиночному пункті, хв.;

I — інтервал руху у вихідному варіанті організації руху, хв.

Для визначення k_i по заданому інтервалу руху та співвідношенню F_i/Q_i використовують дані, наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 — Доцільні значення коефіцієнта k_i

k_i	Значення k_i при інтервалах руху t_{zi} , хв.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,1	71	143	214	286	357	428	500	571	643	714	786
0,2	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	196
0,3	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88
0,4	4	9	13	18	22	27	31	36	40	45	49
0,5	3	6	8	11	14	16	20	23	25	28	31
0,6	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
0,7	2	3	4	6	7	8	10	11	13	14	15
0,8	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
0,9	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10

Як правило, при інтервалі руху у вихідному варіанті понад 11 хвилин організація експресного сполучення недоцільна через неможливість дотримання максимально допустимого інтервалу руху на маршруті.

При використанні даних таблиці 1.2 необхідно обчислити відношення F_i/Q_i для розглядуваного зупиночного пункту та знайти у відповідному стовпці таблиці найбільш близьке до розрахованого значення. У крайньому лівому стовпчику позначене шукане значення k_i .

Можна також скористатися необхідною умовою доцільності комбінованого режиму руху на маршруті $F_i/Q_i > I$ або *правилом*: кількість пасажирів, що проїжджають повз зупиночний пункт повинна у 3 ... 5 разів перевищувати кількість пасажирів, що ним користуються.

Визначивши значення k_i для усіх зупиночних пунктів маршруту, необхідно вибрати значення, яке найбільш часто зустрічається, у діапазоні $k_i = 0,5 \dots 0,8$. Дане значення, що дорівнює k_0 , є критерієм для віднесення зупиночних пунктів до звичайних (для позупиночного сполучення) та експресних. На зупиночних пунктах, де $k_i = k_0$ повинні зупинятися всі автобуси. При невиконанні цієї умови, повинні зупинятися лише автобуси експресного сполучення. Звідки, кількість автобусів, які працюють у експресному режимі дорівнює $A_{шв} = A(1 - k_0)$, з округленням до найближчого цілого значення.

Після цього розраховують інтервали руху автобусів окремо у експресному та звичайному режимах руху. Обидва інтервали руху повинні відповідати накладеним обмеженням. Інтервал руху автобусів у комбінованому режимі

$$I_k = \frac{I_0 \cdot I_e}{I_0 + I_e}, \quad (1.3)$$

де I_0 , I_e — інтервали руху відповідно у звичайному та експресному режимах руху, *хв*.

При оцінці підвищення ефективності роботи автобусів внаслідок організації комбінованого режиму руху на маршруті беруть до уваги зростання провізної спроможності автобусів та зниження експлуатаційних витрат на перевезення, зокрема за рахунок зниження витрат палива. У деяких випадках, за великої кількості автобусів на маршруті (зазвичай понад 15 одиниць) частина рухомого складу вивільняється для передавання на інші маршрути.

Процентне збільшення провізної спроможності

$$\Delta \text{ПС}\% = 100 \times \frac{A_{\text{зв}} + A_{\text{шв}} \frac{\gamma_{\text{шв}}}{\gamma_{\text{зв}}} \frac{v_{\text{е, шв}}}{v_{\text{е, зв}}}}{A_{\text{зв}} + A_{\text{шв}}}, \quad (1.4)$$

де $A_{\text{зв}}$, $A_{\text{шв}}$ — кількість автобусів, що працюють відповідно у звичайному і швидкісному режимах сполучення;

$\gamma_{\text{зв}}$, $\gamma_{\text{шв}}$ — статичний коефіцієнт використання пасажиромісткості відповідно у звичайному та швидкісному режимах сполучення;

$v_{\text{е, зв}}$, $v_{\text{е, шв}}$ — експлуатаційна швидкість руху автобусів відповідно у звичайному і швидкісному режимах сполучення, *км/год*.

Процентне зниження витрат палива на перевезеннях

$$\Delta \text{ТП}\% = 100 \times \left[1 - \frac{N_{\text{зв}} \cdot R_{\text{зв}} + N_{\text{шв}} \cdot R_{\text{шв}}}{(R_{\text{зв}} + R_{\text{шв}}) N_{\text{зв}}} \right], \quad (1.5)$$

де $N_{\text{зв}}$, $N_{\text{шв}}$ — норми витрат палива, відповідно, для звичайного та швидкісного рейсів, *л/рейс*;

$R_{\text{зв}}$, $R_{\text{шв}}$ — відповідно кількість звичайних та експресних рейсів за день згідно розкладу руху.

Для середніх умов експлуатації економія палива на експресних рейсах складає близько 20%.

Більш точно економія палива за рахунок введення експресного режиму руху може бути визначена за методикою, наведеною у [3]. Згідно неї, одним з шляхів зменшення витрат палива на міських маршрутах є раціональна організація руху автобусів. Метою заходів щодо удосконалення організації руху автобусів є підвищення якості обслуговування пасажирів та ефективності використання рухомого складу. При цьому всі заходи, спрямовані на це удосконалення, можна поділити на три групи:

а) заходи, що пов'язані зі зміною пасажиропотоку (введення в дію в зоні обслуговування маршруту нових підприємств, закладів, торгівельних об'єктів тощо; зміна кількості автобусів, що працюють на маршруті; закриття чи відкриття паралельних або суміжних маршрутів);

б) заходи, що пов'язані зі зміною допустимої за умовами безпеки руху швидкості руху на перегонах чи досяжної по тягово-динамічним властивостям рухомого складу у певних умовах руху та при певних навантаженнях швидкості руху на перегонах маршруту (удосконалення дорожнього покриття, спрямлення кривих у плані, розширення проїзної частини, облаштування транспортних та пішохідних розв'язок, виділення пріоритетної смуги руху для транспорту загального користування тощо);

в) заходи, що пов'язані зі зміною частоти зупинок на маршруті (введення комбінованих режимів руху, введення пріоритетних умов руху автобусів на регульованих перехрестях).

Зміни маршрутних норм палива в залежності від групи використовуваних заходів наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 — Оцінка впливу організаційно-технічних заходів на витрати палива маршрутними автобусами

Організаційно-технічний захід чи зміна умов функціонування маршруту	Фактор, що впливає на показник	Зміна витрат палива (у %) на 10% зміни фактору, що впливає на показник	
		зниження (–)	збільшення (+)
1. Введення в дію в зоні обслуговування маршруту нових підприємств, закладів, торгівельних об'єктів тощо; зміна кількості автобусів, що працюють на маршруті, закриття чи відкриття паралельних чи суміжних маршрутів	Пасажиропотік (наповнення салону)	– 2,09	+2,55
2. Зміна кількості зупинок на маршруті, введення пріоритетних умов руху на регульованих перетинах	Частота зупинок	– 1,58	+1,92
	Затримка одиночна	– 0,81	+0,97
	Затримка подвійна	– 1,58	+1,92
	Затримка потрійна	– 2,37	+2,89
3. Удосконалення дорожніх умов на маршруті руху автобусів	Допустима або досяжна швидкість руху автобусів	+1,93	– 1,58

Зазначені у таблиці 1.3 затримки відповідають кількості фаз регулювання, які автобус чекає до можливості проїхати регульоване перехрестя. Допустима за умовами безпеки швидкість руху враховується тільки у випадку її впливу на витрату палива (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 — Граничні значення області допустимої швидкості руху на витрати палива

Клас автобуса за місткістю	Наповнення	Довжина перегону, км					
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Малий	10	36	44	52	58	60	60
	20	35	41	47	53	59	60
	30	33	39	45	51	57	60
	40	30	36	42	48	54	60
Середній	20	40	48	56	60	60	60
	40	38	44	50	56	60	60
	60	35	41	47	53	59	60
	80	30	36	42	48	54	60
Великий	20	37	43	49	55	60	60
	40	35	41	47	53	59	60
	60	32	38	44	50	56	60
	80	29	35	41	47	53	55
	100	27	33	39	45	51	51

Оцінка зміни витрат палива при проведенні організаційно-технічних заходів на маршруті визначається за формулою

$$\Delta T = 0,1 \times C \times B, \quad (1.6)$$

де C — табличне значення зниження або збільшення витрат палива на 10% фактору, що впливає на зміну витрат палива, %;

B — фактична зміна фактора, що впливає на витрату палива, %.

При цьому достатня точність розрахунків економії палива досягається при зміні фактора, що на неї впливає, не більш ніж $\pm 50\%$, інакше необхідно переглядати маршрутні норми витрат палива за групою маршрутів в цілому.

Впровадження комбінованих режимів руху автобусів на маршруті дозволяє підвищити якість обслуговування пасажирів без збільшення кількості рухомого складу на ньому. Однак, можна отримати і інший ефект — зняти деяку кількість автобусів на маршруті без погіршення якості транспортного обслуговування пасажирів. У зв'язку з цим доцільно визначити умовну економію ру-

хомого складу, тобто, кількість автобусів, які можна було б зняти з маршруту при введенні комбінованого режиму руху без збільшення сумарних витрат пасажирів на очікування і поїздки. Умовна економія рухомого складу розраховується за формулою

$$\Delta A = A \frac{1 - k_0}{k_0} \frac{Q k_0 m \delta + 2 A k_0 \delta \Sigma F_f - Q_0 T_{06}}{Q(T_{06} - m \delta k_0) + 2 A (1 - k_0) \delta \Sigma F_f}, \quad (1.7)$$

де Q — загальна кількість пасажирів на маршруті, пас.;

Q_0 — кількість пасажирів на маршруті, які користуються зупинками, що обслуговуються звичайним режимом руху, пас.;

F_f — кількість пасажирів маршруту, що користуються тільки швидкісними зупинками та такі, що прямують повз f -ої звичайної зупинки, пас.;

δ — регулярність руху автобусів на маршруті;

m — кількість звичайних зупинок на маршруті.

Оскільки швидкісний або експресний автобус на кожній пропущеній зупинці маршруту економить в середньому 0,7 хв., неважко підрахувати відповідний час оборотного рейсу, збільшення кількості рейсів та підвищення швидкості сполучення при організації комбінованого режиму руху. Якщо ж при цьому автобуси не передаються на інші маршрути, то одночасно відбувається і зниження рівня наповнення рухомого складу на маршруті, яке теж неважко підрахувати.

Оскільки швидкісні та експресні автобуси мають меншу кількість зупинок на шляху прямування, вони відповідно здійснюють меншу кількість прискорень та уповільнень, що сприяє підвищенню довговічності рухомого складу і зменшенню витрат на його технічну експлуатацію, ремонт і утримання. Крім того, окремою статтею можна врахувати ефект, який отримується внаслідок зменшення кількості шкідливих викидів у атмосферу міста від відпрацьованих газів двигунів автобусів.

1.3 Задача про відміну зупиночного пункту

Задачею, що є супутньою організації експресного руху автобусів, є задача про доцільність включення окремого зупиночного пункту з маршруту. В першу чергу це стосується зупиночних пунктів з невеликим пасажирообміном. Таке рішення повинно прийматися на підставі порівняння витрат часу $\Delta t_{\text{рч}}$ пасажирів, що здійснюють посадку та висадку на розглянутому зупиночному пункті (за рахунок збільшення часу пішої ходи внаслідок його відміни та необхідності виконувати посадку та висадку на зупиночних пунктах, суміжних даному) та виграшу часу $\Delta t_{\text{т}}$ транзитних пасажирів за рахунок скорочення зупиночних пунктів.

В якості прикладу розглянемо наступну ситуацію [4]. Нехай на ділянці маршруту 1–3 з зупинками 1, 2 та 3 і довжиною перегонів $l_{12} = l_{23} = l_{\text{п}}$ необхідно вирішити питання про відміну зупиночного пункту 2 (рисунок 1.1).

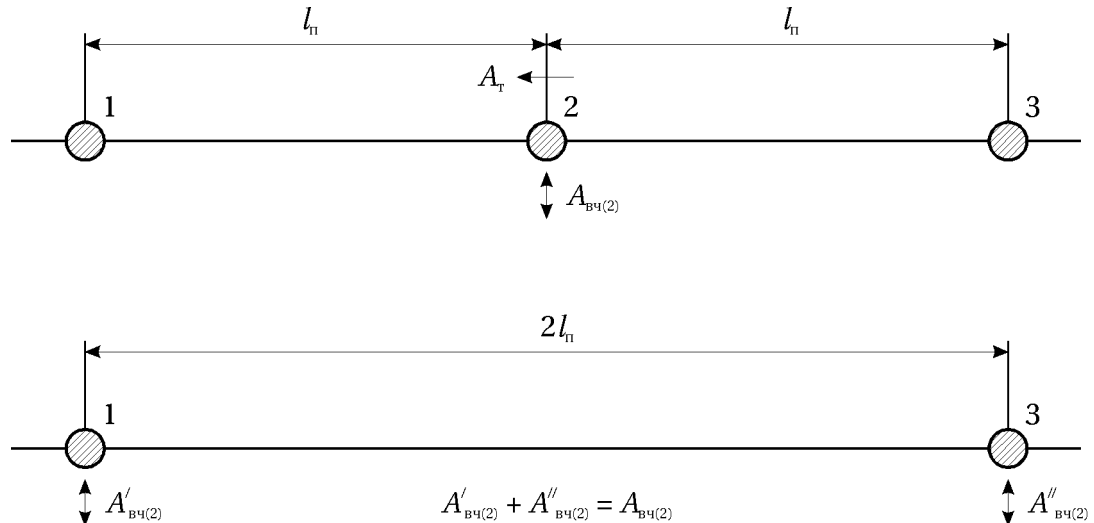


Рисунок 1.1 — Розподіл пасажирообміну при відміні зупиночного пункту 2

Кількість пасажирів, що беруть участь у пасажирообміні пункту 2

$$A_{\text{вч}} = J \cdot \rho_{\text{зп}} \cdot m_{\text{р}} \cdot k_{\text{в}}, \quad (1.8)$$

де J — інтенсивність руху на маршруті;

$\rho_{\text{зп}}$ — коефіцієнт пасажирообороту з зупиночного пункту;

$m_{\text{р}}$ — розрахункова місткість автобусів, що обслуговують маршрут, пас.;

$k_{\text{в}}$ — коефіцієнт використання рухомого складу за місткістю.

Кількість пасажирів, що проїжджають зупиночний пункт 2 транзитом

$$A_{\text{т}} = J(1 - \rho_{\text{зп}})m_{\text{р}}k_{\text{в}}. \quad (1.9)$$

Втрати транспортного часу пасажирів $A_{\text{вч}}$ при відміні зупиночного пункту 2 будуть пов'язані зі збільшенням тривалості пішого переміщення. За наявності зупиночного пункту 2 витрати часу пасажирів на піше переміщення вздовж транспортної лінії складе

$$A_{\text{вч}} \frac{l_{\text{п}}}{4v_{\text{піш}}} \varepsilon_{\text{піш}} k_{\text{нп}} k_{\text{вз}}, \quad (1.10)$$

де $l_{\text{п}}$ — довжина перегону між зупинками, км;

$v_{\text{піш}}$ — середня швидкість пішого руху пасажирів, км/год;

$\varepsilon_{\text{піш}}$ — коефіцієнт приведення пішого ходу пасажирів до транспортного;

$k_{\text{нп}}$ — коефіцієнт непрямолінійності підходу пасажирів до зупинки;

$k_{\text{вз}}$ — коефіцієнт вибору зупиночного пункту.

Витрати часу пасажирів за відміні зупиночного пункту 2 збільшуються до

$$A_{\text{вч}} \frac{2l_{\text{п}}}{4v_{\text{піш}}} \varepsilon_{\text{піш}} k_{\text{нп}} k_{\text{вз}}. \quad (1.11)$$

Втрати часу при відміні зупиночного пункту 2 будуть визначатися різницею цих витрат, тобто

$$A_{\text{вч}} \frac{l_{\text{п}}}{4v_{\text{піш}}} \varepsilon_{\text{піш}} k_{\text{нп}} k_{\text{вз}} = J \rho_{\text{зп}} m_{\text{р}} k_{\text{в}} \frac{l_{\text{п}}}{4v_{\text{піш}}} \varepsilon_{\text{піш}} k_{\text{нп}} k_{\text{вз}}. \quad (1.12)$$

Однак, при відміні зупиночного пункту 2 швидкість сполучення на маршруті, що дорівнювала v_{c1} , збільшиться до величини v_{c2} , а це призведе до зменшення транспортних витрат пасажирів. За середньої дальності поїздки L_c загальні втрати часу пасажирів, що беруть участь у пасажирообміні зупиночного пункту 2, при його відміні дорівнюватимуть

$$\Delta t_{вч} = J \rho_{зп} m_p k_v \left[\frac{l_{п}}{4 v_{пш}} \varepsilon_{пш} k_{нп} k_{вз} - \left(\frac{L_c}{v_{c1}} - \frac{L_{c2}}{v_{c2}} \right) \right]. \quad (1.13)$$

Транзитні пасажирі під час пасажирообміну зупиночного пункту 2 втрачають час

$$A_T t_{зп} = J m_p k_v (1 - \rho_{зп}) t_{зп}. \quad (1.14)$$

При відміні ж зупиночного пункту 2 пасажирі A_T економлять час $A_T \cdot t_{зп}$, а також частину транспортного часу, пов'язаного зі збільшенням швидкості сполучення з величини v_{c1} до величини v_{c2} . Загальна величина економії транспортного часу транзитними пасажирями складає

$$\Delta t_T = J m_p k_v (1 - \rho_{зп}) \left(t_{зп} + \frac{L_c}{v_{c1}} - \frac{L_c}{v_{c2}} \right). \quad (1.15)$$

Відміна зупиночного пункту 2 доцільна у тому випадку, коли $\Delta t_{вч} < \Delta t_T$, тобто коли втрати часу пасажирів, що беруть участь у пасажирообміні зупиночного пункту 2, будуть менше втрат часу транзитними пасажирями. Звідки

$$J m_p k_v \rho_{зп} \left[\frac{l_{п}}{4 v_{пш}} \varepsilon_{пш} k_{нп} k_{вз} - \left(\frac{L_c}{v_{c1}} - \frac{L_c}{v_{c2}} \right) \right] < J m_p k_v (1 - \rho_{зп}) \left[t_{зп} + \left(\frac{L_c}{v_{c1}} - \frac{L_c}{v_{c2}} \right) \right], \quad (1.16)$$

або

$$l_{п} < \frac{4 v_{пш}}{\varepsilon_{пш} k_{нп} k_{вз} \rho_{зп}} \left[(1 - \rho_{зп}) t_{зп} + L_c \frac{v_{c2} - v_{c1}}{v_{c1} v_{c2}} \right]. \quad (1.17)$$

Тривалість простою автобуса на зупиночному пункті можна визначити за формулою

$$t_{\text{зп}} = \frac{\rho_{\text{зп}} m_{\text{р}} k_{\text{в}} t_{\text{пас}} k_{\text{нД}}}{n} + 5, \quad (1.18)$$

де $t_{\text{пас}}$ — час, що втрачається на посадку або висадку одного пасажирів, с;

$k_{\text{нД}}$ — коефіцієнт нерівномірності використання дверей автобуса для посадки та висадки пасажирів;

n — кількість дверей автобуса, що використовуються.

Таким чином, для прийняття рішення про відміну зупиночного пункту необхідно визначити величину частки пасажирообороту, яка припадає на цей зупиночний пункт. Надалі визначається гранична величина довжини перегону між зупинками, за якої доцільна відміна зупиночного пункту.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ І АНАЛІЗ ПАСАЖИРОПОТОКІВ

2.1 Загальна характеристика підприємства ТДВ «Автопарк» і обслуговуваних ним маршрутів

Запорізьке автотранспортне підприємство №12310 було створене у 1984 році. Воно було утворене на базі трьох автоколон, які були передані з інших автотранспортних підприємств м. Запоріжжя. Основна мета створення АТП 12310 — забезпечення транспортного обслуговування мешканців нового мікрорайону, який наразі є Хортицьким районом Запоріжжя. Основна мета підприємства — перевезення пасажирів з району на проспект Металургів та у зворотному напрямі.

З моменту створення АТП входило до складу Міністерства автомобільного транспорту УРСР, а потім — Міністерства транспорту України в якості структурної одиниці Запорізького територіального об'єднання автомобільного транспорту. У 1994 році підприємство було реорганізоване у акціонерне товариство відкритого типу «Автопарк 12310» шляхом приватизації за майнові сертифікати та грошові засоби.

На сьогоднішній день підприємство ТДВ «Автопарк» обслуговує такі міські автобусні маршрути загального користування:

- а) маршрут №50 «пр. Металургів — Заводоуправління» (2 одиниці рухомого складу класів I та II, звичайний режим руху);
- б) маршрут №55 «вул. Рубана — Вокзал Запоріжжя-1» (16 одиниць рухомого складу класу II, експресний режим руху);
- в) маршрут №87 «пр. Металургів - Аптека» (10 одиниць рухомого складу класу II, експресний режим руху);
- г) маршрут №92 «Цвинтар Святого Миколая — Вокзал Запоріжжя-2» (2 одиниці рухомого складу класів I та II, звичайний режим руху; 10 одиниць рухомого складу класу II, експресний режим руху).

Зауважимо, що перевезеннями пасажирів у *експресному* режимі руху вважаються перевезення пасажирів автобусами на маршруті загального користування, на якому є звичайний режим руху, з дотриманням зупинок, кількість яких за розкладом руху не перевищує 25% кількості зупинок при звичайному режимі руху (стаття 1 Закону України «Про автомобільний транспорт».

Для ТДВ «Автопарк» характерною є лінійно-функціональна структура управління. Принципом такої структури є підпорядкування утворених за виробничими ознаками більш низьких ланок системи управління керівником вищої ланки, за яких утворюються функціональні підрозділи для допомоги у виробці рішень. *Перевагами* такої структури є самостійність та повнота відповідальності за ввірену ділянку роботи; зручність організації госпрозрахункових відносин; спеціалізація працівників за функціями; централізоване використання праці кваліфікованих спеціалістів; чітке розподілення обов'язків. *Недоліками* лінійно-функціональної структури можна вважати підвищені вимоги до кваліфікації та ділових якостей керівника.

На чолі підприємства стоїть голова правління, який обирається загальними зборами акціонерів. Він розпоряджується всіма ресурсами підприємства, контролює та спрямовує діяльність усіх підрозділів, несе відповідальність за виконання планів перевезень, є координатором та розробником стратегії розвитку підприємства.

Голові правління безпосередньо підпорядковуються: головний інженер, заступник голови правління з перевезень, безпеки руху та охорони праці, головний бухгалтер, відділ технічної комплектації.

2.2 Характеристика рухомого складу підприємства

Парк рухомого складу підприємства налічує 56 одиниць автобусів різної пасажиромісткості, які можна поділити на такі групи:

- 1) *середньої місткості*: Богдан А092 (34 од.), Богдан А091 (10 од.), ЛАЗ 4207 (1 од.);
- 2) *великої місткості*: Ікарус 256 (3 од.), Богдан А144-2 (2 од.), ЛіАЗ–5256 (3 од.), ЛАЗ–52523 (2 од.), Ікарус 263 (1 од.).

Таким чином, парк підприємства налічує 80% автобусів середньої місткості та 20% автобусів великої місткості.

Технічні характеристики автобусів, що експлуатуються підприємством ТДВ «Автопарк» на міських маршрутах, наведені у таблиці 2.1, структура парку

рухомого складу з розподілом їх за роком випуску, типами та кількістю наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 — Техніко-експлуатаційні характеристики рухомого складу

Тип рухомого складу	Призначення	Кількість місць, чол.		Витрати палива л/100 км
		для сидіння	загальна	
Богдан А092	міський	22	45	16,1 дп
Богдан А091	міський	21	46	16,1 дп
Ikarus 256	міжміський	47	47	34,0 дп
Богдан А144-2	міський	28	80	24,3 дп
ЛіАЗ-5256	міський	23	117	46,0 дп
ЛАЗ-4207	міжміський	41	41	33,0 дп
ЛАЗ-52523	міський	28	100	33,0 дп
Ikarus 263	міський	24	107	40,0 дп

Таблиця 2.2 — Перелік рухомого складу ТДВ «Автопарк»

Рік виробництва	Богдан А092	Богдан А091	Ikarus 263	Ikarus 256	Богдан А144-2	ЛіАЗ 5256	ЛАЗ 4207	ЛАЗ 52523	Разом
1984				1					1
1992						1			1
1993						2			2
1996			1	1					2
2000							1		1
2001								2	2
2003		4							4
2004	6	5							11
2005	5	1							6
2006	16				2				18
2008	6								6
2009				1					1

Продовження таблиці 2.2.

Рік виробництва	Богдан А092	Богдан А091	Ікарus 263	Ікарus 256	Богдан А144-2	ЛіАЗ 5256	ЛАЗ 4207	ЛАЗ 52523	Разом
2011	1								1
Разом	34	10	1	3	2	3	1	2	56

2.3 Характеристика маршруту №55

Міський автобусний маршрут №55 «Вул. Рубана — Вокзал Запоріжжя-1» є діаметральним маршрутом, який з'єднує Комунарський та Хортицький райони міста Запоріжжя. Схема траси маршруту наведена на рисунку 2.1, а його характеристики наведені у таблиці 2.3.

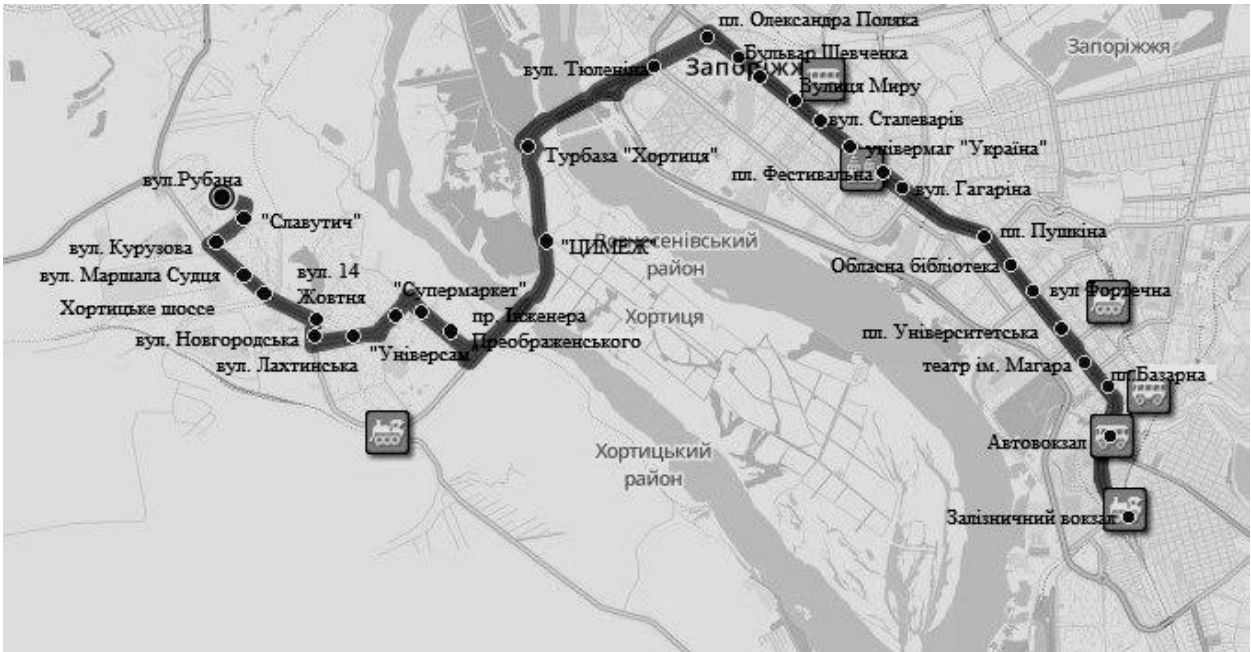


Рисунок 2.1 — Схема маршруту №55

Таблиця 2.3 — Характеристика маршруту №55

Найменування Показника	Кількісні показники за напрямками руху	
	прямий	зворотний
1. Довжина маршруту, км	23,5	23,5
2. Тривалість рейсу, год-хв.	0-52	0-52
3. Зупинки тарифні, кількість	5	5
4. Автостанції, кількість	–	–
5. Диспетчерські та контрольні пункти (місця розташування):		
1) диспетчерські пункти	–	–
2) контрольні пункти (зупинки):	5	5
вул. Рубана		
вул. Курузова		
вул. Новгородська		
пл. Базарна		
Вокзал «Запоріжжя-1»		
6. Наявність облаштованих майданчиків для розвороту автобусів у кінцевих пунктах маршруту	+	+
7. Клас та кількість автобусів	16 од. класу II (Богдан А092, А1442, Ікарус 260, Ікарус 256)	
8. Режим руху та періодичність перевезень	експресний режим, постійно	

Траса маршруту має перетини з трамвайними коліями на перехрестях Проспекта Соборного з вул. Лермонтова, Дніпровська, Горького, Привокзальній площі. Перетини з залізничними коліями в одному рівні на маршруті відсутні.

На трасі маршруту наявні два мости з вузькою проїзною частиною (два мости Преображенського через р. Дніпро та русло р. Старий Дніпро), а також шляхопровід на перетині пр. Соборний з пл. Олександра Поляка.

Тарифні контрольні зупинки маршруту обладнані навісами та лавами для пасажирів, що очікують автобус. На кожній тарифній зупинці вивішений трафарет з похвилинним розкладом руху на маршруті.

У таблиці 2.4 наведені дані про довжину перегонів між зупинками у прямому та зворотному напрямках маршруту.

Таблиця 2.4 — Довжина перегонів маршруту

Перегін	Довжина, км	Перегін	Довжина, км
Прямий напрямок		Зворотний напрямок	
вул. Рубана — вул. Курузова	1,34	вул. Курузова — вул. Рубана	1,34
вул. Курузова — вул. Маршала Судця	1,11	вул. Маршала Судця — вул. Курузова	1,62
вул. Маршала Судця — Хортицьке шосе	1,10	Хортицьке шосе — вул. Маршала Судця	1,89
Хортицьке шосе — вул. Новгородська	1,28	вул. Новгородська — Хортицьке шосе	1,28
вул. Новгородська — вул. Лахтинська	0,96	вул. Лахтинська — вул. Новгородська	0,82
вул. Лахтинська — Універсам	0,77	Універсам — вул. Лахтинська	0,77
Універсам — Супермаркет	0,66	Супермаркет — Універсам	0,91
Супермаркет — пр. Інженера Преображенського	0,45	пр. Інженера Преображенського — Супермаркет	0,45
пр. Інженера Преображенського — Турбаза «Хортиця»	4,09	Турбаза «Хортиця» — пр. Інженера Преображенського	3,63
Турбаза «Хортиця» — На вимогу	0,65	вул. С. Тюленіна — Турбаза «Хортиця»	1,11
На вимогу — вул. С. Тюленіна	0,46		
вул. С. Тюленіна — бул. Шевченка	1,62	бул. Шевченка — вул. С. Тюленіна	0,93
бул. Шевченка — вул. Сталеварів	0,86	вул. Сталеварів — бул. Шевченка	0,86
вул. Сталеварів — пл. Фестивальна	1,13	пл. Фестивальна — вул. Сталеварів	1,13
пл. Фестивальна — вул. Гагаріна	0,61	вул. Гагаріна — пл. Фестивальна	0,61
вул. Гагаріна — пл. Пушкіна	1,40	пл. Пушкіна — вул. Гагаріна	1,40

Продовження таблиці 2.4

Перегін	Довжина, км	Перегін	Довжина, км
Прямий напрямок		Зворотний напрямок	
пл. Пушкіна — пл. Університетська	1,80	пл. Університетська — пл. Пушкіна	1,80
пл. Університетська — пл. Базарна	1,13	пл. Базарна — пл. Університетська	1,13
пл. Базарна — Автовокзал	0,90	Автовокзал — пл. Базарна	0,74
Автовокзал — В-л Запоріжжя-1	1,18	В-л Запоріжжя-1 — Автовокзал	1,08
Разом	23,5	Разом	23,5

2.4 Аналіз пасажиропотоків на маршруті

Обстеження пасажиропотоку на маршруті було проведено *табличним* методом. Згідно цього методу в салоні автобусів розташовувались обліковці, які на кожній зупинці маршруту фіксували поточний час та кількість пасажирів, що увійшли та вийшли з автобуса. Вибірковість обстеження складає 100% всіх запланованих рейсів згідно розкладу руху.

У таблиці 2.5 наведені пасажиропотоки на найбільш завантажених перегонах маршруту по годинах доби, а у таблиці 2.6 — добовий пасажирооборот зупиночних пунктів маршруту.

Таблиця 2.5 — Максимально завантажені перегони маршруту №55 по годинах доби $Q_{\max}$ і завантаження автобусів q

Години доби	Прямий напрямок			Зворотний напрямок		
	перегін	$Q_{\max}$, пас.	q , пас.	перегін	$Q_{\max}$, пас.	q , пас.
5 – 6	Універсам — Супермаркет	118	39	—	—	—
6 – 7	вул. Лахтінська — Універсам	295	44	пл. Фестивальна — Універмаг «Україна»	76	23
7 – 8	Універсам — Супермаркет	348	50	Університетський майдан — «Запорізька Січ»	161	24
8 – 9	вул. Лахтінська — Універсам	116	35	Пушкіна майдан — вул. Гагаріна	183	23
9 – 10	пр. Інженера Преображенського — Старий Дніпро	146	43	пр. Інженера Преображенського — Кінотеатр «Перемога»	55	16
10 – 11	Запорізька Січ — Турбаза «Хортиця»	230	34	пл. Поляка — На вимогу	94	28
11 – 12	Супермаркет — пр. Інженера Преображенського	110	42	вул. Сталеварів — вул. Миру	197	29
12 – 13	Запорізька Січ — Турбаза «Хортиця»	208	31	вул. Лахтінська — вул. Новгородська	144	21
13 – 14	Пушкіна майдан — Обласна бібліотека	62	19	бул. Шевченка — пл. Поляка	270	40
14 – 15	Турбаза «Хортиця» — На вимогу	238	35	Старий Дніпро — пр. Інженера Преображенського	267	40
15 – 16	пл. Поляка — бул. Шевченка	241	36	бул. Шевченка — пл. Поляка	278	42

Продовження таблиці 2.5.

Години доби	Прямий напрямок			Зворотний напрямок		
	перегін	$Q_{\max}$, пас.	q , пас.	перегін	$Q_{\max}$, пас.	q , пас.
16 – 17	бул. Шевченка — вул. Миру	169	25	Обласна бібліотека — Пушкіна майдан	207	61
17 – 18	вул. Гагаріна — Пушкіна майдан	93	14	бул. Шевченка — пл. Поляка	242	36
18 – 19	Супермаркет — пр. Інженера Преображенського	116	18	Університетський майдан — «Запорізька Січ»	243	36
19 – 20	вул. Тюленіна — пл. Поляка	33	10	вул. Новгородська — автобаза «Турист»	235	35
20 – 21	пл. Фестивальна — вул. Гагаріна	14	14	пр. Інженера Преображенського — Супермаркет	92	16
21 – 22				пр. Інженера Преображенського — Супермаркет	35	35

Таблиця 2.6. — Пасажирооборот зупиночних пунктів маршруту за добу

Назва зупинки	Прямий напрямок			Зворотний напрямок		
	зайшло	вийшло	пасажирооборот	зайшло	вийшло	пасажирооборот
1. вул. Рубана	463	—	463	—	490	490
2. вул. Курузова	83	3	86	10	110	120
3. вул. М. Судця	29	3	32	3	176	179
4. Хортицьке шосе	93	3	96	—	140	140
5. вул. Новгородська	333	30	363	42	183	225
6. вул. Лахтинська	241	56	297	86	241	327
7. Універсам	217	42	259	52	223	275
8. Супермаркет	47	13	60	—	90	90
9. пр. Інженера Преображенського	56	—	56	9	59	68

Продовження таблиці 2.6.

Назва зупинки	Прямий напрямок			Зворотний напрямок		
	зайшло	вийшло	пасажирооборот	зайшло	вийшло	пасажирооборот
10. Турбаза Хортиця	6	–	6	–	13	13
11. На вимогу	–	–	0	–	6	6
12. вул. Тюленіна	27	–	27	–	6	6
13. бул. Шевченка	13	65	78	30	17	47
14. вул. Сталеварів	10	133	143	42	20	62
15. пл. Фестивальна	23	135	158	92	40	132
16. вул. Гагаріна	36	107	143	49	23	72
17. пл. Пушкіна	3	93	96	79	10	89
18. пл. Університетська	13	215	228	182	3	185
19. пл. Базарна	–	283	283	322	20	342
20. Автовокзал	–	89	89	274	3	277
21. В-л Запоріжжя-1	–	180	180	534	–	534

Представимо результати обстеження пасажиропотоків у вигляді погодинної епюрі пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту. Епюрі будують за напрямками (рисунки 2.2 та 2.3).

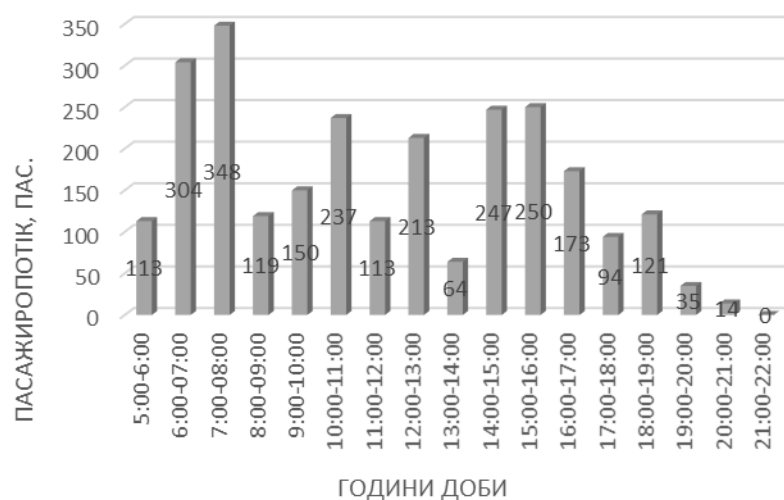


Рисунок 2.2 — Погодинна епюра пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту (прямий напрямок)

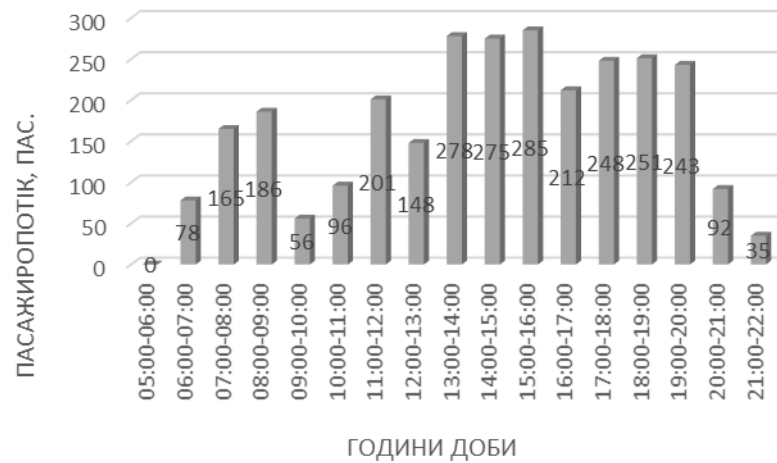


Рисунок 2.3 — Погодинна епюра пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту (зворотний напрямок)

Розрахункова погодинна епюра пасажиропотоку, що є вихідною для розрахунку необхідної кількості рухомого складу на маршруті, визначається як максимальне значення між пасажиропотоками у прямому $P_t^{\text{пр.}}$ та зворотному $P_t^{\text{зв.}}$ напрямках, тобто

$$P_t^{\text{розр.}} = \max\{P_t^{\text{пр.}}; P_t^{\text{зв.}}\}. \quad (2.1)$$

Розрахункова погодинна епюра пасажиропотоку наведена на рисунку 2.4. Як видно з епюри, ранкові години «пік» з 6:00 год. до 9:00 год. є менш тривалими та більш пасажиронапружені, аніж вечірні години «пік». Найбільш завантаженим перегонем маршруту є перегін Універсам — Супермаркет, розташований на виїзді з Хортицького району з годинним пасажиропотоком у період з 7:00 до 8:00 годин 348 пасажирів.

Виконаємо також попередній аналіз пасажирообороту зупиночних пунктів. Покажемо графічно цей пасажирооборот у вигляді стовпчастої діаграми, розташувавши зупинки у порядку зменшення пасажирообігу. Результат показаний на рисунку 2.5. На ньому показані окремо значення вхідного, вихідного та загального сумарного пасажиропотоку на кожній зупинці маршруту.

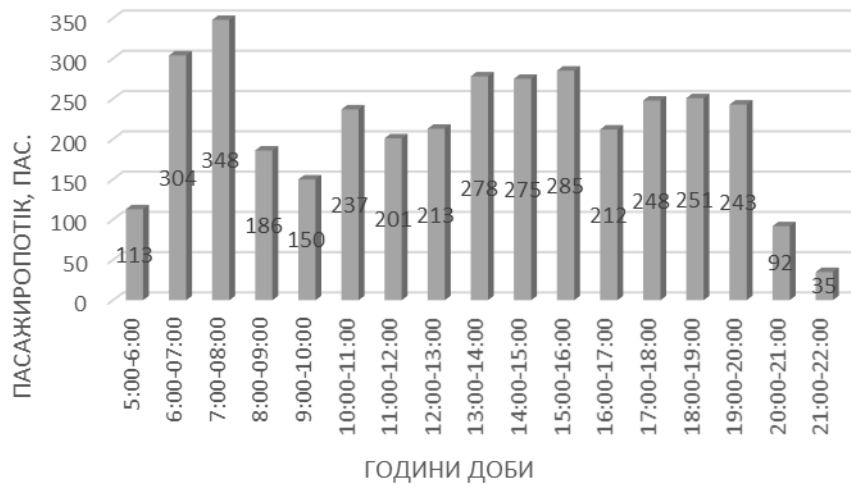


Рисунок 2.4— Розрахункова погодинна епюра пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту

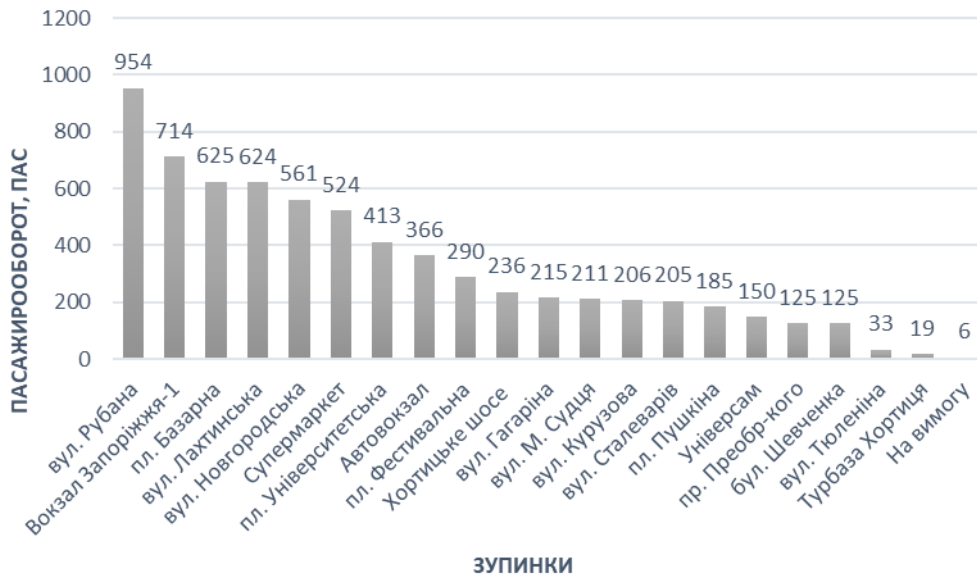


Рисунок 2.5— Пасажирооборот зупинок маршруту

Як видно з рисунку 2.5 сім зупинок (вул. Новгородська, Вокзал Запоріжжя-1, пл. Фестивальна, пл. Базарна, вул. Рубана та вул. Курузова) мають пасажирооборот, що значно відрізняється від пасажирообороту інших зупинок. Однак, серед цих семи зупинок, тільки п'ять (вул. Рубана, вул. Курузова, вул. Новгородська, пл. Базарна та Вокзал Запоріжжя-1) увійшли до існуючого нате- пер експресного режиму роботи на маршруті №55. Таким чином, необхідно ви- конати обґрунтування доцільності і можливості включення до маршруту інших

зупинок як за формальними ознаками, так і за допомогою техніко-економічних розрахунків.

2.5 Висновки і постановка задач роботи

В результаті проведеного аналізу методів організації комбінованих режимів руху на міських автобусних маршрутах та результатів обстеження пасажиропотоку на маршруті №55 можна зробити такі висновки:

- 1) маршрут має значну протяжність, при цьому дуже значною є середня дальність поїздки пасажирів, що призводить до підвищеного тарифу на проїзд на маршруті;
- 2) згідно рекомендацій, розроблених науково-дослідним інститутом ДержавтотрансНДІпроект, рекомендовано перевести звичайний режим руху на маршруті у експресний, при цьому залишивши зупинки: вул. Рубана, вул. Курузова, вул. Новгородська, пл. Базарна, Вокзал Запоріжжя-1. Рішення прийнято на підставі результатів обстеження, враховуючи що на маршруті в момент проведення обстеження працювали 8 автобусів Богдан А092 пасажиромісткістю 45 місць та чотири автобуси інших марок середньою пасажиромісткістю 70,5 місць. Фактичний коефіцієнт завантаження склав 0,77 з інтервалом руху приблизно 12 хвилин з середнім завантаженням 52 пасажирів. Переведення маршруту в експресний режим дозволить зменшити тривалість виконання оборотного рейсу а також підвищити якість обслуговування населення не збільшуючи кількості та пасажиромісткості рухомого складу. Іншим рішенням може бути збільшення фактичної кількості автобусів на маршруті до 16 одиниць.

Враховуючи вищевикладене, у роботі передбачається виконати наступне:

- 1) оскільки згідно вимог Закону України «Про автомобільний транспорт» кількість зупинок автобусів, що працюють у експресному режимі, не повинна перевищувати 25% кількості зупинок автобусів, що працюють у звичайному режимі, необхідно розглянути можливість включення до маршруту додаткових зупинок зі значним пасажирооборотом. Це мож-

на зробити, оскільки на трасі маршруту є зупинки, що не увійшли до результатів пасажирообстеження. Це стосується зупинок: АвтоЗАЗ, Театр ім. Магара, Редакція газети «Запорізька Січ», Обласна бібліотека, вул. Миру, вул. Задніпровська, Автобаза «Турист». Таким чином, до існуючих 21 зупинки у звичайному режимі руху фактично можна додати ще 7 зупинок. Чверть від загальної кількості зупинок $21 + 7 = 28$ дорівнює 7 зупинок. Таким чином, є можливість збільшити кількість зупинок на експресному маршруті на дві зупинки;

- 2) обґрунтування включення зупинок до експресного режиму, яке потребує розрахунку середньої дальності поїздки пасажирів за різних варіантів включення зупинок, а, отже, необхідності розрахунку матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій на маршруті. Від середньої дальності поїздки пасажирів буде залежати вартість проїзду пасажирів на маршруті;
- 3) розрахунок необхідної кількості рухомого складу, розробку графіків і розкладів його руху;
- 4) розрахунок собівартості перевезень, визначення тарифу на поїздки пасажирів, витрат, прибутку і рентабельності автотранспортного підприємства.

3 ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ НА МАРШРУТІ У ЕКСПРЕСНОМУ РЕЖИМІ РУХУ

3.1 Розрахунок матриць міжзупинкових пасажирських кореспонденцій

Для розв'язання задач вибору експресних і скорочених маршрутів на міському пасажирському транспорті найважливішою вихідною інформацією є міжзупинкова матриця пасажирських кореспонденцій [5]. Ця матриця визначається, як правило, в результаті талонних обстежень пасажиропотоків, які є достатньо трудомісткими, неоперативними і з цих причин проводяться рідко. Через це виникає необхідність застосування розрахункових методів визначення елементів міжзупинкових матриць пасажирських кореспонденцій.

Після обстеження пасажиропотоків табличним методом та опрацювання результатів обстеження отримують таблицю елементів міжзупинкової матриці пасажирських кореспонденцій (ММПК), наведену у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 — Елементи ММПК

Номер зупинки входу	Номер зупинки виходу				
	увійшло / вийшло	0	1	2 ...	n
		b_0	b_1	$b_2 \dots$	b_n
0	a_0	x_{00}	x_{01}	$x_{02} \dots$	x_{0n}
1	a_1		x_{11}	$x_{12} \dots$	x_{1n}
2	a_2			$x_{22} \dots$	x_{2n}
...	...				...
n	a_n				x_{nn}

У таблиці 3.1 позначено: a_i — кількість пасажирів, що увійшли до салону автобуса на i -й зупинці маршруту; b_j — кількість пасажирів, що вийшли з салону автобуса на j -й зупинці маршруту; x_{ij} — елементи міжзупинкової матриці пасажирських кореспонденцій, які показують, яка кількість пасажирів проїхала з зупинки i до зупинки j з усіх пасажирів, що увійшли у салон автобуса на зупинці i .

Таким чином, талонний спосіб обстеження пасажиропотоку дозволяє отримати елементи ММПК. Дамо постановку та спосіб розв'язання оберненої

задачі отримання за даними про кількість пасажирів, що увійшли та вийшли з салону автобуса на кожній зупинці, елементів ММПК [5].

Допустимо, що нам відома інформація про кількість пасажирів, що увійшли $(a_0, a_1, \dots, a_n)$ та вийшли $(b_1, b_2, \dots, b_n)$ на кожній з зупинок маршруту, а елементи ММПК x_{ij} невідомі. З таблиці 3.1 видно, що можна скласти систему з $2n$ рівнянь з $n^2 - \frac{n(n-1)}{2}$ невідомими. Така система має однозначний розв'язок тоді і тільки тоді, коли $2n = n^2 - \frac{n(n-1)}{2}$, тобто тільки за умови $n = 3$. Це значить, що при $n > 3$ однозначно визначити величини x_{ij} тільки на підставі про кількість пасажирів, що входять і виходять, неможливо.

Для постановки задачі введемо додаткові величини: Q_r — наповнення салону автобуса на r -му перегоні маршруту або кількість пасажирів, що під'їхали до r -ї зупинки, яка визначається за формулою

$$Q_r = (Q_{r-1} - b_{r-1}) + a_{r-1} = \sum_{i=0}^{r-1} (a_i - b_i), \quad (2.2)$$

де $r = \overline{1, n}$; a_{ij} — кількість пасажирів, що увійшли до автобуса на зупинці i та вийшли на зупинці j , тобто

$$a_{ij} = a_i - \sum_{r=i+1}^{j-1} x_{ir}. \quad (2.3)$$

Припустимо, що x_{ij} залежать тільки від a_i та b_j . Ставиться задача визначення функції $x_{ij} = f(a_i; b_j)$ за таких граничних умов

$$x_{01} = b_1; \quad x_{n-1, n} = a_{n-1}; \quad x_{00} = b_0 = 0; \quad x_{nn} = a_n = 0.$$

Найбільш простою залежністю x_{ij} від a_i та b_j є співвідношення

$$x_{ij} = k_{ij} \cdot a_i \cdot b_j, \quad (2.4)$$

де k_{ij} — деякий коефіцієнт зв'язку, який необхідно визначити на підставі значень про кількість пасажирів, що входять та виходять з автобуса.

У заданій постановці за прийнятих позначень елементи міжзупинкової матриці пасажирських кореспонденцій можна обчислити за формулами

$$x_{ij} = \begin{cases} R_i \prod_{r=i+1}^{j-1} R_{r,r+1} b_j, & \text{якщо } j > i + 1; \\ R_i b_j, & \text{якщо } j = i + 1; \\ 0, & \text{якщо } j = 0, \end{cases} \quad (2.5)$$

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

Окрему цікавість являє випадок, коли за деякого k величина $Q_{k+1} = 0$, тоді відповідні величини R_k та $R_{k,k+1}$ є невизначеними. У такому випадку $a_k = 0$; $Q_k = b_k$; $b_{k+1} = 0$; $Q_{k+1} = a_{k+1}$ та $x_{ij} = 0$.

Аналіз результатів розрахунку елементів ММПК у порівнянні з точними даними, отриманими талонним способом обстеження пасажиропотоку показав, що відхилення фактичних кореспонденцій від розрахункових коливається у межах від 3% до 5%, що є цілком достатнім для більшості практичних розрахунків.

Через значну трудомісткість розрахунку елементів ММПК розроблено програму для ЕОМ мовою Pascal — KORR. Вихідними даними, що вводяться до файлу з довільним ім'ям є: кількість зупинок на маршруті; кількість пасажирів, що увійшли послідовно на усіх зупинках маршруту; кількість пасажирів, що вийшли послідовно на усіх зупинках маршруту. В результаті розрахунку у текстовий файл виводиться розрахункова міжзупинкова матриця пасажирських кореспонденцій. Зауважимо, що матриця, як правило, містить дробові значення кореспонденцій, які, між тим, при розрахунках округлювати не будемо через можливе накопичення значної систематичної похибки.

Виконаємо розрахунок матриці міжзупинкових пасажирських кореспонденцій для даних про кількість пасажирів, що увійшли та вийшли з салону автобусів на маршруті №55 за добу, наведену у таблиці 2.5. Розрахунок виконаємо окремо за напрямками маршруту.

Результати розрахунку міжзупинкових матриць пасажирських кореспонденцій на маршруті за добу за напрямками маршруту наведені у таблицях 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.2 — Міжзупинкова матриця пасажирських кореспонденцій (прямий напрям)

[illegible]

Таблиця 3.3 — Міжзупинкова матриця пасажирських кореспонденцій (зворотний напрямок)

[illegible]

Середня дальність поїздки пасажирів за даними обстежень пасажиропотоків розраховується за формулою

$$L_c = \frac{W}{A} = \frac{\sum_i Q_i \cdot l_{\pi i}}{\sum_i a_i}, \quad (2.6)$$

де W — виконана на маршруті за добу транспортна робота, пас-км;

A — добова кількість пасажирів, що скористалися маршрутом, пас.

Для розрахунку транспортної роботи, виконаної всіма автобусами маршруту за добу побудуємо епюру завантаження перегонів маршруту за напрямками (рисунки 3.1).

Підсумовуючи доданки довжини перегонів на завантаження відповідного перегону маршруту знайдемо транспортну роботу:

у прямому напрямку

$$W_{\text{пр}} = \sum_i Q_{i\text{пр}} \cdot l_{\pi i\text{пр}} = 34493 \text{ пасажиро-кілометра};$$

у зворотному напрямку

$$W_{\text{зв}} = \sum_i Q_{i\text{зв}} \cdot l_{\pi i\text{зв}} = 28423,7 \text{ пасажиро-кілометра}.$$

Враховуючи, що за добу всіма автобусами маршруту перевезено у прямому напрямі $A_{\text{пр}} = 2139$ пасажирів, а у зворотному напрямі $A_{\text{зв}} = 1900$ пасажирів, середня дальність поїздки пасажирів на маршруті складе

$$L_c = \frac{W_{\text{пр}} + W_{\text{зв}}}{A_{\text{пр}} + A_{\text{зв}}} = \frac{34493 + 28423,7}{2139 + 1900} = 15,58 \text{ км}.$$

При видаленні зупинок з маршруту середня довжина поїздки пасажирів і пасажиропотоки на найбільш завантаженому перегоні маршруту буде змінюватись, а значить і буде змінюватись потреба у рухомому складі, вартість проїзду пасажирів, дохід від виконання перевезень. Таким чином, спочатку проаналізуємо доцільність виключення зупинок з маршруту у експресному режимі руху.

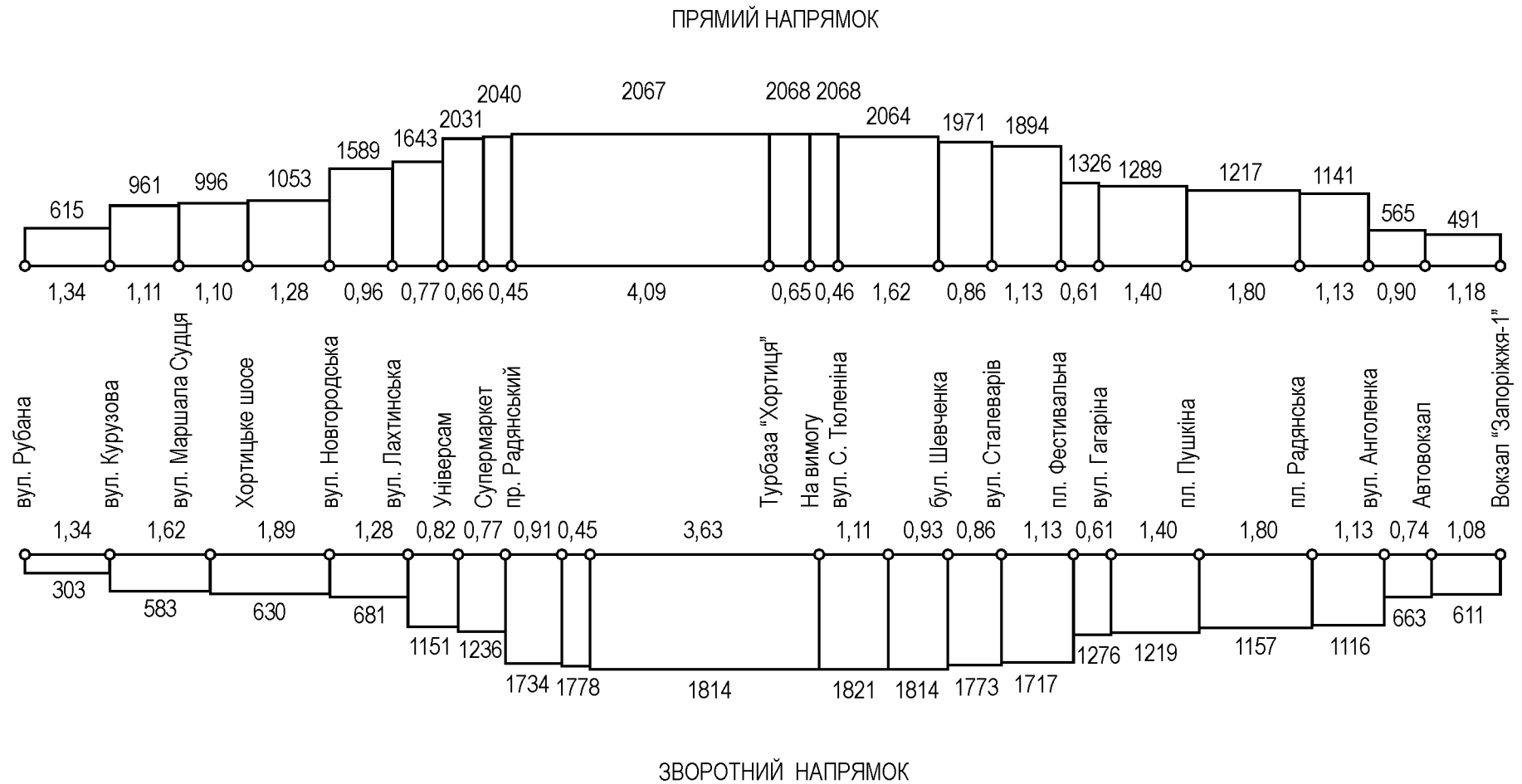


Рисунок 3.1 — Завантаження перегонів маршруту за напрямками за результатами обстеження пасажиропотоків

3.2 Аналіз пасажирообороту зупиночних пунктів

Для прийняття рішення про доцільність використання того чи іншого зупиночного пункту використаємо кількісні критерії: *коефіцієнт транзиту пасажирів через зупинку та коефіцієнт зміни пасажиропотоку на маршруті*[6].

Коефіцієнт транзиту пасажирів через зупинку розраховується за формулою

$$f_i = \frac{F_i}{N_i}, \quad (2.7)$$

де F_i — кількість пасажирів, що проїжджають повз зупинку. Він дорівнює кількості пасажирів, які проїхали по перегону маршруту, що передує даній зупинці, за винятком пасажирів, що вийшли на цій зупинці;

N_i — кількість пасажирів, що скористалися зупинкою для входу або виходу, пас.

Якщо коефіцієнт транзиту знаходиться у межах 3... 5, то для даної зупинки рекомендується встановлювати комбінований режим руху, коли на ній зупиняються не всі транспортні засоби.

Коефіцієнт зміни пасажиропотоку на зупинці маршруту визначається за формулою

$$d_i = \frac{N_i}{Q_{i-1,i}}, \quad (2.8)$$

де $Q_{i-1,i}$ — пасажиропотік на перегоні, що передує даній зупинці, пас.

Чим менше величина d_i , тим менше пасажирів бажають скористатися зупинкою для входу або (та) виходу у порівнянні з пасажиропотоком на перегоні, що включає цю зупинку, а через це є більше підстав для виключення цієї зупинки з позупинкового режиму руху.

Розрахунки коефіцієнта транзиту пасажирів через зупинку та коефіцієнта зміни пасажиропотоку на всіх зупинках маршруту за напрямками наведений у таблицях 3.4 та 3.5.

У таблиці 3.4 виділені напівжирним шрифтом зупинки, які слід залишити у експресному режимі за показником коефіцієнта транзиту. Таким чином, у

прямому напрямі це зупинки: вул. Рубана, вул. Курузова, вул. Новгородська, пл. Фестивальна, вул. пл. Базарна, Вокзал Запоріжжя-1.

Таблиця 3.4 — Аналіз пасажирообороту зупинок (прямий напрямок)

Зупинка	Кількість пасажирів			Пасажиропотік		Проїхало повз зупинку F_i	Коефіцієнт транзити f_i	Коефіцієнт зміни пасажиропотоку d_i
	увійшла a_i	вийшла b_i	скористалась N_i	перед $Q_{i-1,i}$	після $Q_{i,i+1}$			
1. вул. Рубана	463	–	463	–	463	0	0,00	–
2. вул. Курузова	83	3	86	463	543	460	5,35	0,19
3. вул. М. Судця	29	3	32	543	569	540	16,88	0,06
4. Хортицьке шосе	93	3	96	569	659	566	5,90	0,17
5. вул. Новгородська	333	30	363	659	962	629	1,73	0,64
6. вул. Лахтинська	241	56	297	962	1147	906	3,05	0,31
7. Універсам	217	42	259	1147	1322	1105	4,29	0,23
8. Супермаркет	47	13	60	1322	1288	1309	20,82	0,05
9. пр. Преобр.-кого	56	–	56	1288	1344	1288	23	0,04
10. Турбаза Хортиця	6	–	6	1344	1350	1344	224	0,00
11. На вимогу	–	–	–	1350	1350	1350	$+\infty$	$+\infty$
12. вул. Тюленіна	27	–	27	1350	1377	1350	50	0,02
13. бул. Шевченка	13	65	78	1377	1325	1312	16,82	0,06
14. вул. Сталеварів	10	133	143	1325	1202	1192	8,34	0,11
15. пл. Фестивальна	23	135	158	1202	1090	1067	6,75	0,13
16. вул. Гагаріна	36	107	143	1090	1019	983	6,87	0,13
17. пл. Пушкіна	3	93	96	1019	929	926	9,65	0,09
18. пл. Ун.-тетська	13	215	228	929	727	714	3,13	0,25
19. пл. Базарна	–	283	283	727	444	444	1,57	0,39
20. Автовокзал	–	89	89	444	355	355	3,99	0,20
21. В-л Запоріжжя-1	–	180	180	180	–	0	0,00	1,00

Таблиця 3.5 — Аналіз пасажирообороту зупинок (зворотний напрямок)

Зупинка	Кількість пасажирів			Пасажиропотік		Проїхало повз зупинку F_i	Коефіцієнт транзити f_i	Коефіцієнт зміни пасажиропотоку d_i
	увійшла a_i	вийшла b_i	скористалась N_i	перед $Q_{i-1,i}$	після $Q_{i,i+1}$			
21. В-л Запоріжжя-1	534	–	534	–	534	–	0,00	0,00
20. Автовокзал	274	3	277	534	805	531	1,92	0,52
19. пл. Базарна	322	20	342	805	1107	785	2,30	0,43
18. пл. Ун.-тетська	182	3	185	1107	1286	1104	5,97	0,17
17. пл. Пушкіна	79	10	89	1286	1355	1276	14,34	0,07

Продовження таблиці 3.5.

Зупинка	Кількість пасажирів			Пасажиропотік		Проїхало повз зупинку F_i	Коефіцієнт транзити f_i	Коефіцієнт зміни пасажиропотоку d_i
	увійшла a_i	вийшла b_i	скористалась N_i	перед $Q_{i-1,i}$	після $Q_{i,i+1}$			
16. вул. Гагаріна	49	23	72	1355	1381	1332	18,5	0,05
15. пл. Фестивальна	92	40	132	1381	1433	1341	10,16	0,10
14. вул. Сталеварів	42	20	62	1433	1455	1413	22,79	0,04
13. бул. Шевченка	30	17	47	1455	1442	1438	30,60	0,03
12. вул. Тюленіна	–	6	6	1442	1436	1436	239,33	0,00
10. Турбаза Хортиця	–	13	13	1436	1423	1423	109,46	0,01
9. пр. Пр.-кого	9	59	68	1423	1373	1364	20,06	0,05
8. Супермаркет	–	90	90	1373	1283	1283	14,25	0,07
7. Універсам	52	223	275	1283	1112	1060	3,86	0,21
6. вул. Лахтинська	86	241	327	1112	957	871	2,66	0,29
5. вул. Новгородська	42	183	225	957	816	774	3,44	0,24
4. Хортицьке шосе	–	140	140	816	676	676	4,83	0,17
3. вул. М. Судця	3	176	179	676	503	500	2,79	0,27
2. вул. Курузова	10	110	120	503	403	393	3,28	0,24
1. вул. Рубана	–	490	490	490	0	0	0,00	1,00

У таблиці 3.5 виділені напівжирним шрифтом зупинки, які слід залишити у експресному режимі за показником коефіцієнта транзити. Таким чином, у зворотному напрямі це зупинки: вул. Рубана, вул. Курузова, вул. Новгородська, Універсам, пл. Фестивальна, пл. Ринкова, Вокзал Запоріжжя-1.

Для обраних за коефіцієнтом транзити зупинок доцільність їх виключення у експресному режимі руху додатково підтверджується коефіцієнтом зміни пасажиропотоку.

Оскільки зупинки в експресному режимі руху в прямому та зворотному напрямках повинні бути однаковими, остаточно обираємо для експресного режиму руху наступні зупинки: вул. Курузова, вул. Новгородська, Універсам, пл. Фестивальна, пл. Ринкова. Очевидно, аналізу та подальшому виключенню не підлягають зупинки вул. Рубана та Вокзал Запоріжжя-1, що є кінцевими зупинками маршруту. Загальна кількість комбінацій включення зупинок у експресний режим руху дорівнює

$$N = C_5^1 + C_5^2 + C_5^3 + C_5^4 + C_5^5 = 5 + 10 + 10 + 5 + 1 = 31 \text{ варіант.} \quad (2.9)$$

3.3 Аналіз варіантів маршруту з експресним режимом руху

Як було показано у попередньому підрозділі, кількість варіантів маршруту з експресним режимом руху дорівнює 31. До цього слід додати ще варіант, за якого до маршруту не включається жодна з проміжних зупинок. Зведемо їх до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 — Варіанти маршруту з експресним режимом руху

Варіант	Зупинки, що включаються до маршруту						
	вул. Рубана	вул. Курцова	вул. Новгородська	Універсам	пл. Фестивальна	пл. Базарна	в-л Запоріжжя-1
1	+						+
2	+	+					+
3	+		+				+
4	+			+			+
5	+				+		+
6	+					+	+
7	+	+	+				+
8	+	+		+			+
9	+	+			+		+
10	+	+				+	+
11	+		+	+			+
12	+		+		+		+
13	+		+			+	+
14	+			+	+		+
15	+			+		+	+
16	+				+	+	+
17	+	+	+	+			+
18	+	+	+		+		+
19*	+	+	+			+	+
20	+	+		+	+		+
21	+	+		+		+	+
22	+	+			+	+	+

Продовження таблиці 3.6.

Варіант	Зупинки, що включаються до маршруту						
	вул. Рубана	вул. Курцова	вул. Новгородська	Універсам	пл. Фестивальна	пл. Базарна	в-л Запоріжжя-1
23	+		+	+	+		+
24	+		+	+		+	+
25	+		+		+	+	+
26	+			+	+	+	+
27	+	+	+	+	+		+
28	+	+	+	+		+	+
29	+	+	+		+	+	+
30	+		+	+	+	+	+
31	+	+		+	+	+	+
32	+	+	+	+	+	+	+

Для кожного з цих варіантів розрахуємо дохід та середню дальність поїздки пасажирів, використовуючи міжзупинкову матрицю пасажирських кореспонденцій, наведену у таблицях 3.2 та 3.2.

Розглянемо, наприклад, варіант 1, за якого до маршруту включаються тільки кінцеві зупиночні пункти вул. Рубана та Вокзал Запоріжжя-1. При виключенні зупинки вважаємо що пасажирів, які нею користалися, оберуть для пересування інший маршрут або вид транспорту, і, таким чином, втрачені для маршруту №55. Міжзупинкові матриці пасажирських кореспонденцій отримаємо видаленням з вихідних матриць усіх стовпчиків, окрім тих, що відповідають кінцевим зупинкам. Очевидно, з вул. Рубана до Вокзалу Запоріжжя-1 маршрутом скористаються 138 пасажирів, а у зворотному напрямі — 95 осіб. Загальний обсяг перевезень пасажирів за добу на маршруті становитиме $138+95=233$ пасажирів, а середня дальність поїздки дорівнюватиме довжині маршруту, тобто 23,5 км.

Тепер для прикладу розглянемо варіант, за якого на маршруті залишаються всі зупинки (варіант 32). Міжзупинкова матриця пасажирських кореспонденцій за цим варіантом у прямому напрямі наведена у таблиці 3.7, а у зворотному напрямі — у таблиці 3.8.

Таблиця 3.7 — Міжзупинкова матриця пасажирських кореспонденцій (прямий напрямок, варіант 32)

Зупинка входу	Увійшло / вийшло	Зупинка виходу						
		1	2	5	7	15	19	21
		0	0	9	18	520	518	438
1. вул. Рубана	479	0	0	5,82	7,37	165	163	138
2. вул. Курузова	271		0	3,28	4,15	93,3	92,0	77,9
5. вул. Новгородська	427			0	6,63	149	147	124
7. Універсам	319				0	113	111	94,5
15. пл. Фестивальна	9					0	4,77	4,05
19. пл. Базарна	0						0	0
21. В-л Запоріжжя-1	0							0
Разом	1505							

Таблиця 3.8 — Міжзупинкова матриця пасажирських кореспонденцій (зворотний напрямок, варіант 32)

Зупинка входу	Увійшло / вийшло	Зупинка виходу						
		21	19	15	7	5	2	1
		0	5	28	428	389	231	250
21. В-л Запоріжжя-1	519	0	4,61	16,0	167	148	87,9	95,1
19. пл. Базарна	388		0	12,1	126	112	66,3	71,8
15. пл. Фестивальна	403			0	135	120	71,1	76,9
7. Універсам	20				0	8,78	5,2	5,62
5. вул. Новгородська	2					0	0,82	0,89
2. вул. Курузова	0						0	0
1. вул. Рубана	0							0
Разом	1331							

Для розрахунку середньої дальності поїздки пасажира за цим варіантом заповнимо допоміжну таблицю 3.9. У цій таблиці позначимо як: a_i та b_i — кількість пасажирів, що відповідно увійшли та вийшли на зупинці, пас; $Q_{i,i+1}$ — завантаження перегону, пас.; $l_{i,i+1}$ — довжина перегону, км; W_j — транспортна робота, виконувана на перегоні, яка дорівнює добутку довжини перегону на його завантаження (пасажиро-кілометри). Обсяг перевезень пасажирів і середня дальність поїздки складуть

$$Q = 1505 + 1332 = 2837 \text{ пас.}; \quad L_c = \frac{25514,9 + 20946,8}{1515 + 1332} = 16,38 \text{ км.}$$

Таблиця 3.9 — Розрахунок середньої дальності поїздки пасажирів (варіант 32)

Зупинка	Напрямок									
	прямий					зворотний				
	a_i	b_i	$Q_{i,i+1}$	$l_{i,i+1}$	W_j	a_i	b_i	$Q_{i,i+1}$	$l_{i,i+1}$	W_j
1	479	0	479	1,34	641,9	0	250	250	1,34	336,3
2	271	0	750	3,49	2617,5	0	231	481	4,79	2308,8
5	427	9	1168	1,73	2020,6	2	389	871	1,59	1381,7
7	319	18	1467	9,93	14587,2	20	428	1277	9,02	11518,5
15	9	520	956	4,94	4732,5	403	28	902	4,94	4455,9
19	0	518	438	2,08	915,2	388	5	519	1,82	944,6
21	0	438	0	–	–	519	0	0	–	–
Разом	1505				25514,9	1332				20946,8

Аналогічні розрахунки виконуємо за іншими варіантами. Результати розрахунків зводимо до таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 — Обсяг перевезень пасажирів та середня дальність поїздки пасажирів за варіантами експресних маршрутів

Варіант маршруту	Кількість зупинок	Добовий обсяг перевезень пасажирів на маршруті за напрямками			Середня дальність поїздки, км
		прямий	зворотний	разом	
1	2	138	95	233	23,5
2	3	217	183	400	22,9
3	3	269	245	514	20,7
4	3	241	268	509	19,7
5	3	309	188	497	19,4
6	3	302	172	474	22,3
7	4	350	333	683	21,0
8	4	323	361	684	20,1
9	4	480	347	827	19,1
10	4	472	326	798	21,8
11	4	378	426	804	18,9
12	4	588	458	1046	17,1

Продовження таблиці 3.10.

Варіант маршруту	Кількість зупинок	Добовий обсяг перевезень пасажирів на маршруті за напрямками			Середня дальність поїздки, км
		прямий	зворотний	разом	
13	4	580	433	1013	19,5
14	4	524	496	1020	16,3
15	4	516	471	987	18,8
16	4	477	277	754	19,6
17	5	463	520	983	19,2
18	5	763	618	1381	17,4
19	5	753	588	1341	20,0
20	5	699	660	1359	16,8
21	5	690	630	1320	19,3
22	5	740	502	1242	19,4
23	5	810	775	1585	15,7
24	5	800	741	1541	18,2
25	5	904	659	1563	17,5
26	5	804	711	1515	16,7
27	6	989	940	1929	16,1
28	6	977	901	1878	18,6
29	6	1170	885	2055	17,9
30	6	1237	1102	2339	16,2
31	6	1071	942	2013	17,2
32	7	1505	1331	2836	16,38

Напівжирним шрифтом у таблиці 3.10 позначений існуючий варіант організації експресного маршруту. Як видно з двох останніх стовпчиків таблиці 3.10, між обсягом пасажироперевезень на маршруті та середньою дальністю поїздки пасажирів є залежність, яка проявляється у тому, що остання при збільшенні обсягу перевезень спадає. Це пояснюється тим, що залучення до маршруту додаткових проміжних зупинок збільшує обсяг пасажирів, що можуть користуватися цим маршрутом, а також спричиняє появу більш коротких поїздок між проміжними зупинками на маршруті. Для встановлення характеру цієї залежності зобразимо її графічно (рисунок 3.2).

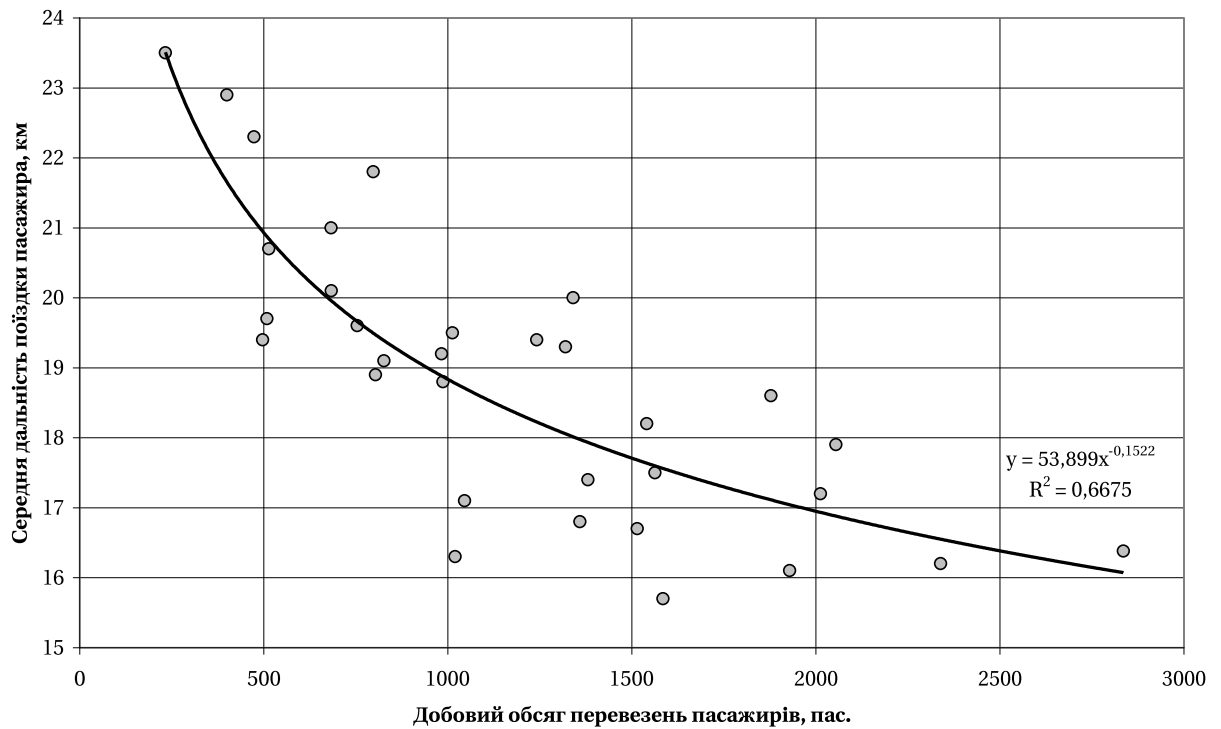


Рисунок 3.2 — Залежність середньої дальності поїздки пасажирів від добового обсягу перевезень пасажирів

Як видно з графіка, залежність між обсягом перевезень пасажирів та середньою дальністю поїздки пасажирів добре описується степеневою залежністю. Невідомі параметри степеневої залежності, показані на графіку, визначені у середовищі Microsoft Excel, рівняння регресії має вигляд

$$L_c = 53,9 \cdot Q^{-0,152}. \quad (2.10)$$

Оцінити ступінь достовірності регресійної моделі можна за допомогою коефіцієнта детермінації, який, як видно з наведеного на рисунку 3.2, дорівнює $R^2 = 0,6675$. Це означає, що середня дальність поїздки пасажирів на 66,75% залежить від обсягу перевезень пасажирів на маршруті. Оскільки коефіцієнт детермінації дорівнює квадрату коефіцієнта кореляції R , який, відповідно, дорівнює $R = \sqrt{R^2} = \sqrt{0,6675} = 0,817$, то можна стверджувати, що між досліджуваними величинами існує вельми тісний та значимий кореляційний зв'язок.

3.4 Розрахунок річного пробігу і необхідної кількості автобусів на маршруті

Для кожного з варіантів експресних маршрутів розраховуємо загальний пробіг всіх автобусів на маршруті за рік за формулою

$$L_{\text{річ}} = \frac{Q_p \cdot L_c}{q_n \cdot \gamma \cdot \beta}, \quad (2.11)$$

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

L_c — середня дальність поїздки пасажирів на маршруті, *км*;

q_n — номінальна пасажиромісткість рухомого складу, використовуюваного на маршруті, *пас.*;

γ — коефіцієнт використання пасажиромісткості автобусів. Приймаємо за даними обстеження пасажиропотоків $\gamma = 0,526$;

β — коефіцієнт використання пробігу автобусів, який враховує нульові пробіги, виконувані на маршрут і з маршруту. За даними підприємства $\beta = 0,96$.

В якості рухомого складу для перевезень пасажирів на маршруті приймаємо наявні в автотранспортному підприємстві ТДВ «Автопарк» міські автобуси Богдан А-092 номінальною пасажиромісткістю $q_n = 45$ пасажирів. Результати розрахунку річного пробігу всіх автобусів на маршруті зводимо до таблиці 3.11. Річний обсяг перевезень пасажирів визначаємо як добуток 365 (кількість днів на рік) на добовий обсяг перевезень пасажирів згідно розрахунків, наведених у таблиці 3.10.

Необхідну кількість автобусів на маршруті визначаємо за формулою:

$$n_a = \frac{L_p}{365(2 \cdot L_m \cdot n_{\text{об.д.}} + 2l_0)}, \quad (2.12)$$

де L_p — річний пробіг всіх автобусів на маршруті, *км*;

L_m — довжина маршруту, *км*;

$n_{\text{об.д.}}$ — середня кількість виконуваних оборотних рейсів одним автобусом за зміну на маршруті, *км*;

l_0 — довжина нульового пробігу на маршрут та з маршруту, км. Приймаємо $l_0 = 4,5$ км.

При розрахунках за формулою (2.12) результат округляємо до цілого числа у більший бік. Результати розрахунку на маршруті зводимо до таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 — Розрахунок загального річного пробігу за варіантами експресних маршрутів і необхідної кількості автобусів

Варіант маршруту	Річний обсяг перевезень пасажирів Q_p , пас.	Середня дальність поїздки пасажирів L_c , км.	Транспортна робота на маршруті, $Q_p \times L_c$, тис. пас-км./рік	Річний пробіг усіх автобусів, тис. км.	Необхідна кількість автобусів n_a , од.
1	85045	23,5	1998,56	87,95	2
2	146000	22,9	3343,40	147,14	2
3	187610	20,7	3883,53	170,91	2
4	185785	19,7	3659,96	161,07	2
5	181405	19,4	3519,26	154,88	2
6	173010	22,3	3858,12	169,79	2
7	249295	21,0	5235,20	230,39	3
8	249660	20,1	5018,17	220,84	3
9	301855	19,1	5765,43	253,72	3
10	291270	21,8	6349,69	279,44	4
11	293460	18,9	5546,39	244,09	3
12	381790	17,1	6528,61	287,31	4
13	369745	19,5	7210,03	317,30	4
14	372300	16,3	6068,49	267,06	4
15	360255	18,8	6772,79	298,06	4
16	275210	19,6	5394,12	237,38	3
17	358795	19,2	6888,86	303,16	4
18	504065	17,4	8770,73	385,98	5
19	489465	20,0	9789,30	430,81	5
20	496035	16,8	8333,39	366,73	5
21	481800	19,3	9298,74	409,22	5
22	453330	19,4	8794,60	387,03	5
23	578525	15,7	9082,84	399,72	5

Продовження таблиці 3.11.

Варіант маршруту	Річний обсяг перевезень пасажирів Q_p , пас.	Середня дальність поїздки пасажирів L_c , км.	Транспортна робота на маршруті, $Q_p \times L_c$, тис. пас-км./рік	Річний пробіг усіх автобусів, тис. км.	Необхідна кількість автобусів n_a , од.
24	562465	18,2	10236,86	450,50	6
25	570495	17,5	9983,66	439,36	6
26	552975	16,7	9234,68	406,40	5
27	704085	16,1	11335,77	498,86	6
28	685470	18,6	12749,74	561,09	7
29	750075	17,9	13426,34	590,86	7
30	853735	16,2	13830,51	608,65	8
31	734745	17,2	12637,61	556,15	7
32	1035140	16,38	16955,59	746,18	9

У останньому стовпчику таблиці 3.11 градаціями сірого кольору виділені варіанти експресних маршрутів, що мають однакову кількість зупинок (у порядку зростання від двох до семи). Таким чином, за наявності на експресному маршруті 2-х зупинок необхідно мати парк рухомого складу 2 автобуса; при 3-х зупинках — 2 автобуса; при 4-х зупинках — 3-4 автобуса; при 5-ти зупинках — 4-6 автобусів; при 6-ти зупинках — 6-8 автобусів та при семи зупинках — 9 автобусів (таблиця 3.12).

Таблиця 3.12 — Необхідна кількість рухомого складу на маршруті (Богдан А092) в залежності від кількості зупинок на експресному маршруті

Кількість зупинок на експресному маршруті	2	3	4	5	6	7
Необхідна кількість рухомого складу	2	2	3–4	4–6	6–8	9

3.5 Розрахунок економії палива при організації експресних маршрутів

Як було зазначено у розділі 1, використання експресних маршрутів дозволяє підвищити паливну економічність автобусів за рахунок двох основних факторів:

- 1) зниження частоти зупинок на маршруті;
- 2) підвищення середньої швидкості руху автобусів.

Якщо на маршруті зі звичайним (позупинковим) режимом руху налічується $n_{зв}$ зупинок, а на експресному маршруті за цією ж трасою налічується n_e зупинок і при цьому, зрозуміло, $n_{зв} > n_e$, то частота зупинок рухомого складу при звичайному режимі руху складає

$$\text{ЧТЗ}_{зв} = \frac{n_{зв}}{2L_m}, \quad (2.13)$$

а на маршруті з експресним режимом руху частота зупинок складає

$$\text{ЧТЗ}_e = \frac{n_e}{2L_m}. \quad (2.14)$$

Процентне скорочення частоти зупинок на маршруті з експресним режимом руху у порівнянні з маршрутом із звичайним режимом руху складе

$$\Delta T = \left(1 - \frac{n_e}{n_{зв}}\right) \times 100\%. \quad (2.15)$$

У відповідності до формули (1.6) та даних таблиці 1.3, витрати палива при експресному режимі руху за рахунок зміни частоти зупинок в середньому скорочується на величину

$$\Delta T_{\text{чтз}} = 0,1 \times \Delta T \times C, \quad (2.16)$$

де C — табличне значення зниження витрат палива на 10% зміни фактору, що на нього впливає. Для зниження частоти зупинок $C = 1,58\%$.

У існуючому варіанті на маршруті налічується 21 зупинка у прямому напрямі та 20 зупинок у зворотному напрямі, тож кількість зупинок у звичайному режимі руху складає $n_{зв} = 21 + 20 = 41$ зупинка. Частота зупинок у звичайному режимі руху дорівнює

$$\text{ЧТЗ}_{зв} = \frac{41}{2 \cdot 23,5} = 0,87 \text{ зупинок/км.}$$

У випадку організації експресного режиму руху з двома зупинками у кожному напрямі руху, тобто, для $n_e = 4$ зупинки, частота зупинок на маршруті дорівнює

$$\text{ЧТЗ}_e = \frac{4}{2 \cdot 23,5} = 0,085 \text{ зупинок/км.}$$

Процентне скорочення частоти зупинок експресного режиму руху у порівнянні зі звичайним режимом руху дорівнює

$$\Delta T = \left(1 - \frac{4}{41}\right) \times 100\% = 90,2\%.$$

Процентне зниження витрат палива автобусами, що працюють у експресному режимі, внаслідок зменшення частоти зупинок становить

$$\Delta T_{\text{чтз}} = 0,1 \times 90,2 \times 1,58 = 14,3\%.$$

Результати розрахунку процентного зниження витрат палива у варіантах експресного режиму руху з різною кількістю зупинок у порівнянні з існуючим позупинковим рухом автобусів зводимо до таблиці 3.13.

Як видно з результатів, наведених у таблиці 3.13, використання на маршруті експресного режиму руху дозволяє знизити витрати палива автобусами на перевезеннях пасажирів на величину від 10% до 15%. Ця величина є співрозмірною з надбавкою до базової лінійної норми витрати палива на пробіг автобуса при роботі у місті та при виконанні робіт, пов'язаних з частими технологічними зупинками для здійснення посадки на висадки пасажирів на обладнаних зупинках.

Таблиця 3.13 — Процентне зниження витрат палива при організації експресного режиму руху з різною кількістю зупинок

Кількість зупинок на експресному маршруті n_e	Частота зупинок на експресному маршруті ЧТЗ_e	Кількість зупинок на звичайному маршруті $n_{зв}$	Частота зупинок на звичайному маршруті $\text{ЧТЗ}_{зв}$	Процентне скорочення частоти зупинок $\Delta T, \%$	Процентне скорочення витрат палива $\Delta T_{\text{ЧТЗ}}, \%$
4	0,085	41	0,87	90,2	14,25
6	0,128			85,3	13,47
8	0,170			80,5	12,72
10	0,213			75,6	11,94
12	0,255			70,7	11,17
14	0,298			65,8	10,40

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВАРІАНТІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПРЕСНОГО РЕЖИМУ РУХУ НА МАРШРУТІ

Виконаємо економічне обґрунтування і вибір кращого з варіантів організації експресного режиму руху на маршруті №55. Оскільки на даний час маршрут обслуговується автобусами Богдан А092 у кількості 11 одиниць, Богдан А144 та Ікарус-256 у кількості по 2 одиниці та Ікарус-250 у кількості 1 одиниця, а у найбільш вимогливому до рухомого складу варіанті організації експресного режиму руху на маршруті достатньо 9 автобусів Богдан А092, то додаткові капітальні вкладення не потрібні.

4.1 Розрахунок собівартості перевезень

Розрахунок собівартості перевезень виконуємо на 1 км пробігу відповідно до Методичних рекомендацій визначення рівня тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту загального користування, затвердженими наказом Міністерства транспорту №461 від 25.06.2009 р.

Собівартість кілометра пробігу автобуса визначимо за формулою

$$c_{\text{км}} = Z_{\text{в}} + Z_{\text{р}} + C_{\text{т}} + C_{\text{см}} + C_{\text{то}} + C_{\text{ш}} + A + C_{\text{а}} + C_{\text{пр}}, \quad (4.1)$$

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

$Z_{\text{р}}$ — заробітна плата ремонтних робітників основна та додаткова, *грн.*;

$C_{\text{т}}$ — витрати на паливо, *грн.*;

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

$C_{\text{то}}$ — витрати на технічне обслуговування та ремонт автобусів, *грн.*;

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

A — амортизаційні відрахування, *грн.*;

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

$C_{\text{пр}}$ — інші витрати, *грн.*

Розрахунок заробітної плати водіїв наведений у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Розрахунок заробітної плати водіїв

Стаття	Тип автобуса
	Богдан А092
1. Основна заробітна плата (годинна тарифна ставка), <i>коп/год</i>	1934
2. Додаткова заробітна плата, <i>коп/год.</i> , у тому числі	667,23
– доплата за класність (25%)	485,50
– сплата відпусток (9,5%)	183,73
3. Заробітна плата основна та додаткова, <i>грн/год.</i>	26,01
4. Експлуатаційна швидкість, <i>км/год.</i>	23,5
5. Заробітна плата, <i>коп/км.</i>	110,70
6. Заробітна плата інженерно-технічних робітників та службовців (10% від фонду заробітної плати водіїв), <i>коп./км.</i>	11,07
7. Загальний фонд заробітної плати, <i>коп./км</i>	121,77
8. Єдиний внесок до фондів соціального страхування та пенсійного фонду (22,0%), <i>коп./км.</i>	26,79
Всього заробітна плата, <i>коп./км</i>	148,56

Розрахунок заробітної плати робітників, зайнятих на операціях ремонту рухомого складу, наведений у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 — Розрахунок заробітної плати ремонтних робітників

Стаття витрат	Тип автобуса
	Богдан А092
1. Річний пробіг автобуса, <i>км</i>	78224
2. Періодичність видів технічного обслуговування, <i>км.</i>	
ТО-1	5000
ТО-2	20000
3. Нормативи трудомісткості:	
ЩО, <i>чол-год</i> на одне обслуговування	0,70
ТО-1, <i>чол-год</i> одне обслуговування	5,50
ТО-2, <i>чол-год</i> одне обслуговування	18,00
ПР, <i>чол-год/1000 км</i>	5,50

Продовження таблиці 4.2.

Стаття витрат	Тип автобуса
	Богдан А092
4. Кількість обслуговувань на річний пробіг, <i>од.</i>	
ЩО	329
ТО-1	15
ТО-2	3
5. Трудомісткість робіт ТО та ПР, <i>чол.-год.</i>	
ЩО	229,95
ТО-1	86,05
ТО-2	70,40
ПР	420,23
Разом	816,63
6. Трудомісткість ТО та ПР на 1 км пробігу, <i>чол.-год.</i>	0,010
7. Годинна тарифна ставка ремонтних робітників (ІІІ розряд), <i>коп./год.</i>	1934
8. Розмір доплат і надбавок за високу професійну майстерність – 12%	232,08
9. Годинна тарифна ставка з доплатами і надбавками, <i>коп/год</i>	2166,08
10. Сплата відпусток (9,5%), <i>коп/год</i>	205,78
11. Всього годинна тарифна ставка з врахуванням доплат, надбавок і сплати відпусток, <i>коп./год.</i>	2371,86
12. Єдиний внесок до фондів соціального страхування та пенсійного фонду (37,66%), <i>коп./км.</i>	521,81
13. Всього годинний фонд заробітної плати ремонтних робітників з відрахуваннями на соціальне страхування, <i>коп./год.</i>	2893,67
14. Заробітна плата ремонтних робітників на 1 км пробігу, <i>коп./км</i>	28,94

Витрати на паливо автобусами визначимо за формулою

$$C_T = 0,01(1 + k_{\Sigma}) \cdot H_s \cdot \Pi_T, \quad (4.2)$$

де H_s — базова лінійна норма витрат палива на пробіг автобуса, л/100 км.

k_{Σ} — сумарний коригуючий коефіцієнт до базової лінійної норми витрат палива, %.

Π_T — вартість 1 л палива, грн/л.

Розрахунок витрат на паливо наведений у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 — Розрахунок витрат на паливо

Стаття	Тип автобуса
	Богдан А092
1. Лінійна норма витрат палива, л/100 км.	16,1
2. Додаткові витрати палива, %, у тому числі:	19,7
– за роботу в умовах міста на дорогах з складним планом	10,0
– за виконання роботи, пов'язаної з частими технологічними зупинками	8,0
– за роботу у зимових умовах (середньомісячна)	1,7
3. Вартість 1 л палива, грн/л	24,50
4. Витрати палива на 1 км пробігу, л	0,193
5. Витрати на паливо на 1 км пробігу, коп./км	472,85

Витрати на мастильні матеріали приймаємо у розмірі 13,9% від витрат на паливо. Для автобусів Богдан А092 $C_{CM} = 472,85 * 0,139 = 65,73$ коп./км.

Витрати на технічне обслуговування та ремонт визначаємо у відповідності до Нормативів витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт по базових марках автомобілів, затвердженими Наказом Міністерства транспорту від 14.11.1995 р [7]. Результати розрахунку наведені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 — Розрахунок витрат на технічне обслуговування та ремонт

Стаття	Тип автобуса
	Богдан А092
1. Витрати на запасні частини, грн/1000 км пробігу	44,96
2. Витрати на матеріали, грн/1000 км пробігу	58,88
3. Витрати на ремонт і матеріали, грн/1000 км пробігу	103,84
4. Витрати на ремонт і матеріали, коп./км.	10,38

Витрати на автомобільні шини визначимо за формулою

$$C_{\text{ш}} = \frac{Ц_{\text{ш}}}{L_{\text{ш}}}, \quad (4.3)$$

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

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

Розрахунок витрат на автомобільні шини наведений у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 — Витрати на автомобільні шини

Стаття	Тип автобуса
	Богдан А092
1. Кількість шин, одиниць	7
2. Тип та розмір шин	225R16C
3. Норма експлуатаційного пробігу шини, <i>тис. км.</i>	60
4. Вартість шини, <i>грн.</i>	2500
5. Витрати на автомобільні шини на 1 км пробігу, <i>коп/км.</i>	29,17

Амортизаційні відрахування на рухомий склад визначаємо виходячи з річної норми амортизаційних відрахувань 40% від балансової вартості. Результати розрахунку амортизаційних відрахувань наведені у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 — Розрахунок амортизаційних відрахувань

Стаття	Тип автобуса
	Богдан А092
1. Балансова вартість автобуса, <i>грн.</i>	116818
2 Річна норма амортизації, %	40
3. Річний пробіг автобуса, <i>км.</i>	78224
4. Амортизаційні відрахування на рік експлуатації, <i>грн.</i>	46727
5. Амортизаційні відрахування, <i>коп/км</i>	59,7

Витрати на заміну відновлення акумуляторних батарей автобусів визначимо за формулою

$$C_a = \frac{100 \cdot \Pi_{аб} \cdot n_{аб}}{H_{аб} \cdot I}, \quad (4.4)$$

де $\Pi_{аб}$ — вартість акумуляторної батареї, *грн.*;

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

$H_{аб}$ — експлуатаційна норма середнього ресурсу акумуляторної батареї, встановлена «Експлуатаційними нормами середнього ресурсу акумуляторних свинцевих батарей колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі», затверджених наказом Міністерства транспорту і зв'язку України №489 від 20.05.2006 року;

I — фактична інтенсивність експлуатації автомобільного транспортного засобу, *км/місяць*.

Розрахунок витрат на акумуляторні батареї автобусів наведений у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 — Розрахунок витрат на акумуляторні батареї

Стаття	Тип автобуса
	Богдан А092
1. Тип акумуляторної батареї	6СТ90
2. Кількість акумуляторних батарей	1
3. Місячний пробіг автобуса, <i>км</i>	6519
4. Норма середнього ресурсу акумуляторної батареї, <i>міс.</i>	18
5. Вартість акумулятора, <i>грн.</i>	2600
6. Витрати на акумулятори на 1 <i>км</i> пробігу, <i>коп./км</i>	2,22

Загальновиробничі витрати приймаємо за даними підприємства у розмірі 34% від суми всіх попередніх статей витрат:

$$C_{пр} = 0,34 \cdot 110,70 = 37,64 \text{ коп./км.}$$

Результати розрахунку собівартості перевезень наведені у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 — Собівартість виконання 1 км пробігу по статтях витрат

Стаття	Тип автобуса
	Богдан А092
1. Заробітна плата водіїв, <i>кон./км</i>	148,56
2. Заробітна плата ремонтних робітників, <i>кон./км.</i>	28,94
Продовження таблиці 4.8.	
Стаття	Тип автобуса
	Богдан А092
3. Витрати на паливо, <i>кон/км.</i>	472,85
4. Мастильні матеріали, <i>кон/км.</i>	65,73
5. Автомобільні шини, <i>кон/км.</i>	29,17
6. Ремонт і технічне обслуговування, <i>кон/км.</i>	10,38
7. Амортизація рухомого складу, <i>кон/км.</i>	59,70
8. Витрати на акумуляторні батареї, <i>кон./км</i>	2,22
9. Загальновиробничі витрати, <i>кон/км.</i>	37,64
Собівартість виконання 1 км пробігу, <i>кон.</i>	855,19

4.2 Розрахунок вартості проїзду пасажирів по варіантах маршрутів

Розрахунковий тариф на перевезення одного пасажирів визначимо за формулою

$$T = \frac{k_p \cdot c_{км} \cdot L_c}{q_p \cdot \gamma}, \quad (4.5)$$

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

L_c — середня дальність поїздки пасажирів, *км*. Ця величина залежить від варіанта організації експресних маршрутів;

q_p — номінальна пасажиромісткість автобуса, *пас*. Для автобуса Богдан А092 $q_p = 45$ пасажирів;

γ — коефіцієнт використання пасажиромісткості. За даними пасажирообстеження на маршруті приймаємо $\gamma = 0,534$.

Результати розрахунку тарифу на поїздку одного пасажир розраховуємо за всіма варіантами маршрутів з експресним режимом руху. Результати розрахунку зводимо до таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 — Розрахунок тарифу на поїздку одного пасажир по варіантах експресних маршрутів

Варі- ант марш- руту	Середня да- льність по- їздки паса- жира, L_c , км	Розрахунковий тариф на поїз- дку пасажир, T , грн.	Варі- ант мар- шруту	Середня да- льність по- їздки паса- жира, L_c , км	Розрахунко- вий тариф на поїздку паса- жира, T , грн.
1	23,5	9,61	17	19,2	7,86
2	22,9	9,37	18	17,4	7,12
3	20,7	8,47	19	20,0	8,19
4	19,7	8,06	20	16,8	6,88
5	19,4	7,94	21	19,3	7,90
6	22,3	9,12	22	19,4	7,94
7	21,0	8,59	23	15,7	6,43
8	20,1	8,23	24	18,2	7,45
9	19,1	7,82	25	17,5	7,16
10	21,8	8,92	26	16,7	6,84
11	18,9	7,74	27	16,1	6,59
12	17,1	7,00	28	18,6	7,61
13	19,5	7,98	29	17,9	7,33
14	16,3	6,67	30	16,2	6,63
15	18,8	7,70	31	17,2	7,04
16	19,6	8,02	32	16,38	6,70

Таким чином, для рентабельної роботи автобусів на маршруті вартість проїзду на ньому повинна складати від 6,50 грн. до 10 грн. У той же час, для беззбиткової роботи автобусів на маршруті вартість проїзду на ньому повинна складати від 5 грн. до 8 грн. Зауважимо, що маршрут створений, у першу чергу, для обслуговування мешканців Хортицького району. Аналізуючи марш-

рутну мережу міста Запоріжжя можна дійти висновку, що досягти Хортицького району з будь-якої зупинки маршруту, що у ньому не знаходиться, можна не більше ніж за одну пересадку. При цьому середня вартість поїздки з пересадкою складе 5 (до зупинки «Проспект Металургів») + 2,50 (від зупинки «Металургів» у бік Хортицького району чи навпаки) = 7,50 грн. Таким чином, конкурентними можна вважати лише ті варіанти організації експресного маршруту, вартість проїзду на яких не перевищує 5 грн. Рентабельні маршрути з огляду на це позначені у таблиці 4.9 напівжирним шрифтом. Беззбиткові маршрути з урахуванням вищесказаного позначені у таблиці 4.9 курсивом.

4.3 Розрахунок доходу та прибутку від виконання перевезень

Дохід від виконання перевезень визначимо за формулою

$$\Delta = \frac{Q_p}{k_{\text{ндс}}} \times T, \quad (4.6)$$

де Q_p — річний обсяг перевезень пасажирів на маршруті.

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

$$\Pi = \Delta - C. \quad (4.8)$$

У свою чергу, витрати від надання послуг з перевезення пасажирів, визначаємо за формулою

$$C = L_p \cdot c_{\text{км}}, \quad (4.9)$$

де L_p — річний пробіг автобусів на маршруті, *км.*;

$c_{\text{км}}$ — собівартість пробігу 1 *км* автобусом, *грн/км.*

Результати розрахунку доходу, витрат та прибутку за варіантами організації експресних маршрутів зводимо до таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 — Розрахунок доходу, витрат та прибутку за варіантами експресних маршрутів

Варіант маршруту	Річний обсяг перевезень пасажирів Q_p , пас.	Вартість проїзду T , грн.	Річний дохід на маршруті D , грн.	Річний пробіг автобусів на маршруті L_p , тис. км.	Річні експлуатаційні витрати C , грн.	Прибуток P , грн.
1	85045	9,50	807928	87,95	75214	732714
2	146000	9,25	1350500	147,14	125833	1224667
3	187610	8,50	1594685	170,91	146161	1448524
4	185785	8,00	1486280	161,07	137745	1348535
5	181405	8,00	1451240	154,88	132452	1318788
6	173010	9,00	1557090	169,79	145203	1411887
7	249295	8,50	2119008	230,39	197027	1921980
8	249660	8,25	2059695	220,84	188860	1870835
9	301855	7,75	2339376	253,72	216979	2122397
10	291270	9,00	2621430	279,44	238974	2382456
11	293460	7,75	2274315	244,09	208743	2065572
12	381790	7,00	2672530	287,31	245705	2426825
13	369745	8,00	2957960	317,30	271352	2686608
14	372300	6,75	2513025	267,06	228387	2284638
15	360255	7,75	2791976	298,06	254898	2537078
16	275210	8,00	2201680	237,38	203005	1998675
17	358795	7,75	2780661	303,16	259259	2521402
18	504065	7,00	3528455	385,98	330086	3198369
19	489465	8,25	4038086	430,81	368424	3669662
20	496035	6,75	3348236	366,73	313624	3034612
21	481800	8,00	3854400	409,22	349961	3504439
22	453330	8,00	3626640	387,03	330984	3295656
23	578525	6,50	3760413	399,72	341837	3418576
24	562465	7,50	4218488	450,50	385263	3833224
25	570495	7,25	4136089	439,36	375736	3760352
26	552975	8,75	4838531	406,40	347549	4490982
27	704085	6,50	4576553	498,86	426620	4149932

Продовження таблиці 4.10.

Варіант маршруту	Річний обсяг перевезень пасажирів Q_p , пас.	Вартість проїзду T , грн.	Річний дохід на маршруті D , грн.	Річний пробіг автобусів на маршруті L_p , тис. км.	Річні експлуатаційні витрати C , грн.	Прибуток Π , грн.
28	685470	7,50	5141025	561,09	479839	4661186
29	750075	7,25	5438044	590,86	505298	4932746
30	853735	6,50	5549278	608,65	520511	5028766
31	734745	7,00	5143215	556,15	475614	4667601
32	1035140	6,75	6987195	746,18	638126	6349069

4.4 Розробка рекомендацій щодо вибору найкращого варіанту організації експресного маршруту

Вибір найкращого варіанту організації перевезень при експресному режимі руху зробити складно, оскільки доводиться аналізувати значну кількість варіантів за умови багатокритеріальності: пасажир прагне менше сплачувати за проїзд, а перевізник прагне отримати максимальний прибуток від перевезень.

Для розв'язання оптимізаційних задач в умовах багатокритеріальності можна використати принцип оптимальності Парето, який формулюється таким чином: *будь-яка зміна, яка нікому не спричиняє збитків, а за деяким параметром дає покращення є покращенням*. Тобто, кожна з точок, що належать множині Парето, є найкращим рішенням з точки зору хоча б одного з критеріїв.

Для побудови множини Парето зобразимо у прямокутній системі координат множину псевдооптимальних значень у вигляді точок (рисунок 4.1). На цьому графіку по осі абсцис відкладаємо вартість проїзду пасажирів у зворотному порядку, по осі ординат — прибуток перевізника. Поруч з кожною точкою наведено номер варіанту організації експресного маршруту, якому вона відповідає.

Очевидно, найкращим буде рішення, яке знаходиться максимально правіше та вище у заданій системі координат. Тож, множину Парето утворюють точки, які відповідають варіантам організації експресного маршруту (позначені еліпсами) 32, 30, 23 та 27. При цьому варіант 32 є найкращим серед інших за критерієм прибутку перевізника, а варіанти 30, 23 та 27 — за критерієм вартості проїзду пасажирів.

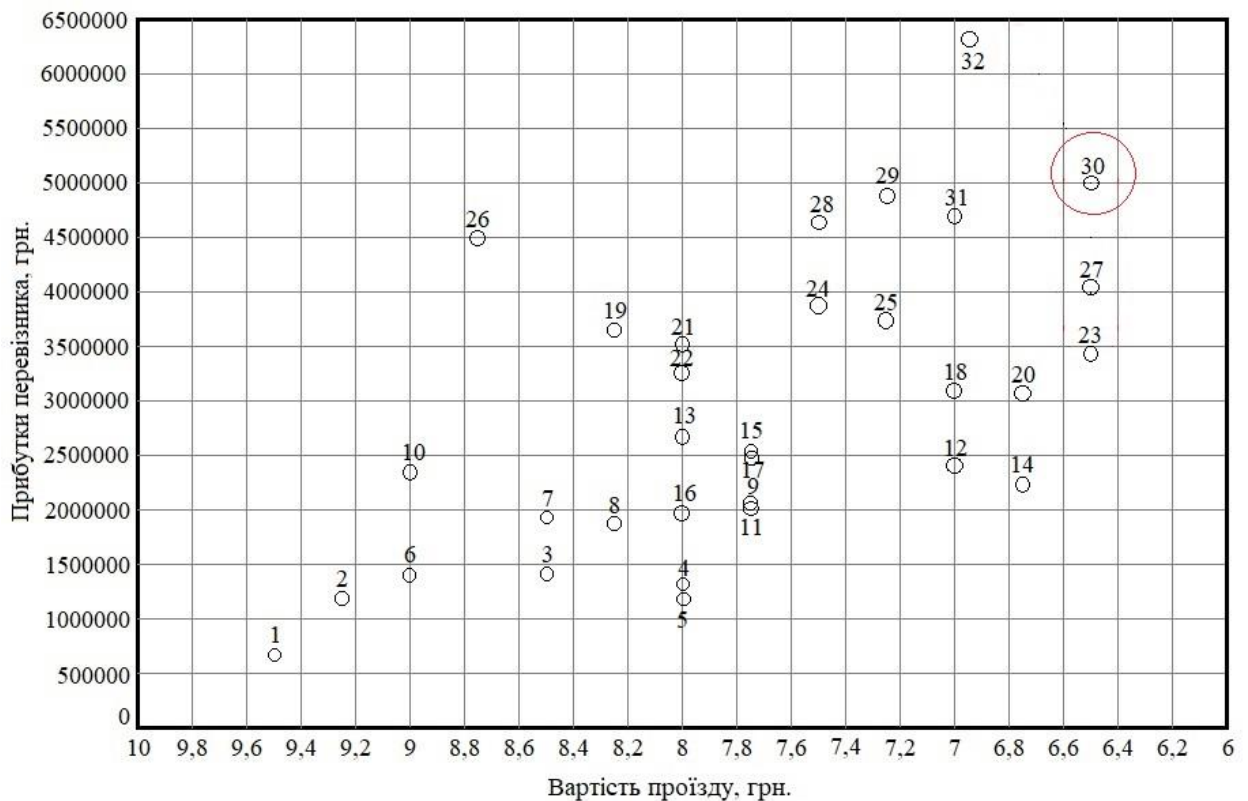


Рисунок 4.1 — Побудова множини Парето для вибору кращого варіанту організації експресного маршруту

З цієї множини можливих розв'язків компромісним є варіант 30, який, у відповідності до принципу Парето, слід визнати найкращим.

Тож, найкращим варіантом організації експресного маршруту є варіант з шістьма зупинками на трасі у прямому та зворотному напрямках:

1. вул. Рубана
2. вул. Новгородська
3. Універсам

4. пл. Фестивальна

5. пл. Базарна

6. Вокзал Запоріжжя-1

Цей варіант при річному обсязі перевезень пасажирів 853753 чоловік, вартості проїзду 6,5 грн. дає річний прибуток перевізнику ТДВ «Автопарк» у розмірі 5028766 грн. Маршрут має середню дальність поїздки пасажира 16,2 км. Для обслуговування маршруту необхідні 8 одиниць автобусів Богдан А092 загальною пасажиромісткістю 45 пасажирів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Тема магістерської роботи «Вибір раціональних параметрів експресного режиму руху на міському автобусному маршруті №55 міста Запоріжжя». У роботі використовується комп'ютерна техніка для складання і контролю графіка руху автобусів, обліку робіт з виконання технічного огляду і ремонту рухомого складу, обліку запасних частин, розглянемо заходи з охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях на робочих місцях працівників цього відділу.

5.1 Аналіз потенційних небезпек

В процесі роботи працівників відділу експлуатації при виконанні ними своїх обов'язків можуть виникнути такі потенційні небезпеки [8]:

- 1) ураження електричним струмом можливе від використовуваних електричних приладів (настільних ламп, вентиляторів у теплу пору року, кондиціонерів, встановлених у віконних проїмах) у випадку якщо вони знаходяться в неналежному стані, своєчасно не виконується ремонт та профілактика цих приладів, відсутності заземлення та неналежного стану електричної арматури (електричних розеток, вимикачів), комп'ютерної техніки (монітора, принтера, системного блоку);
- 2) підвищений рівень шуму та вібрації, якщо на стінах приміщення не передбачено звукопоглинаючих матеріалів, а вікна виходять на подвір'я з розташованою на ньому стоянкою автобусів, від працюючих двигунів автобусів може призвести до погіршення слуху працівників, а робота системних блоків ПК, принтерів та сканерів у приміщенні може призводити до втомлюваності, роздратованості та травм;
- 3) незадовільні умови мікроклімату у приміщенні можуть виникнути внаслідок підвищення його температури через виділення надлишкового тепла комп'ютерною технікою (монітором, системним блоком);

- 4) шкідливі випромінювання, серед яких інфрачервоне, ультрафіолетове, рентгенівське, а також електростатичні поля та електромагнітні хвилі, що виникають при роботі на комп'ютері, обладнаному монітором з електронно-променевою трубкою, можуть призвести до погіршення зору та головного болю працівників відділу експлуатації;
- 5) незадовільне природне та штучне освітлення робочих місць у приміщенні відділу експлуатації також може призвести до погіршення зору працівників;
- 6) потенційну небезпеку для працюючих на підприємстві становлять аварії техногенного характеру, найпоширеніша за них це пожежа, наслідками недостатньої поінформованості персоналу з діями у випадку виникнення надзвичайних ситуацій, відсутності плану евакуації та вогнегасників можуть бути серйозні травми, в тому числі опіки, отруєння чадним газом та навіть летальні випадки.
- 7) Через невелике планування в приміщенні, можливе травмування персоналу об тверді меблі.
- 8) пожежна небезпека, у приміщенні відділу експлуатації АТП знаходяться дерев'яні меблі (шафи, стільці, столи, тумби), офісне приладдя (пластикові накопичувачі, підставки для олівців, діркопробивачі тощо), зберігається та використовується значна кількість паперу та картону, є небезпека іскроутворення через перенавантаження в електромережі та накопичення пилу на електричному обладнанні.
- 9) ергономіка, на протязі 8-ми годинного робочого дня, може негативно впливати на нервову систему, а неправильне використання корисного простору у приміщенні та невідповідність ергономічним вимогам може призводити до напруження праці, травм та швидкої втомлюваності.
- 10) освітленість робочого місця з ПК, невідповідність освітленості нормативам може викликати яскравість(світлових поверхонь, відбитків, стелі) та перевищення норми коефіцієнту пульсації освітленості, це призводить до головного болю, швидкої втомлюваності, погіршення зору тощо.

5.2 Заходи з забезпечення безпеки

1. Для запобігання потрапляння працівників під електричну напругу передбачено захист діелектричними сітками заземлених конструкцій у приміщенні (радіатори опалення, водопровідні труби). Комп'ютер та периферійне обладнання мають живлення від загальної електромережі напругою 220 В промисловою частотою 50 Гц. Конструкція вилок обладнання передбачає захисне заземлення через кабелі живлення та розетки. У розетках живлення передбачене захисне заземлення згідно «Правил пристрою електроустановок» (ПУЕ). При підключенні використовується скрита проводка, розетки виконані з пожежонебезпечних матеріалів згідно вимог НПАОП 40.1–1.21–98 «Правила улаштування електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

2. Для запобігання іскроутворення слід рідше встромляти та виймати штепсельні розломи, для чого передбачені мережеві фільтри з автоматичними запобіжниками від перевантаження та кнопками включення з візуальною індикацією. Для запобігання накопичення пилу на внутрішніх та зовнішніх поверхнях системного блоку, монітора та периферійного обладнання (багатофункціонального пристрою, мережевого фільтра, обладнання локальної мережі зв'язку) один раз на рік передбачено проведення пиловидалення за допомогою пилососу з повним розбиранням системного блоку. Також передбачене щоденне виконання вологого прибирання з метою видалення пилу з зовнішніх поверхонь обладнання згідно вимог санітарних норм ДСанПіН 3.3.2.007–98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

3. Найбільшу шкоду здоров'ю людини, що працює за комп'ютером, несе електромагнітне випромінювання, що може призвести до головного болю або погіршення зору людини. Для запобігання погіршенню здоров'я операторів, що працюють за комп'ютером, передбачене встановлення у відділі експлуатації підприємства моніторів, які відповідають вимогам міжнародних нормативів безпеки ТСО03 «Ергономіка, екологія та безпека електронно-променевих та рідкокристалічних дисплеїв», що обмежує рівні полів до безпечних на відстані 30 см від поверхні монітора. Виключення дії шкідливого випромінювання моніторів можливе з застосуванням сучасних моніторів з рідкокристалічним дисплеєм.

4. Площа приміщення 46 м², розташоване на другому поверсі адміністративної будівлі, в ній встановлено два комп'ютери, що складаються кожний з системного блоку, монітора Samsung SyncMaster 957 DF з електронно-променевою трубкою, модему, миші, клавіатури. Також встановлений один багатофункціональний пристрій SCX 4200. Згідно Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин (наказ Держкомітету України з промислової безпеки, охорони праці і гірничого нагляду від 26.03.2010 р. №64) на одне робоче місце з ЕОМ повинна припадати площа не менше 6 м² та об'єм не менше 20 м³. Враховуючи висоту стелі приміщення 2,9 м норми щодо площі для розміщення двох ЕОМ виконуються. Згідно НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» конструкція робочих місць операторів ЕОМ забезпечує дотримання оптимальної робочої пози. Відстань між бічними поверхнями моніторів складає 3,5 м. Висота поверхонь робочих столів, на які покладено клавіатури, дорівнює 700 мм від підлоги. В якості робочих стільців використовуються крісла, що забезпечують поворот оператора, регулювання висоти та кута нахилу спинки. Крісла мають підлокітники довжиною 300 мм. Відстань між поверхнею монітору та очима операторів забезпечується у діапазоні 650–750 мм.

На рисунку 5.1 показана схема приміщення, цифрами позначені: 1 – стіл ПК; 2 – стілець; 3 – комп'ютер; 4 – принтер; 5 – стіл для зберігання документів; 6 – шафа; 7 – вогнегасник; 8 – аптечка; 9 – вікно; 10 – двері.

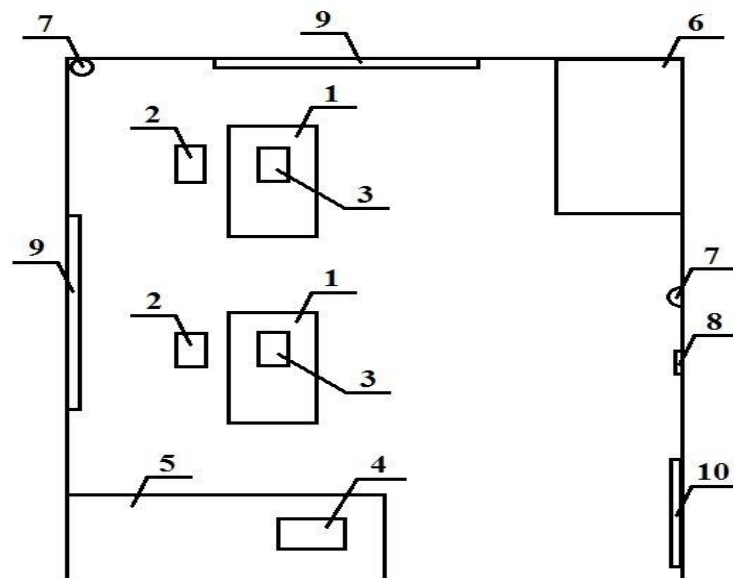


Рисунок 5.1 — Схема приміщення ТДВ «Автопарк»

5.3 Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці

1. Приміщення має природне освітлення, що забезпечується через скляні віконні пройми та штучне освітлення за допомогою світильників з люмінесцентними лампами типу ЛБ-20. Згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» у приміщенні забезпечується рівень природного освітлення з коефіцієнтом природної освітленості 1,5% при бічному освітленні. Штучне освітлення забезпечує освітленість робочих поверхонь столів у 200 лк при загальному освітленні і розряді зорової роботи III-IV. Скляні поверхні вікон регулярно протираються вологими ганчірками. Для регулювання рівня освітленості у приміщенні на вікнах встановлені вертикальні жалюзі.

2. Для запобігання погіршення слуху працюючих передбачено оздоблення стін приміщення звукопоглинаючими плитами з композитних матеріалів, а вікна — склопакетами, які забезпечують рівень шуму у приміщенні, що не перевищує 50 ДБА згідно норм, встановлених ГОСТ 12.1.003-83 ССБП «Шум. Загальні вимоги безпеки». Вібрація від працюючого обладнання у приміщенні, а також у суміжних ньому приміщеннях, не перевищує норм, встановлених ГОСТ 12.1.012-90 ССПБ «Вібраційна безпека. Загальні вимоги».

3. Для забезпечення норм мікроклімату передбачено облаштування природної вентиляції через відкриті вікна та центральну витяжну вентиляційну систему. Підтримання температури повітря у приміщенні здійснюється за допомогою штучного опалення (металеві радіатори) та кондиціонера (діапазон робочих температур від 18 до 28⁰С). Згідно вимог ГОСТ 12.1.005-88 ССБП «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» категорія робіт відноситься до легкої I-а, у приміщенні забезпечується оптимальна температура повітря 22-24⁰С в холодну пору року та 23-25⁰С в теплу пору року при відносній його вологості 60-40% та швидкості руху не більше 0,1 м/с.

5. Для зниження напруженості працівників та підтримки їх працездатності керівництвом підприємства встановлено регламентовані перерви для відпочинку при роботі на ЕОМ. Наказом по підприємству передбачено надання перерв тривалістю 15 хвилин після кожних 2 годин роботи на ЕОМ при 8-ми годинно-

му робочому дні. Приміщення відділу експлуатації обладнане аптечкою першої медичної допомоги.

5.4 Заходи з пожежної безпеки

Згідно СНіП 2.09.02–85* «Виробничі приміщення промислових підприємств. Норми проектування» приміщення відноситься до категорії В (пожежо-небезпечне).

Ступінь вогнестійкості адміністративної будівлі, у якій знаходиться приміщення – I та II (несучі та огорожувальні конструкції з залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів) згідно ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Для евакуації виробничого персоналу підприємства у випадку виникнення пожежі передбачені два евакуаційні виходи — маршовими сходами, що виходять у фойє центрального входу до приміщення та запасними сходами, розташованими у торці кожного з поверхів. Максимальна відстань між найбільш віддаленим робочим місцем та найближчим евакуаційним виходом складає 20 м.

У відповідності до вимог ДБН В.2.5–13–98* «Пожежна автоматика будинків і споруд» приміщення відділу експлуатації відноситься до першої групи приміщень за ступенем небезпеки розвитку пожежі. У відповідності до вимог Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин (наказ Держкомітету України з промислової безпеки, охорони праці і гірничого нагляду від 26.03.2010 р. №64) приміщення обладнане димовими пожежними сповіщувачами типу СПД-3 та переносними вуглекислотними вогнегасниками. Кількість переносних вуглекислотних вогнегасників для приміщення категорії В з класом можливої пожежі А тому що площа приміщення 46 м² складає 2 одиниці типу ВВК–3,5 згідно «Типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МНС України від 02.04.2004 №151 та НАПБ А.01.001-2014 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні». Проходи та підходи до вогнегасників, підвішених на стінах приміщення, забезпечують вільний доступ до них у випадку необхідності користування. Меблі, сертифіковані до продажу, вироблені з більш стійких до пожежі матеріалів та оброблені відповід-

ним лако-фарбовим покриттям, зайняття таких меблів вогнем потребує більше часу, тому збільшується час для евакуації персоналу.

5.5 Заходи з забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях

На автотранспортному підприємстві «Автопарк» найбільш імовірною надзвичайною ситуацією є виникнення пожежі. При цьому пожежа може виникнути як у адміністративних будівлях, так і на території стоянки та місць ремонту рухомого складу, пункту технічного обслуговування та автозаправній станції, оскільки на них зберігається значна кількість паливно-мастильних матеріалів.

Згідно вимог Правил пожежної безпеки в Україні для забезпечення евакуації людей з виробничих і адміністративних приміщень на кожному поверсі будівель передбачено вивішення планів евакуації з зазначенням напрямів руху і розташування евакуаційних виходів.

У випадку виникнення пожежі передбачений такий порядок дій персоналу [9]:

1) будь-який працівник підприємства, що виявив пожежу, повинен сповістити за телефоном 101 пожежну охорону, при цьому обов'язково слід вказати адресу розташування об'єкта, кількість поверхів у будівлі, поточний стан об'єкту на пожежі, наявність у зоні загоряння та задимлення людей. Крім того, слід повідомити пожежній охороні своє прізвище;

2) по можливості вжити заходів у першу чергу до евакуації людей з небезпечної зони і (або) надання постраждалим первинної медичної допомоги, локалізації або усунення пожежі первинними засобами пожежогасіння (підручними засобами, штатними вогнегасниками, піском чи водою в залежності від характеру пожежі), збереження матеріальних цінностей підприємства;

3) повідомити про пожежу керівництво підприємства або чергового диспетчера;

4) за необхідності викликати на місце пожежі медичну допомогу (за телефоном 103) для надання медичної допомоги постраждалим від пожежі.

Посадова особа, що прибула на пожежу (керівник підприємства, його заступники або черговий диспетчер) зобов'язана пересвідчитись, що виклик пожежної охорони здійснено (продублювати повідомлення про пожежу), поставити до відома власника підприємства. У разі загрози життю за здоров'ю людей вжити всіх можливих наявних заходів щодо їх рятування та евакуації, при цьому видаливши за межі небезпечної зони всіх працівників, що не мають відношення до гасіння пожежі. Виконання всіх видів робіт підприємства, окрім тих, що пов'язані з ліквідацією пожежі, припиняється.

Керівник підприємства зобов'язаний вжити заходів щодо зменшення поширення пожежі та димоутворення: вимкнути електричні мережі (окрім систем протипожежного призначення), зупинити працюючі технологічні апарати та агрегати, перекрити системи водопостачання, газопостачання, вимкнути вентиляційне обладнання. Крім того, необхідно перевірити спрацювання систем оповіщення персоналу про пожежу та протипожежного захисту.

Організувати зустріч загонів пожежної охорони, а після їх прибуття надати їм допомогу у найкоротшому проїзді до пожежі та підключення до стаціонарних засобів пожежогасіння. Одночасно слід вжити заходів щодо евакуації і захисту матеріальних цінностей підприємства.

5.6 Висновки з розділу охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях

В результаті виконання розділу «Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях» розроблено низку заходів щодо забезпечення безпечних умов праці робітників підприємства ТДВ «Автопарк», а саме:

1) для запобігання ураження працівників відділу експлуатації електричним струмом передбачене захисне заземлення згідно «Правил пристрою електроустановок», захищення діелектричними сітками заземлених конструкцій приміщення згідно НПАОП 40.1–1.21–98 «Правила улаштування електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»;

2) для зниження рівня шуму у приміщенні передбачено оздоблення стін приміщення шумопоглинальними плитами, а вікон – склопакетами згідно ГОСТ 12.1.003–83 ССБП «Шум. Загальні вимоги безпеки»;

3) для підтримання температури у приміщенні у теплу і холодну пору року у межах, встановлених санітарними нормами ГОСТ 12.1.005–88 ССБП «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони», передбачено штучне водяне опалення та встановлення кондиціонера;

4) для зменшення шкідливого впливу електромагнітного випромінювання моніторів ЕОМ передбачено встановлення моніторів, що відповідають екологічним вимогам міжнародних норм ТСО-03 та ДСанПіН 3.3.2.007–98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» або рідкокристалічних моніторів, що виключають дію цього шкідливого виробничого фактору;

5) для запобігання погіршення здоров'я працюючих через недостатнє освітлення передбачено періодичне очищення поверхонь скляних віконних проїм від пилу та бруду, встановлення вертикальних жалюзі для регулювання рівня освітленості та запобігання блискоті на екранах моніторів ЕОМ згідно ДБН В.2.5–28–2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення»;

6) для тушіння пожежі у випадку її виникнення передбачено встановлення вуглекислотних вогнегасників типу ВВК-3,5 у кількості 2 одиниць. Розроблені заходи щодо дій виробничого персоналу підприємства у випадку виникнення пожежі у адміністративних будівлях, виробничих приміщеннях або на території автотранспортного підприємства згідно НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі на підставі результатів обстеження пасажиропотоків на міському автобусному маршруті №55 ТДВ «Автопарк» виконано обґрунтування введення на ньому експресного режиму сполучення.

Для зупиночних пунктів маршруту звичайного режиму руху проведено аналіз пасажирообороту зупиночних пунктів, розраховано коефіцієнти транзитності пасажирів через зупинку та коефіцієнта зміни пасажиропотоку. В результаті з 21 зупинки загального режиму відібрані 7 зупинок, що є кандидатами для включення їх до експресного режиму руху. Кількість комбінацій експресних маршрутів за такої кількості зупинок з урахуванням включення або не включення зупинки до експресного режиму складає 32.

На підставі пасажирообороту зупинок звичайного режиму на ЕОМ розрахована міжзупинкова матриця пасажирських кореспонденцій. Вона була використана для визначення розрахункових міжзупинкових матриць пасажирських кореспонденцій кожного з розглядуваних варіантів, які з урахуванням довжини перегонів маршруту дають можливість визначити обсяг перевезень пасажирів та середню дальність поїздки пасажирів.

Для обґрунтування найкращого варіанту організації експресного режиму руху була виконана калькуляція собівартості перевезень з використанням автобусів Богдан А092 пасажиромісткістю 45 пасажирів. Також визначені вартість проїзду пасажирів (з 15% рентабельністю перевезень), доходи та прибуток перевізника.

З використанням методу багатокритеріальної оптимізації — методу Парето визначений компромісний варіант між інтересами перевізника та пасажирів. Цей варіант включає такі зупиночні пункти: вул. Рубана – вул. Новгородська – Універсам – пл. Фестивальна – пл. Базарна – Вокзал Запоріжжя-1. Згідно нього перевізник отримує річний прибуток від надання послуг з перевезення пасажирів на маршруті 5028766 грн. при вартості проїзду пасажирів 6,50 *грн*. Середня дальність поїздки за цим варіантом дорівнює 16,2 *км*.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. *Спирин И. В.* Перевозки пассажиров городским транспортом : справочное пособие / И. В. Спирин. — М. : ИКЦ «Академкнига», 2004. — 413 с.
2. *Варелопуло Г. А.* Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Г. А. Варелопуло. — М. : Транспорт, 1990. — 208 с.
3. Методика выявления резервов экономии топлива в мероприятиях по организации городских и пригородных пассажирских перевозок. — М. : Минавтотранс РСФСР, 1984. — 41 с.
4. *Ефремов И. С.* Теория городских пассажирских перевозок / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. — М. : Высшая школа, 1980. — 535 с.
5. *Артынов А. П.* Автоматизация процессов планирования и управления транспортными системами / А. П. Артынов, В. В. Скалецкий. — М. : Транспорт, 1982. — 280 с.
6. *Миротин Л. Б.* Логистика: общественный пассажирский транспорт / Л. Б. Миротин. — М. : Экзамен, 2003. — 224 с.
7. Норми витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт по базових марках автомобілів. — К.: Міністерство транспорту України. Департамент автомобільного транспорту, 1995. — 14 с.
8. *Зеркалов Д. В.* Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навч. посібник / Д. В. Зеркалов. — К. : Основа, 2011. — 551 с.
9. *Шоботов В. М.* Цивільна оборона: Навчальний посібник. — К. : Центр навчальної літератури, 2006. — 438 с.