



ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ



КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

«Моделювання привабливості міської пасажирської мережі м.
Кропивницького у ПП «Олікс» м. Кропивницький»

Виконав:

магістрант групи

ТТ-21М
(шифр групи)

(підпис)

Ігор ЛУКАШУК
(ім'я та прізвище)

Керівник:

К.Т.Н. , доц.
(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Сергій ЛИСЕНКО
(ім'я та прізвище)

Консультант з питань охорони праці:

К.Т.Н. , доц.
(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Олег БЕВЗ
(ім'я та прізвище)

«ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри:

К.Т.Н. , доц.
(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Сергій МАГОПЕЦЬ
(ім'я та прізвище)

«__» _____ 2022 р.

Рецензент:

_____,
(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«__» _____ 2022 р.

Кропивницький – 2022 р.

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський) рівень вищої освіти

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Освітньо-професійна програма: «Транспортні технології (автомобільний транспорт)»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри «Експлуатація та ремонт машин»

_____ Сергій МАГОПЕЦЬ
«__» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

_____ Лукашуку Ігорю Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Моделювання привабливості міської пасажирської мережі м. Кропивницького у ПП «Олікс» м. Кропивницький»

керівник роботи Лисенко Сергій Володимирович, канд. техн. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові) (науковий ступінь) (вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «17» 08 2022 року
№29-13

2. Строк подання здобувачем роботи «30» листопада 2022 року.

3. Вихідні дані до роботи : Матеріали науково-дослідної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Розділ 1 Проаналізувати ефективність роботи пасажирського транспортного підприємства ПП "Олікс" м. Кропивницький. Проаналізувати стан організації пасажирів в містах та методи перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах. Обґрунтувати вибір мети, об'єкту, предмету досліджень та основних завдань.

4.2 Розділ 2 Обґрунтувати привабливість маршрутів міського пасажирського транспорту. Дослідити модель процесу вибору пасажиром маршруту міського пасажирського транспорту. Дослідити зв'язки між факторами і результативною ознакою об'єкту дослідження.

4.3 Розділ 3 Розробити методику визначення стратегії поведінки пасажирів при виборі маршруту. Визначити метод моделювання привабливості маршрутів в

міському пасажирському транспорті. Розробити методики математичного планування експерименту та проведення обстежень фактичного перерозподілу пасажиропотоків на маршрутах міського пасажирського транспорту..

4.4 Розділ 4 Визначити закономірність перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах. Провести аналіз результатів моделювання перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах.

5. Перелік ілюстративного матеріалу _____

ГРАФІК ВИКОНАННЯ ЕТАПІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	РОЗДІЛ 1	15.10.2022	
2	РОЗДІЛ 2	29.10.2022	
3	РОЗДІЛ 3	11.10.2022	
4	РОЗДІЛ 4	25.10.2022	
5	Ілюстративний матеріал	30.11.2022	

Магістрант _____
(підпис)

Ігор ЛУКАШУК
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Сергій ЛИСЕНКО
(ім'я та прізвище)

Реферат

Магістерська робота складається з пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу.

Пояснювальна записка має 90 сторінок тексту формату А4, 22 рисунки, 7 таблиць, 24 використані джерела по переліку посилань.

Мета роботи: підвищення точності існуючих закономірностей перерозподілу пасажиропотоків на міських автобусних маршрутах.

Об'єкт дослідження: є процес формування вибору пасажирами маршруту міського пасажирського транспорту.

Предмет дослідження: закономірності перерозподілу пасажиропотоків на міських автобусних маршрутах в залежності від параметрів роботи міського маршруту.

Завдання, які необхідно вирішити в процесі виконання роботи такі:

- провести аналіз існуючих методів визначення привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту;
- виявити фактори, що впливають на привабливість маршрутів міського пасажирського транспорту;
- провести експериментальні дослідження та анкетування користувачів міського пасажирського транспорту;.
- розробити математичну модель визначення привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту.

Робоча гіпотеза: перерозподіл пасажиропотоків на міських маршрутах залежить від ряду техніко-експлуатаційних і техніко-економічних показників, які відображають рівень комфорту та якість транспортних послуг.

Ключові слова: міський пасажирський транспорт, перерозподіл пасажиропотоків, моделювання, функція привабливості маршруту, показники якості, стратегія вибору маршруту.

ЗМІСТ

Вступ	
1 Сучасний стан організації перевезень пасажирів у містах.....	
1.1 Актуальність та обґрунтування вибору теми вибору теми магістерської роботи.....	
1.2 Сучасні підходи моделювання процесу перевезень пасажирів на міському пасажирському транспорті	
1.3 Аналіз методів перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах..	
1.4 Висновки по розділу 1, мета, завдання та робоча гіпотеза дослідження перерозподілу пасажиропотоків	
2 Теоретичне обґрунтування дослідження привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту	
2.1 Структура об'єкту дослідження	
2.2 Теоретичне обґрунтування привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту.....	
2.3 Модель процесу вибору пасажиром маршруту міського пасажирського транспорту.....	
2.4 Встановлення зв'язків між вхідними факторами і результуючою ознакою Y	
Висновки по розділу.....	
3. Методика дослідження привабливості міської пасажирської мережі.....	
3.1 Методика визначення стратегії поведінки пасажирів при виборі маршруту	
3.3 Методика математичного планування експерименту.....	
3.4 Методика проведення обстежень фактичного перерозподілу пасажиропотоків.....	
Висновки по розділу	
4 Експериментальні дослідження закономірності перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах	

4.1	Результати анкетування визначення стратегії пасажирів при виборі маршруту.....
4.2	Результати обстежень вибору пасажирів маршруту міського пасажирського транспорту
4.3	Аналіз результатів моделювання перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах.....
	Висновки по розділу
	Висновки
	Список використаних джерел.....
	Додаток А.....
	Додаток Б.....

ВСТУП

Транспорт є однією з ключових галузей будь-якої держави. Обсяг транспортних послуг багато в чому залежить від стану економіки країни. Сам транспорт часто стимулює підвищення рівня активності економіки. Він дає можливість розширити масштаби виробництва, тобто зв'язати виробництво й споживачів. Особливе місце транспорту в сфері виробництва складається в тому, що з одного боку транспортна промисловість становить самостійну галузь виробництва, а з іншого – є продовженням процесу виробництва. Особливе місце серед різних видів транспорту займає автомобільний. Він найбільш мобільний по своїй природі й менше залежить від зовнішніх факторів. В Україні, автомобільний транспорт займає провідне місце по обсягах перевезень пасажирів.

Організація перевезень пасажирів міським транспортом має велике значення в розвитку і функціонуванні будь-якого міста. Проблемою міського пасажирського транспорту є підвищення ефективності та продуктивності автомобільного транспорту загального користування. На продуктивність міського транспорту впливає: незадовільний розвиток маршрутної мережі міста; нераціональне використання транспорту загального користування; недостатня якість транспортного обслуговування; зменшення транспортних одиниць на маршрутах; недосконалість системи швидкісних та експресних автобусних маршрутів у містах. Перед розв'язанням проблем ефективності пасажирських перевезень в місті Кропивницький поставлені завдання: визначення розподілу пасажиропотоку, обирання маршрутів пересування пасажирів, покращення рівня техніко-експлуатаційних показників роботи транспортних засобів, збільшення ефективності використання рухомого складу, збереження лідируючих позицій на ринку транспортних послуг.

Планувати технологічний процес перевезення пасажирів неможливо без даних про розподілення пасажиропотоку. Не дивлячись на значні обсяги перевезень, досягнуті кількісні та якісні показники все ще не співпадають з

техніко-економічними можливостями міської транспортної системи. Збільшення чисельності населення через біженців зі східних та південних регіонів та через обмеженість використання особистого транспорту (через паливно-енергетичні й фінансові проблеми), не завжди вчасно задовольняються потреби населення в перевезеннях, тому пасажирам подовгу доводиться чекати транспортні засоби. Одним з найбільш прийнятних методів оцінки ефективності функціонування міського пасажирського транспорту є раціональне використання економічних і трудових ресурсів із застосуванням методів моделювання процесів перевезень. Методи моделювання міських пасажирських перевезень дозволяє найбільше ефективно оцінювати різні наслідки зміни параметрів маршрутної мережі. Вони значно дешевші й ефективніші, ніж оцінка параметрів її функціонування за допомогою дослідного впровадження різних варіантів маршрутної мережі. Одним з ключових елементів моделювання роботи міського пасажирського транспорту є встановлення закономірностей перерозподілу пасажиропотоків на міських пасажирських маршрутах.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ У МІСТАХ

1.1 Актуальність та обґрунтування вибору теми магістерської роботи

Пасажи́рський транспорт – це частина єдиної транспортної системи. Пасажи́рський транспорт має як економічне, так і соціальне значення для суспільства. Сучасна ситуація, що виникла в галузі міських пасажирських перевезень характеризується наявністю великого ряду проблемних питань. Одним з найбільш прийнятних методів оцінки ефективності функціонування міського пасажирського транспорту (МПТ) із погляду використання економічних і трудових ресурсів є моделювання процесу його роботи. Використання методів моделювання міських пасажирських перевезень дозволяє найбільше ефективно оцінювати різні наслідки зміни параметрів маршрутної мережі. При цьому можливо одержання результатів задовольняючої заданої точності. У той же час моделювання функціонування МПТ значно дешевше й ефективніше, ніж оцінка параметрів її функціонування за допомогою дослідного впровадження різних варіантів маршрутної мережі. Одним з ключових елементів моделювання роботи міського пасажирського транспорту є встановлення закономірностей перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах. Проблема визначення пасажиропотоків по маршрутах мережі при моделюванні міської пасажирської транспортної системи є на сьогоднішній день однією із самих актуальних і є менш вивченою. Існуючі моделі розподілу пасажиропотоків вирішують питання вибору пасажиром того або іншого шляху пересування залежно від інтегральних показників пересування, таких як сумарний час очікування, час пересування в транспорті, кількість пересаджень, інтенсивність руху, вид транспорту, рівня заповнення салону. Значимість цих факторів відзначалася в багатьох роботах, присвячених опитуванням пасажирів про перевагу вибору шляху пересування. Однак ці дослідження в основному

проводяться не періодично та не враховували величину вартості проїзду у транспорті. Для дослідження закономірностей перерозподілу пасажиропотоків необхідне уточнення впливу техніко-експлуатаційних і техніко-економічних показників роботи маршрутів на ймовірність вибору маршруту пасажиром для здійснення поїздки. Функції привабливості маршрутів повинні бути побудовані так, щоб відображати ті фактори, які будь-який пасажир суб'єктивно може сприймати при оцінці варіанту пересування.

Таким чином, дослідження перерозподілу пасажиропотоків на маршрутах міського пасажирського транспорту є безумовно актуальною науковою задачею важливого практичного значення. В процесі її вирішення мають ширше бути використані заходи удосконалення організації міських пасажирських перевезень.

1.2 Сучасні підходи моделювання процесу перевезень пасажирів на міському пасажирському транспорті

На основі проведеного аналізу літературних джерел можна виділити єдину організаційну структуру моделі функціонування міського пасажирського транспорту (МПТ). Основними елементами моделі МПТ є моделі транспортної мережі, маршрутної мережі, потреби пасажирів у перевезеннях і розподіл пасажиропотоків по маршрутах мережі міста.

Модель транспортної мережі призначена для опису вулично-дорожньої мережі (ВДМ) міста, по якій можливий рух транспортних засобів (ТЗ) міського пасажирського транспорту. Модель будується на основі теорії графів. Вона представляє собою граф, у якому вершинами є центри транспортних районів, кінцеві зупинки або перетинання вулиць. Ребрами графа є ділянки ВДМ по яких можливий рух ТЗ загального користування. Моделі транспортної мережі можна розділити на два типи, які відрізняються по кількості дуг між кожною парою транспортних районів. До першого типу відносяться моделі з єдиною дугою між суміжними парами вершин, які застосовуються при моделюванні

міських пасажирських перевезень у містах з одним видом міського пасажирського транспорту, найчастіше автобусним. До другого класу ставляться моделі з безліччю дуг між суміжними вершинами графа транспортної мережі, кожна з яких описує зв'язку відповідного їй виду МПТ. Кращим є другий підхід до опису транспортної мережі міста. При цьому методі представлені транспортної мережі не виникає труднощів з моделюванням маршрутної мережі, у якій є присутнім декілька видів МПТ.

Модель функціонування маршрутної мережі являє собою опис трас маршрутів і їхніх провізних можливостей. Траса маршруту може бути представлена у вигляді переліку вершин графа транспортної мережі, через які він проходить. До параметрів, що характеризують провізні можливості маршруту відносяться такі показники, як довжина маршруту, час руху в прямому й зворотному напрямках, кількість і марка працюючих на маршруті ТЗ. Використання цих показників забезпечує легкий розрахунок інших параметрів маршруту. Через те, що елементи маршрутної мережі впливають на всі інші елементи маршрутної системи, завдання маршрутизації має першочергову роль у плануванні й організації роботи системи міського пасажирського транспорту в цілому. У роботах присвячених моделюванню маршрутної мережі завдання формування схеми маршрутів представляється як визначення таких трас і провізних можливостей маршрутів, які забезпечують мінімальне або максимальне значення функціонала прийнятого в якості критерію оцінки її ефективності. При рішенні задач маршрутизації обов'язковими є умови виконання вимог, які забезпечують достатній рівень транспортного обслуговування населення: всі транспортні райони і ділянки вулично-дорожньої мережі, по яких здійснюється рух МПТ, повинні бути охоплені маршрутами сформованої маршрутної мережі.

Існує багато методик формування маршрутної мережі серед яких можна виділити три найбільш характерні групи: емпіричний підхід, математична оптимізація, евристичні методи.

Емпіричний підхід заснований на використанні досвіду транспортних

працівників, нормативних документів, стандартів транспортного обслуговування. У цьому методі використовуються спрощені моделі розподілу пасажиропотоків по маршрутній мережі. Використання цього методу обмежене через те, що може бути розглядається незначна кількість варіантів маршрутної мережі. При цьому обрана маршрутна мережа може бути не близька до оптимальної. На практиці цей підхід використовується при маршрутизації в малих населених пунктах або при маршрутизації окремих районів міст.

Математична оптимізація, заснована на теорії математичного програмування дозволяє формувати таку маршрутної мережі, яка забезпечує оптимальне значення обраного критерію. Досягнення оптимального рішення повинне забезпечуватися більшою кількістю конкурентних маршрутів, незалежністю від існуючої маршрутної мережі і, можливо, частковим використанням точних методів математичної оптимізації. Теоретична обґрунтованість методики маршрутизації передбачає внутрішню погодженість алгоритму, логічність виконуваних дій і використання знань сучасної науки про МПТ. Прийнята гіпотеза взаємодії пасажирів при виборі шляху пересування повинна відповідати сучасним уявленням про взаємодію людини в транспортній системі. Результати обстежень пересувань населення, які проведені в нашій країні й за кордоном, дозволяють зробити висновок про можливий характер процедури вибору шляху пересування пасажирів при здійсненні пересувань і природно, що при формуванні маршрутної мережі міст обласного масштабу не можна обмежувати однозначністю шляхів пересування між кожною парою транспортних районів міста.

До найпоширеніших методів маршрутизації можна віднести евристичні методи. Вони займають проміжне місце між емпіричним підходом і математичною оптимізацією. У цих способах використовуються систематичні процедури для формування й удосконалення маршрутів. Складність проблеми в цілому скорочується за рахунок її декомпозиції на компоненти. У рамках кожного компонента утворюється раціональне, а іноді й оптимальне рішення, за даних обмежень. Складність завдання значно скорочується за рахунок обмеження

кількості взаємодій між компонентами розрахунку. Використання ПК дозволяє розглянути велику кількість варіантів маршрутної мережі і вибрати той варіант мережі, що забезпечує ефективність роботи МПТ. Початок розробки евристичних алгоритмів маршрутизації вченими в нашій країні поклав метод НІІАТ, що одержав найбільше поширення. Ця методика одержала свій подальший розвиток у роботах вчених, які розширили можливості її застосування, за рахунок збільшення розмінностей розглянутої топологічної схеми, скорочення часу розрахунку за рахунок використання ПК, включення в нього нових перспективних маршрутів. Серед цих робіт великий інтерес для формування маршрутної мережі міст представляють роботи Долі В.К., Горбачова П.Ф., Ауліна В.В., Ольховського С.Ю., Коцюка А. Я., Штанова В.Ф. У цих роботах розглядаються питання підвищення ефективності маршрутної системи МПТ із урахуванням всіх наявних у місті видів масового міського пасажирського транспорту й вони відповідають основним вимогам. В дослідженнях Коцюка А.Я. збільшений діапазон розглянутих маршрутів мережі за рахунок включення в множину конкурентних маршрутів тих шляхів пересування між кінцевими пунктами, час пересування, по яких відрізняється від мінімального не більше ніж на певне значення.

У роботах Горбачова П.Ф. процес формування раціональної маршрутної мережі проводиться доти, поки не буде отримане очікуване значення цільової функції. Цільова функція маршрутизації, відповідно вихідних даних, визначає суму витрат на експлуатацію транспорту за розглянутий період і вартісну оцінку наслідків транспортного процесу (зниженням продуктивності праці пасажирів на основному виробництві внаслідок транспортної стомлюваності).

У роботах Ауліна В.В., раціональна маршрутна мережа повинна забезпечувати можливість вибору пасажирями декількох альтернативних варіантів задоволення потреби в пересуванні, які незначно відрізняються від найкоротшого за часом між пунктами відправлення й призначення. Ця вимога дозволяє знизити значення коефіцієнта заповнення салонів транспортних засобів на маршрутах МПТ і скоротити витрати часу руху в транспорті.

У результаті огляду літературних джерел проведений аналіз переваг і недоліків методів маршрутизації.

Модель потреби пасажирів у пересуваннях звичайно представляється у вигляді матриці кореспонденцій. Для її одержання використовують два підходи. Перший підхід базується на проведенні натурних обстежень пересувань і дозволяє одержати максимально достовірну інформацію про трудові пересування. У другому підході використовують різні теоретичні моделі розселення. Другий підхід найбільш кращий. Це пояснюється тим, що він вимагає значно менших працевтрат для збору вихідної інформації й проведення розрахунку матриці кореспонденцій у порівнянні з методами, заснованими на натурних спостереженнях.

Модель розподілу пасажиропотоків по маршрутній мережі призначена для прогнозування розмірів пасажиропотоків на маршрутах, і дозволяє визначити обсяг перевезень по кожній ділянці маршруту. Цей процес є найменш вивченим і становить великий інтерес для вчених. Найбільше поширення на практиці одержали дві основні моделі розподілу пасажиропотоків по маршрутній мережі. Перша модель припускає розподіл кореспонденцій по єдиному найкоротшому шляху пересування, заданому тривалістю часу пересування. Ця гіпотеза дає однозначний розподіл пасажиропотоків, однак, не враховує ймовірного його характеру, можливості вибору пасажиром різних шляхів сполучення по привабливості різних видів МПТ, різної вартості проїзду, різного рівня комфорту поїздки пасажирів. Друга модель перерозподілу пасажиропотоків по маршрутній мережі базується на ймовірнісному характері процедури вибору пасажиром шляху пересування. При цьому варіанті, завдання розподілу пасажиропотоків на маршрутній мережі зводиться до визначення ймовірності вибору пасажиром кожного з альтернативних шляхів пересування. Розглядати, у якості альтернативних, всю безліч шляхів пересування між кожною парою транспортних районів дуже важко, і не завжди має сенс, оскільки гірші із цих шляхів навряд чи будуть використовуватися пасажиром. Для спрощення розрахунків доцільно

розглядати частину шляхів пересування між парою районів. При цьому розглядаються тільки ті варіанти шляху пересування, які відрізняються від найкоротшого на певне значення показника, що характеризує труднощі, (кількість пересаджень, дальність або час пересування і т.п.). У цьому випадку передбачається рівна перевага шляхів пересування з області згладжування. Існує також підхід до визначення шляху пересування пасажирів, заснований на психофізичному законі Вебера-Фенхера, що визначає залежність зміни реакції людини на зміну величини подразника. Як основні приймалися такі параметри шляху руху як час пересування, кількість пересаджувань і вартість проїзду. Відзначимо, що створення загальної моделі розподілу пасажиропотоків по маршрутній міській мережі може привести до негативних результатів. Для цього необхідно розбити процедуру визначення пасажиропотоків на маршрутної мережі на ряд етапів. В етапах процес вибору шляху пересування досить добре вивчений. Також потрібно визначити завдання моделювання й точність рішення, а потім визначити який метод розподілу пасажиропотоків задовольняє висунутим вимогам.

1.3 Аналіз методів перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах

Переміщення пасажирів – це складний процес, для нормальної організації якого необхідно враховувати значну кількість факторів, що впливають в тому або іншому ступені на перевезення. Для оцінки організації транспортних послуг з перевезення пасажирів необхідно використовувати відповідні показники, що адекватно характеризують послугу. Ці показники повинні відображати вимоги пасажирів до даної послуги. Тому перевізник, формуючи відповідну підсистему показників якості транспортних послуг, повинен виходити з інтересів пасажирів.

З погляду пасажирів вибір певного маршруту з двох або більше варіантів обумовлюється привабливістю того або іншого маршруту міського

пасажирського транспорту. Цей вибір можна назвати випадковим, при ньому пасажир фіксує фактори, привласнює їм певну «вагу» та приймає рішення на користь того маршруту, що має найбільшу привабливість. Існує багато дослідницьких робіт в цій галузі, в яких автори враховують ті чи інші фактори. Так Цибулка вважає, що пасажир в ході поїздки до місця роботи вибирають маршрути в залежності від наступних факторів:

- витрат часу на пересування;
- вартості проїзду;
- безпеки руху;
- умов комфорту при здійсненні поїздки.

Витрати часу населення на поїздки від місця проживання до місця роботи - «від дверей до дверей» - важливий критерій оцінки якості пасажирських перевезень у містах.

З метою більш повного аналізу витрат часу на поїздки їх необхідно ділити на наступні категорії:

- час на підхід від будинку до зупинки;
- час на очікування ТЗ;
- час поїздки, включаючи пересадження;
- час на підхід від зупинки до місця роботи.

Отримані залежності між: часом поїздки й чисельністю населення міста; між відстанню від місця проживання до місця роботи й чисельністю населення міста; проведена залежність між зміною пасажиропотоків залежно від часу й дальності поїздки.

Категорія комфорту в системі МПТ визначається комплексом факторів, застосовуваних технічних засобів та технологій, що впливають на фізичний і психофізичний стан пасажирів у процесі їхнього пересування. Якщо категорії часу й безпеки руху є об'єктивно оцінюваними категоріями та розуміються однозначно, щодо категорії комфорту цього не можна сказати.

Специфіка МПТ із погляду комфорту визначається головним чином наступними обставинами. У системі МПТ комфорт розуміють як зручність всієї

поїздки - «від дверей до дверей», а не тільки при перебуванні пасажира у відповідному виді транспорту. Середній час поїздки до місця роботи, що зростає зі збільшенням населення міста. Відношення часу поза транспортним засобом до загального часу поїздки в системі МПТ набагато вище, ніж у залізничного або міжміського автобусного транспорту. Щоденне кількаразове користування системою МПТ. Висока нерівномірність процесу перевезень пов'язана з нерівномірною концентрацією транспортних засобів і пасажирів на певних ділянках системи МПТ, і як наслідок перевантажують ТЗ. Переповнення ТЗ при поїздках до місця роботи впливає на працездатність пасажирів, особливо протягом першої години роботи. Можна сказати, що дискомфорт у системі МПТ підвищує психологічну й фізичну втоми пасажирів. Отже, ступінь якості, що називають комфортом, варто було б вимірювати ступенем психологічної й фізичної втоми.

При дослідженні проблеми комфорту в системі МПТ необхідно розділити комплекс комфорту на окремі ознаки, обумовлені та залежні від конкретного рішення системи МПТ у цілому або її частини. Очевидно, що окремі ознаки комфорту з погляду пасажирів будуть мати різну вагу. Деякі ознаки будуть важливі для всіх пасажирів, інші - тільки для певної їх категорії. Можна сказати, що пасажир розуміє комфорт у системі МПТ по-різному, і що кожний пасажир має своє власне визначення комфорту. На основі приватних характеристик комфорту на МПТ можливо поділити комфорт на дві підкатегорії. Перша підкатегорія охоплює характеристики, що описують положення системи МПТ у часі й просторі, до неї відносяться: регулярність і надійність, доступність зупиночних пунктів (ЗП), очікування ТЗ, число пересаджень у мережі. Друга підкатегорія охоплює характеристики, що описують комфорт у МПТ, до неї відносяться: наявність і розмір місця для сидіння й стояння, шум у ТЗ та на ЗП, число, розмір і розташування дверей, сходів, сидінь, поручнів, вентиляція, опалення, висвітлення, прискорення, гальмування і їхні зміни, вібрація. Розглядаючи комплекс якісних характеристик системи МПТ, керують мотивованим прагненням - розділити

цей комплекс на такі приватні характеристики, які визначаються, отже, піддані впливу конкретного рішення транспортної системи як єдиного цілого або її окремого елемента.

Вважається, що пасажирів в ході поїздки до місця роботи вибирають маршрути залежно від певних властивостей (рис. 1.1), тобто властивостей перевізного процесу, вони підрозділяються на прості та складні. Прості властивості характеризуються показниками якості. Показник якості - це об'єктивний вимірник ступеня прояву властивості. Залежно від ступеня прояву властивості показник приймає певне значення. Норматив показника якості - це його значення, що відповідає границі двох різних оцінок якості.



Рисунок 1.1 – Структура показників якості транспортного обслуговування пасажирів

Розрізняють граничні й шкальні нормативи. Граничні нормативи показників якості розмежовують оцінювані об'єкти на два класи придатний або непридатний. Шкальні нормативи встановлюють значення показників якості, що відповідають різним оцінкам (оцінка в балах).

Під оцінкою якості розуміється процедура порівняння фактичного рівня

значень показників з нормативним, виявлення розбіжностей і встановлення їхніх причин.

На основі оцінки якості по кожному окремо взятому показнику (диференціальної оцінки якості) установлюють загальну (комплексну, інтегральну) оцінку якості. Оцінки якості використовують для керування якістю, тобто для цілеспрямованої зміни значень показників відповідно до встановлених нормативів і цілей розвитку транспортної системи.

Для керування якістю транспортного обслуговування пасажирів (ЯТОП) вирішують ряд завдань: обґрунтовують состав показників якості й установлюють їхні норми; оцінюють рівень забезпечення нормативу по кожному показнику; роблять інтегральну оцінку якості по сукупності показників; розробляють і реалізують заходи, що поліпшують якість показників.

Для підвищення ЯТОП передбачають комплекс заходів, спрямованих на стимулювання високоякісної роботи перевізника, включаючи створення цільових установ на якість, налаштування механізму керування якістю, поділ виниклих монополій і державне регулювання природних монополій.

Визначається два основні фактори, які визначають процес вибору пасажиром маршрутів МПТ це:

- витрати часу пасажирів на пересування;
- ступінь наповнення транспортних засобів в години "пік".

Витрати часу пасажирів на пересування здійснюються по наступних елементах:

- на підхід до зупиночного пункту та з місця висадження до місця призначення;
- на очікування ТЗ;
- на поїздку в ТЗ;
- на пересадження на інший маршрут;
- на очікування ТЗ при відмовах у посадці внаслідок його переповнення.

Значення тривалості пересування по розглянутих елементах залежать від

ряду факторів, що характеризують транспортну мережу та рух ТЗ.

Вважається, що пасажирів вибирають маршрути МПТ в залежності від показників, які характеризують рівень задоволення потреб пасажирів у транспортному обслуговуванні. До таких основних показників перевезень пасажирів автор відносить три показники:

- комфортність поїздки (наповнення автобусів і регулярність руху їх на маршрутах);
- час, затрачений пасажирами на пересування;
- безпека перевезень.

Комфортність поїздки, автор характеризує такими факторами, як коефіцієнт наповнення автобусів і коефіцієнт регулярності руху рухомого складу по маршрутах.

Середньодобовий коефіцієнт наповнення автобуса розраховується по формулі:

$$\gamma_c = \frac{Q \cdot l_{сер}}{q_{max} \cdot L}, \quad (1.1)$$

де Q – кількість перевезених пасажирів, пас.;

$l_{сер}$ – середня дальність поїздки пасажира, км.;

q_{max} – гранична місткість автобуса, пас.;

L – довжина маршруту, км.

Коефіцієнт наповнення автобуса в години «пік» на найбільш завантаженому перегоні маршруту розраховується по формулі:

$$\lambda_{пик} = \frac{\overline{q_{пик}}}{q_{max}}, \quad (1.2)$$

де $\overline{q_{пик}}$ – середнє наповнення автобуса в годину «пік», пас.

Нормативний коефіцієнт наповнення автобусів залежить від марочного складу парку ТЗ і визначається як відношення середньозваженої номінальної місткості до середньозваженої граничної місткості:

$$\gamma_n = \frac{q_n}{q_{max}}. \quad (1.3)$$

Регулярність руху ТЗ на маршрутах є одним з основних якісних показників, що характеризують комфортність поїздки пасажирів та одночасно оцінюючий рівень роботи автотранспортного підприємства (АТП). Регулярність руху автобусів оцінюється значенням коефіцієнта регулярності руху K_p , який визначається за формулою

$$K_p = \frac{N_{pp}^{\phi}}{N_{pp}}, \quad (1.4)$$

де N_{pp}^{ϕ} – число фактично виконаних рейсів за розкладом, од.;

N_{pp} – число рейсів, передбачених розкладом руху, од.

Обов'язковою умовою оцінки якості обслуговування пасажирів має бути наявність більше 2-х пунктів контролю графіка руху ТЗ.

Витрати часу пасажирів на пересування розглядаються у наступній послідовності:

- час на підхід до зупиночного пункту і від нього;
- час на очікування рухомого складу;
- час на поїздку в транспортному засобі;
- час на загальні витрати часу при поїзді.

$$t_{\text{заг}} = t_{\text{нід}} + t_{\text{оч}} + t_{\text{пых}}, \quad (1.5)$$

де $t_{\text{нід}}$ – час на підхід до зупиночного пункту і від нього, хв.;

$t_{\text{оч}}$ – час на очікування рухомого складу, хв.;

$t_{\text{пых}}$ – час на поїздку в транспортному засобі, хв.

Большаков О.М. характеризує безпеку руху коефіцієнтом $K_{\delta, \delta}$ динамічної зміни рівня дорожньо-транспортних пригод на АТП:

$$K_{\delta, \delta} = \frac{1}{1 + \alpha \cdot B_0}, \quad (1.6)$$

де α – коефіцієнт відносної втрати часу пасажирів при пересуванні, пов'язаної із ДТП;

B_0 – динамічний показник рівня ДТП на АТП.

Пасажири вибирають маршрути МПТ в залежності від таких показників:

- витрат часу на пересування;
- комфортності поїздки.

Витрати часу населення на пересування при поїздках на роботу в містах обласного значення (Кропивницький, Хмельницький, Луцьк) складають 35-40 хвилин і 40-60 хвилин у великих містах, що відповідає 10-15-ти годинам на тиждень чи 1,5-2 робочі зміни. Це скорочує на 30-50 процентів вільного часу населення, які користуються послугами автотранспорту загального користування.

Робота транспорту загального користування визначає витрати часу робітників і службовців на трудові переміщення і ступінь втомлюваності їх в трудових поїздках, що роблять прямий вплив на робочий настрій та продуктивність праці. Нажаль, непродуктивні витрати часу міського населення на пересування складають мільярди людино-годин. Приймаючи середні витрати часу на одну пасажиро-поїздку приблизно 30 хвилин, одержуємо, що загальні витрати транспортного часу 50/0,5 дорівнює 25 мільйонів пас/год. При середній тривалості життя людини близько 70-ти років, витрати часу еквівалентні тривалості життя приблизно 41-ї людини. Міський житель до 7-8 відсотків і більше витрачає на пересування по різних цілях, тому скорочення непродуктивних витрат транспортного часу міського населення є виключно важливим завданням. Скорочення витрат транспортного часу означає можливість корисного використання його у сфері матеріального виробництва.

Максимальна тривалість трудових пересувань по діючих в даний час будівельних нормах і правилах для 80-90 процентів трудящих не повинна перевищувати в один кінець 40 хвилин в великих містах та 30 хвилин в інших містах. Існує певна межа транспортного часу після якої зниження продуктивності подальшої праці і наростання транспортної стомлюваності виявляється особливо різко. Із збільшенням часу поїздки прогресивно знижується опірність організму людини шкідливим зовнішнім діям. Тому за середніми статистичними даними люди, які затрачують на трудові поїздки більше години, мають в 1,5-2 рази більше днів невиходу на роботу по хворобі

порівняно з тими, які затрачують на поїздки до 30 хвилин.

Таким чином, час пересування впливає на стан людини, а значить і на стабілізацію, підйом і структурну перебудову економіки, забезпечення цілісності, національної безпеки і обороноздатності України. Тому необхідне скорочення часу на пересування від початкового до кінцевого пункту.

На сьогодні показник комфортності поїздки відносно низький, особливо в годину "пік". Звідси підвищена втомлюваність людини при пересуванні на транспорті загального користування. Ступінь комфортності ТЗ можливо оцінити його конструктивними та естетичними особливостями. До конструктивних відносять особливості конструкції ТЗ – розташування сидінь, висота стелі, вільний простір між сидіннями, ширина проходу, наявність кондиціонера, автономного обігріву пасажирського салону та ін. До естетичних – гармонійне кольорове розфарбування елементів салону та їх форми, чистота салону, його освітлення та ін.

Для оцінки факторів комфортності ТЗ, впливу на втомлюваність пасажирів при пересуванні у ТЗ, проведено апріорний аналіз питання, що досліджується. Після проведення апріорного аналізу з'ясовано, що середній ступінь погодженості всіх опитуваних спеціалістів досить високий. Як вимірник втоми були взяті витрати життєвої сили людини. Опитуваним було запропоновано проаналізувати відібрані фактори по ступеням їхнього впливу на втому пасажирів, а також можливість ними включати додаткові фактори, якщо вони вважають їх необхідними.

Розіслана анкета для опитування включала наступні фактори:

- наявність приладу для надання водію сигналу про зупинку;
- надання окремого місця для сидіння;
- відстань вільного простору між спинкою переднього сидіння та спинкою сидіння, що розташоване за ним, см.;
- висота спинки сидіння, см.;
- наявність засобів освітлення салону;
- висота стелі;

- наявність місця для ручної поклажі в салоні;
- наявність автономної системи обігріву салону;
- ширина проходів;
- наявність кондиціонеру;
- відкидання спинки сидіння;
- ширина проходу.

Коефіцієнт комфортності транспортних засобів:

$$K_{\text{ком}} = \frac{X_1 + X_2 + \dots X_n}{\sum X_{1...12}}, \quad (1.7)$$

де $X_1, X_2 \dots X_n$ – фактори, які впливають на зменшення втоми пасажирів при пересуванні у ТЗ.

Найкращі умови при пересуванні у ТЗ будуть тоді, коли ТЗ буде мати всі вище перераховані показники комфортності які зменшують втому пасажирів. У цьому випадку $K_{\text{ком}}=1$. Зрозуміло що відсутність одного з факторів підвищить втому пасажирів при пересуванні на n -ну ступінь, а значить погіршить якість транспортного обслуговування населення. Тому при оцінці якості транспортного обслуговування населення обов'язково потрібно враховувати рівень комфортності ТЗ. Коефіцієнт комфортності ТЗ дає можливість більш точно оцінювати якість надання транспортних послуг.

Пасажири вибирають маршрути в залежності від таких показників:

- витрат часу на пересування;
- комфортність поїздки.

Час на переміщення пасажирів T складається з декількох складових:

- витрати часу на пішохідні підходи, $t_{\text{підх}};$
- витрати часу на очікування ТЗ, $t_{\text{оч}};$
- витрати часу на поїздку в транспорті, $t_{\text{пр}}.$

Одним з найважливіших показників якості обслуговування є середній час очікування ТЗ, в транспортних розрахунках в якості такого показника використовують половину середнього інтервалу між ТЗ, що справедливо при пуасонівських потоках пасажирів та регулярному руху ТЗ, що мають практично

необмежену місткість. В випадку регулярного руху і обмеженої місткості час очікування ТЗ має вигляд:

$$t_{оч} = \frac{\tau}{2} + P_{від} \cdot \tau, \quad (1.8)$$

де τ – інтервал руху ТЗ, хв.;

$P_{від}$ – імовірність відмови пасажирu в поїздці, визначається методом статистичного моделювання.

Ступінь комфортабельності поїздки можна визначити середнім значенням коефіцієнта комфортабельності:

$$\lambda = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \lambda_i, \quad (1.9)$$

де λ – значення коефіцієнта комфортабельності i -ї поїздки ($\lambda = 1$, якщо пасажирu є місце для сидіння, і $\lambda = 0$ в протилежному випадку);

N – загальна кількість поїздок, од.

Транспортна система повинна пред'являти пасажирам максимальний комфорт, надійність та безпеку сполучення.

Вважається, що перевезення пасажирів у містах здійснюються багатьма видами транспорту: автомобільним (автобусами, автомобілями-таксі), електротранспортом (тролейбуси, трамваї, метрополітен), спеціальним транспортом (фунікулери, підвісні дороги й т.п.).

Кожний вид міського пасажирського транспорту має раціональну сферу застосування, що пов'язана з місцевими географічними, кліматичними й іншими умовами.

Вибір тих або інших видів маршруту пасажирами визначається в залежить від таких показників:

- зручністю та комфортністю, що надається;
- швидкістю руху;
- часом доставки до місця призначення;

- інтервалом і частотою руху;
- тарифами й вартістю проїзду.

Єдина організація руху й комплексне керування рухом припускає комплекс мір, які поліпшать роботи МПТ і підвищать його якість, це такі заходи:

- узгодження побудови транспортної й маршрутної мережі відповідно до розподілу пасажиропотоків у місті;
- узгодження розподілу рухомого складу по маршрутах, з урахуванням пропускної здатності вулиць і припустимої швидкості руху;
- складання раціональних, скоординованих з усіма видами транспорту розкладів руху;
- розподіл інтервалів руху по періодах дня;
- узгодження розміщення зупиночних пунктів по маршруту;
- спільне нормування швидкостей руху й узгодження швидкості РС на сполучених напрямках.

Функція привабливості маршруту МПТ є доповненням до інтенсивності руху ТЗ. Вона відображує ступінь переваги маршруту при його виборі, у випадку якщо інтенсивність руху на сполученій ділянці для всіх маршрутів однакова. Функція привабливості містить у собі:

- вартість проїзду;
- показники комфортності поїздки.

До показників комфортності поїздки можуть бути віднесені два найбільш значимі параметри:

- час пересування;
- рівень вільного місця в салоні (наповнення ТЗ).

Узагальнена функція привабливості представлена у вигляді:

$$f_n = \left(\frac{\bar{\tau}}{\tau_n} \right)^{K_\tau} \cdot \left(\frac{q_n}{q} \right)^{K_q} \cdot \left(\frac{\bar{T}}{T_n} \right)^{K_T}, \quad (1.10)$$

де τ_n – час пересування по ділянці на маршруті n, год.;

$\bar{\tau}$ – усереднений час пересування на маршрутах, год.;

q_n – рівень наявності вільного місця в салоні ТЗ на маршруті n , пас/м².;

$\bar{q}$ – усереднений рівень наявності вільного місця в салоні ТЗ, пас/м².;

T_n – тариф на маршруті n , грн.;

$\bar{T}$ – усереднений тариф на маршрутах їдучих по тій же ділянці, грн.;

K_τ , K_q , K_T – емпіричні коефіцієнти, що враховують ступінь впливу на функцію привабливості, відповідно часу пересування, рівня заповнення салону та тарифу на перевезення.

Висувається гіпотеза: імовірність вибору маршруту пропорційна інтенсивності руху маршрутів, на яких може бути виконана перша маршрутна поїздка. Крім інформації про параметри шляху пересування (загального часу пересування, дальності й вартості поїздки, кількості пересаджень і ступеня зручності пересування) вони включили дані про вік, стать, соціальне положення й середній дохід, що доводиться на одного члена родини. Однак ряд показників (час пересування, дальність і ступінь зручності пересування) не підтвердили своєї значимості. Тому вони не увійшли в остаточний варіант моделі.

Для виділених груп населення отримані такі функції привабливості:

$$П_1 = 4,765 - 0,859 \cdot Ц, \quad (1.11)$$

$$П_2 = 4,956 - 0,072 \cdot N_{пер} - 0,614 \cdot Ц, \quad (1.12)$$

$$П_3 = 5,193 - 0,124 \cdot N_{пер}, \quad (1.13)$$

де $П_1$, $П_2$, $П_3$ – відповідно функція привабливості для першої, другої та третьої групи населення;

$Ц$ – вартість поїздки, грн.;

$N_{пер}$ – кількість пересаджень.

Коефіцієнт кореляції для всіх моделей не нижче 0,859. Отримані результати свідчать про можливість застосування отриманих моделей.

1.4 Висновки по розділу 1, мета, завдання та робоча гіпотеза дослідження перерозподілу пасажиропотоків

Мета роботи: встановити закономірності перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах для підвищення ефективності пасажирських перевезень.

Об'єкт дослідження: процес формування вибору пасажирями маршруту міського пасажирського транспорту.

Предмет дослідження: закономірності перерозподілу пасажиропотоків на міських автобусних маршрутах в залежності від параметрів роботи міського маршруту.

Основні завдання:

- провести аналіз існуючих методів визначення привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту;
- виявити фактори, що впливають на привабливість маршрутів міського пасажирського транспорту;
- провести експериментальні дослідження та здійснити анкетування користувачів міського пасажирського транспорту;
- розробити модель визначення привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту.

Робоча гіпотеза: перерозподіл пасажиропотоків на міських маршрутах залежить від ряду техніко-експлуатаційних і техніко-економічних показників, які відображають рівень комфорту та якість транспортних послуг.

1. Аналіз літературних джерел виявив, що одним з найбільш прийнятних методів оцінки ефективності функціонування міського пасажирського транспорту із погляду використання економічних і трудових ресурсів є моделювання процесу його роботи.

2. Використання методів моделювання міських пасажирських перевезень дозволить найбільше ефективно оцінювати різні наслідки зміни параметрів маршрутної мережі. При цьому можливо одержати результати, що задовольняють задану точність.

3. Моделювання функціонування МПТ значно дешевше й ефективніше, ніж оцінка параметрів її функціонування за допомогою дослідного впровадження різних варіантів маршрутної мережі.

4. Одним з ключових елементів моделювання роботи МПТ є встановлення перерозподілу пасажиропотоків між маршрутами.

5. Існуючі моделі розподілу пасажиропотоків вирішують питання вибору пасажиром того або іншого шляху пересування залежно від інтегральних показників пересування, таких як сумарний час очікування, час пересування в транспорті, кількість пересаджень, інтенсивність руху, вид транспорту, рівня заповнення салону.

6. Існуючі дослідження не враховують величину вартості проїзду у транспорті та не розглядаються всі зазначені показники в комплексі, що дуже важливо для практичного значення, оскільки зміна одного істотного параметра при виборі маршруту МПТ приводить до відмови від іншого.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИВАБЛИВОСТІ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

2.1 Структура об'єкту дослідження

Вибір пасажирами маршруту міського пасажирського транспорту. Формує пасажиропотоки на них відбувається під впливом сукупності різноманітних факторів. Одні з них пов'язані з соціально-економічними законами розвитку суспільства та не роблять прямого впливу на обсяг перевезень та пасажиропотік, інші багато в чому залежать від рівня та форми організації транспортного процесу та безпосередньо впливають на обсяг транспортної роботи. Ступінь впливу різних факторів неоднакова. Фактори, які впливають на утворення пасажиропотоків можливо розділити на 4 групи:

- соціально-економічні фактори – можливість користування транспортом та матеріальний добробут різних груп населення;
- територіальні фактори – виробничо-господарче та культурно-побутове значення міста, району; чисельність населення, його щільність, розселення жителів відносно об'єктів тяжіння;
- організаційні фактори – щільність маршрутної мережі, частота руху транспорту, вид транспорту, витрати часу населення, якість обслуговування та ін.;
- природно-кліматичні фактори.

Аналіз факторів що впливають на утворення пасажиропотоків дозволив створити єдину структурно – логічну схему дослідження (рис. 2.1)



Рисунок 2.1 – Структурно-логічна схема дослідження привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту

2.2 Теоретичне обґрунтування привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту

При дослідженні привабливості маршрутів МПТ як критерій ефективності при виборі найбільш привабливого маршруту, буде виступати середній час очікування пасажиром транспортних засобів на зупиночному пункті, тобто:

$$\bar{T}_{оч} \rightarrow \min . \quad (2.1)$$

Тривалість очікування пасажиром транспортних засобів на зупиночному пункті визначається за формулою:

$$\bar{T}_{оч} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{TC_i} - T_{nac}}{n}, \quad (2.2)$$

де T_{TC} – час прибуття транспортного засобу на зупинку, хв.;

n – кількість пасажирів;

T_{nac} – час прибуття пасажирів на зупинку, хв.

Час прибуття ТЗ на ЗП дорівнює:

$$T_{mc} = T_{поч} + N \cdot I + t_{n.к} + \Delta T_{TC}, \quad (2.3)$$

де $T_{поч}$ – час початку роботи маршруту (приймаємо 7:00, тому що модель розробляється для ранкового періоду “пік” з 7 до 9-ї ранку), хв.;

N – порядковий номер рейсу;

I – інтервал руху ТЗ, хв.;

$t_{n.к}$ – час простою на кінцевій зупинці, хв.;

ΔT_{mc} – відхилення від часу прибуття ТЗ на ЗП (приймаємо, що розподіляється за нормальним законом), хв.

Час прибуття пасажирів на ЗП оцінюється за формулою:

$$T_{nac} = T_e + t_{nid} + \Delta t, \quad (2.4)$$

де T_e – час виходу пасажирів із дому, хв.;

t_{nid} – час на підхід пасажирів до ЗП, хв.;

Δt – відхилення від часу виходу пасажирів із дому (приймаємо, що розподіляється по експоненціальному закону розподілу [46]), хв.

Враховуючи попереднє, маємо, що значення критерію ефективності визначенням через час очікування пасажиром МПТ на ЗП дорівнює:

$$T_{оч} = \frac{\sum_{i=1}^n (T_{поч} + N \cdot I + t_{n.к} + \Delta T_{TC} - T_{ран}^e - t_{nid} - \Delta t)}{n} \rightarrow \min. \quad (2.5)$$

Щоб визначити закономірності перерозподілу пасажиропотоків спочатку треба виконати моделювання процесу вибору маршруту на основі значення часу очікування пасажиром. Для побудови імітаційної моделі необхідно описати за допомогою математичного апарату процеси, що виникають при очікуванні пасажиром міського транспорту.

2.3 Модель процесу вибору пасажиром маршруту міського пасажирського транспорту

Процес вибору пасажиром маршрутів МПТ є випадковим. Пасажир майже кожного дня стикається з дилемою який обрати маршрут, щоб витрати

часу на проїзд були мінімальні, а рівень комфорту був високим; щоб пересування було надійним, а ціна була доступною.

В ході дослідження розглядаємо маршрути МПТ, ТЗ на яких рухаються не по розкладу, а дотримуються певного інтервалу руху. Це відбувається тому, що майже всі маршрути МПТ через особливості регулювання дорожнього руху в містах та психофізіологічних особливостей учасників дорожнього руху не можуть рухатись точно за розкладом. Пересування пасажирів розглядаємо тільки в робочі дні, тому що пересування в вихідні дні з культурно-побутовими цілями може здійснюватися пішки або на маршрутах МПТ і носить непостійний характер. Розглядаємо ЗП або ділянки маршрутів, на яких у пасажирів є альтернатива вибору шляху пересування із двох або більше можливих маршрутів МПТ.

В якості основних факторів обрані наступні впливові фактори:

- час пересування в ТЗ;
- швидкість пересування;
- вартість проїзду;
- наявність вільних місць для сидіння;
- інтервал руху;
- можливість пільгового проїзду;
- мобільність маршруту (можливість проїзду без пересаджень на інший маршрут МПТ, можливість зупинки по вимозі);
- надійність пересування;
- культура обслуговування.

Ці фактори багато в чому визначають попит на перевезення на тому або іншому маршруті. Головними показниками при виборі маршруту МПТ є швидкість доставки та час пересування.

Комфортабельність проїзду на МПТ визначається, в основному, наповненням салону ТЗ, тобто наявністю вільних місць для сидіння. Саме маршрутні таксі дають найбільші зручності, оскільки здійснюється індивідуальне обслуговування пасажирів. Важливим фактором, що впливає на

попит, є економічність поїздки для пасажирів з середнім рівнем доходу. Тому ціна є теж достатньо важливим показником. При виборі маршруту зазвичай обирають маршрут, інтервал руху якого найменший. Тому був обраний такий показник як інтервал руху.

Виходячи з аналізу літературних джерел були обрані такі додаткові показники: мобільність маршруту (можливість проїзду без пересаджень на інший ТЗ, можливість зупинки по вимозі), надійність пересування, культура обслуговування, можливість пільгового пересування, тому що при виборі маршрутів пасажирів часто керуються цими показниками.

В загальному вигляді процес вибору пасажирів маршрутів МПТ можна представити у вигляді моделі «чорної скрині» (рис.2.2).

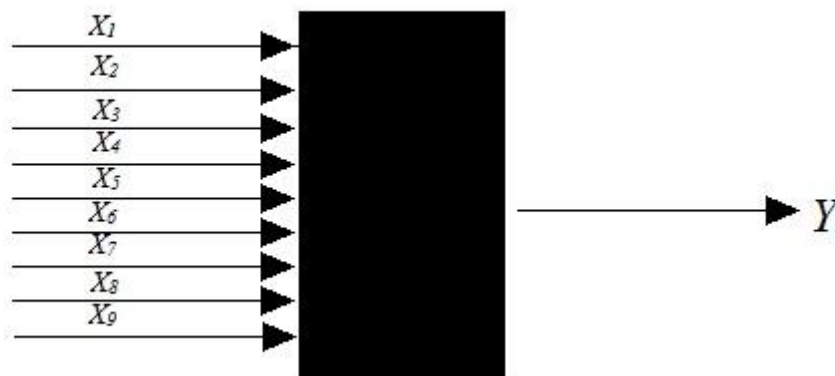


Рисунок 2.2 – Схема моделі «чорної скриньки» процесу вибору пасажирів маршрутів МПТ

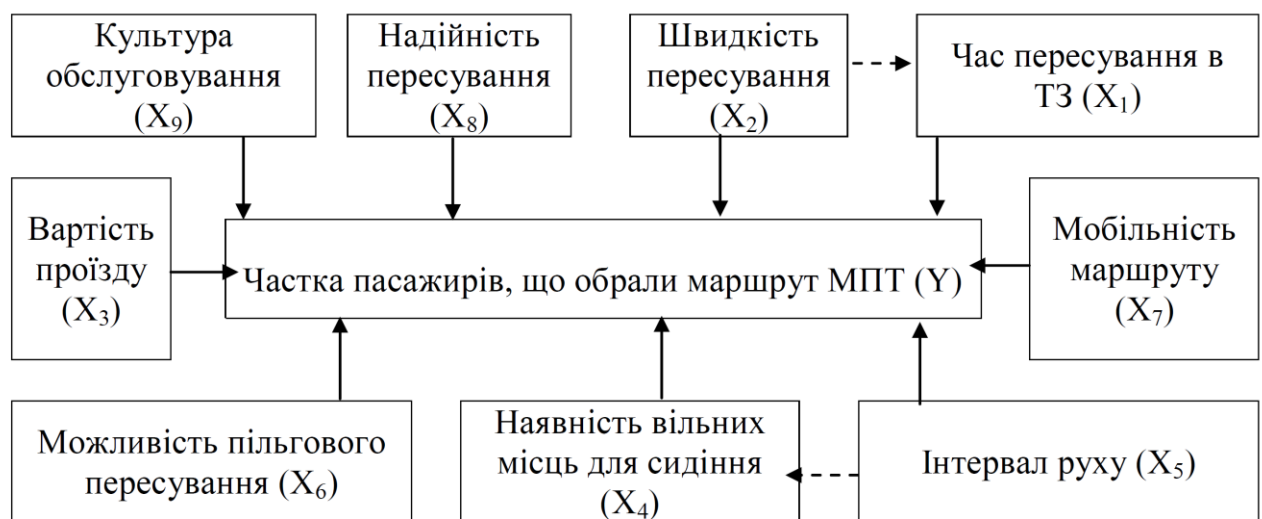
Вхідними параметрами даної моделі є фактори ($X_1, X_2, \dots, X_9$), а вихідним параметром даної моделі є частка пасажирів, що обрали маршрут МПТ (Y).

Зміст сукупності вхідних факторів наступний: X_1 - параметр моделі, що характеризує важливість значення часу пересування в ТЗ при виборі маршруту пересування; X_2 - параметр моделі, що характеризує важливість швидкості пересування при виборі маршруту МПТ; X_3 - фактор, що характеризує важливість ціни проїзду при виборі маршруту пересування; X_4 - фактор, що характеризує важливість наявності вільних місць для сидіння, при виборі ТЗ для пересування; X_5 - фактор, що характеризує інтервал руху; X_6 - фактор, що характеризує можливість пільгового пересування; X_7 - фактор, що характеризує

мобільність маршруту, тобто можливість проїзду без пересаджень на інший ТЗ, можливість зупинки по вимозі; X_8 - фактор, що характеризує надійність пересування, тобто надійність того, що обравши маршрут, пасажир прибуде «точно в термін»; X_9 - фактор, що характеризує культуру обслуговування при виборі маршруту.

2.4 Встановлення зв'язків між вхідними факторами і результуючою ознакою Y

Майже всі елементи, що являються входами об'єкта дослідження взаємодіють між собою та всі показники, що входять до моделі впливають на результуючу величину. Схематично зв'язки між вхідними факторами ($X_1, X_2, \dots, X_9$) і результуючою ознакою Y наведено на рис.2.3.



—> — сильний зв'язок між елементами об'єкта дослідження;

---> — слабкий зв'язок між елементами об'єкта дослідження.

Рисунок 2.3 – Схематичне відображення зв'язків між вхідними факторами та ($X_1, X_2, \dots, X_9$) і вихідною результуючою ознакою Y

Зв'язок між X_1 та Y зворотно-пропорційний, через те що менший час пересування в ТЗ на маршруті МПТ, тим більша частка пасажирів, що обере цей маршрут. Зв'язок між X_2 та Y прямо-пропорційний, тому що чим більше

швидкість пересування на маршруті, тим більше буде частка пасажирів, що оберуть такий маршрут МПТ. Зв'язок між X_3 та Y зворотно-пропорційний, тому що чим менша вартість проїзду на маршруті, тим більше буде частка пасажирів, що оберуть цей маршрут МПТ. Зв'язок між X_4 та Y прямо-пропорційний, тому що чим більше буде вільних місць для сидіння в ТЗ, тим більше буде частка пасажирів, що оберуть такий маршрут МПТ. Зв'язок між X_5 та Y зворотно-пропорційний, тому що чим більше буде інтервал руху на маршруті, тим менше буде частка пасажирів, які оберуть цей маршрут МПТ. Зв'язок між X_6 та Y прямо-пропорційний, тому що чим більше буде можливість пільгового пересування, тим більше буде частка пасажирів (у яких є можливість пільгового пересування), які оберуть такий маршрут МПТ. Зв'язок між X_7 та Y прямо-пропорційний, тому що чим більше буде мобільність маршруту (можливість проїзду без пересаджень на інший ТЗ, можливість зупинки по вимозі), тим більше буде частка пасажирів, що оберуть такий маршрут МПТ. Зв'язок між X_8 та Y прямо-пропорційний, тому що чим більше буде надійність маршруту, тим більше буде частка пасажирів, що оберуть такий маршрут МПТ. Зв'язок між X_9 та Y прямо-пропорційний, тому що чим більше буде культура обслуговування на маршруті, тим більше буде частка пасажирів, що оберуть такий маршрут МПТ.

Зв'язок між X_5 та X_4 зворотно-пропорційний, тому що чим більше буде інтервал руху на маршруті, тим менше буде вільних місць для сидіння, тому що виникне велика черга на такий маршрут.

Зв'язок між X_2 та X_1 зворотно-пропорційний, тому що чим більше буде швидкість пересування на маршруті, тим менше буде час поїздки в транспортному засобі.

Висновки по другому розділу

1. Проведено аналіз факторів, що впливають на утворення пасажиропотоку на МПТ.
2. Наведено теоретичне обґрунтування привабливості маршрутів МПТ.
3. При дослідженні привабливості маршрутів МПТ теоретично розроблено постановку завдання визначення критеріїв привабливості при виборі пасажиром маршрутів МПТ.
4. Розроблено модель процесу вибору пасажиром маршруту МПТ.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИВАБЛИВОСТІ МІСЬКОЇ ПАСАЖИРСЬКОЇ МЕРЕЖІ

3.1 Методика визначення стратегії поведінки пасажирів при виборі маршруту

Для отримання інформації про принципи, за якими пасажирів обирають маршрути МПТ для пересування, необхідне спеціальне спостереження за ними у вигляді анкетування. Анкета це не просто список питань, а досить тонкий і гнучкий інструмент для збору інформації. Вона вимагає ретельної уваги при складанні питань при звертанні до населення, до тих або інших його груп, з метою вивчення їхніх відносин до певних явищ. При цьому дослідження проводяться в спільних інтересах. Люди повинні бути об'єктивно зацікавлені в опитуванні. Однак ця об'єктивна зацікавленість далеко не всіма може бути усвідомлена, тому нерідкі випадки відмови від участі в опитуванні, недбалість, неувважність, нещирість у відповідях. Кореспондент, видаючи ті або інші відомості про заповнення анкети, залучає до себе увагу опитуваних людей. При цьому в них складаються певні уявлення, модель дій ходу думок дослідника, формуються припущення про наслідки своєї взаємодії з ним і т.п. Кореспондент повинен бути комунікабельним, мати привабливу зовнішність, чарівну посмішку на обличчі. Він повинен пояснити учасникам опитування, що пройти це дослідження в їхніх інтересах.

Для людини, що попали у вибірку, участь в опитуванні являє собою незрозуміле значення, і він звичайно смутно уявляє собі, що саме треба повідомляти досліднику. Тому дослідник повинен пояснити, з якою метою проводиться анкетування та дати точні інструкції по заповненню анкети. Інструкція повинна допомагати людям, щоб у них не виникало додаткових труднощів при заповненні анкети. У цілому інструкція повинна бути коректною. Учасники опитування здають анкети дослідникові. Останній переглядає кожну з них. Помітивши пропуск відповіді, дослідник просить

звернути увагу учасника опитування на ці факти, дослідник з'ясовує, чи зрозуміло питання, і після внесення виправлень забирає анкету. У цілому обов'язки дослідника зводяться у наступному: повідомлення людям мети дослідження й правил роботи з анкетною; контроль над процесом заповнення анкети; прийом анкет. Перелік обов'язків, звичайно ж, сам по собі не дозволяє з достатньою ясністю представити, яким образом сформувавши в людей готовність брати участь в опитуванні, викликати в них бажання відповідати самостійно й докладно. Загальна вимога – поважне звертання до учасників опитування.

Розроблена анкета у даній роботі містить 5-ть питань, в яких закладені 13-ть принципів поведінки пасажирів при виборі маршруту МПТ, щоб визначити принцип, за яким пасажир обирає ТЗ для пересування, на поставлені питання відповідь – “так”, треба дати лише одного разу. В анкеті закладені принципи вибору маршруту наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Стратегії поведінки пасажирів при виборі маршруту

Номер принципу	Стислий зміст поведінки пасажирів
1	Пасажир чекає перший приїждючий для здійснення поїздки маршрут МПТ.
2	Пасажир чекає маршрут МПТ, який самий дешевий до 5-ти хвилин.
3	Пасажир чекає маршрут МПТ, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин.
4	Пасажир чекає маршрут МПТ, який самий дешевий більше ніж 15-ть хвилин.
5	Пасажир чекає маршрут МПТ, який має саму високу швидкість доставки до 5-ти хвилин.
6	Пасажир чекає маршрут МПТ, який має саму високу швидкість доставки від 5-ти до 15-ти хвилин.
7	Пасажир чекає маршрут МПТ, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15-ть хвилин.
8	Пасажир чекає маршрут МПТ, в якому гарантовано є вільні місця для сидіння до 5-ти хвилин.
9	Пасажир чекає маршрут МПТ, в якому гарантовано є вільні місця для сидіння від 5-ти до 15-ти хвилин.
10	Пасажир чекає маршрут МПТ, в якому гарантовано є вільні місця для сидіння більше ніж 15-ть хвилин.
11	Пасажир чекає маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд до 5-ти хвилин.
12	Пасажир чекає маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд від 5-ти до 15-ти хвилин.
13	Пасажир чекає маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин.

Приклад анкети для дослідження поведінки пасажирів при виборі маршруту МПТ наведено на рисунку 3.1

Шановні користувачі транспортних послуг!

Дайте, будь ласка, відповідь на запитання, що суттєвим чином можуть поліпшити роботу міського пасажирського транспорту та сприятимуть наданню більш якісних послуг на ринку пасажирських перевезень.

Вкажіть, будь ласка, коли ви чекаєте на зупинці маршрут міського пасажирського транспорту, виходячи з яких принципів ви оберете транспортний засіб для здійснення свого переміщення (відповідь – “так”, треба дати лише одного разу):

- 1) Чекаєте перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту (МПТ)?
☐ так ☐ ні.
- 2) Чекаєте маршрут МПТ, який самий дешевий? (Якщо так, то вкажіть скільки максимум хвилин ви будите чекати).
☐ так ☐ ні
а) до 5 хвилин; б) 5-15 хвилин; в) більше ніж 15 хвилин.
- 3) Чекаєте маршрут МПТ, який має саму високу швидкість доставки? (Якщо так, то вкажіть скільки максимум хвилин ви будите чекати).
☐ так ☐ ні
а) до 5 хвилин; б) 5-15 хвилин; в) більше ніж 15 хвилин.
- 4) Чекатимете маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння? (Якщо так, то вкажіть скільки максимум хвилин ви будите чекати).
☐ так ☐ ні
а) до 5 хвилин; б) 5-15 хвилин; в) більше ніж 15 хвилин.
- 5) Чекаєте маршрут МПТ, в якому вам дозволений пільговий проїзд? (Якщо так, то вкажіть скільки максимум хвилин ви будите чекати)
☐ так ☐ ні
а) до 5 хвилин; б) 5-15 хвилин; в) більше ніж 15 хвилин.

Дякуємо, що взяли участь в анкетуванні. Ваші щирі відповіді допоможуть поліпшити якість надання транспортних послуг.

Рисунок 3.1 – Анкета визначення принципів вибору маршруту пасажирського міського транспорту

Визначивши, за якими принципами пасажери обирають маршрут міського пасажирського транспорту, та визначивши час очікування пасажирами транспортних засобів на зупиночних пунктах, можливо розробити модель вибору пасажирами найбільш привабливих маршрутів МПТ.

3.2 Визначення методу моделювання привабливості маршрутів в міському пасажирському транспорті

Аналіз літературних джерел свідчить, що для дослідження привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту аналітичне математичне моделювання не може бути застосовано, тому що для побудови аналітичної математичної моделі необхідні чіткі та точні аналітичні залежності, в даному випадку їх не може бути, тому що об'єктом дослідження є процес вибору пасажирами маршрутів МПТ, який є випадковим.

Імітаційне моделювання, в широкому розумінні, є процес конструювання моделі реальної системи та експериментування на цій моделі з метою визначити поведінку системи або оцінити (в рамках обмежень, зумовлених деяким критерієм чи сукупністю критеріїв) різні стратегії, що забезпечують функціонування даної системи. Вона дозволяє розглядати більшу кількість альтернатив, поліпшити якість управлінських рішень, точніше прогнозувати їхні наслідки. Імітаційне моделювання дає змогу користувачеві експериментувати з системами (існуючими або припущеними) також в тих випадках, коли робити це на реальному об'єкті неможливо або недоцільно. Мета імітаційного моделювання – допомогти дослідникам глибше зрозуміти поки ще погано сформульовані процеси розробленої робочої моделі, її реалізацію, а також інтерпретації результатів моделювання.

Щоб застосувати такий метод для досліджень, створюють імітаційну систему, яка містить у собі імітаційну модель, а також внутрішнє і зовнішнє математичне забезпечення. До ПК вводяться потрібні вхідні дані і

спостерігаються зміни показників, що у процесі моделювання можуть аналізуватися і піддаватися статистичній обробці.

Імітаційна модель – це комплексна математична й алгоритмічна модель досліджуваної системи. А метод, що базується на розробці та дослідженні імітаційних моделей, називається імітаційним моделюванням.

Перевагами цього методу є:

- змога відповісти на багато запитань, уникнувши застосування методу спроб і помилок. На підставі аналізу імітаційної моделі можна заздалегідь визначити ефективність функціонування будь-якої проектованої системи й попередити необґрунтовані витрати людських, матеріальних ресурсів на побудову нераціональних систем;
- метод дає змогу досліджувати особливості функціонування системи за будь-яких умов, зокрема й тих, які не реалізовані в натурних експериментах;
- стає можливим прогнозувати поведінку системи в близькому та віддаленому майбутньому, екстраполюючи на моделі результати промислових випробувань;
- імітаційні моделі в багато разів скорочують час їх випробування;
- можна штучним шляхом швидко й у великому обсязі дістати потрібну інформацію;
- часто є єдиним реалізованим способом розв'язування задач.

Статистичне моделювання може бути використано, як доповнення до імітаційного моделювання. Це моделювання базується на статистичних даних, які отримують в ході пасивного експерименту. Статистичне моделювання надає змогу визначити природу отриманих даних, а дані можна отримати при імітуванні поведінки системи при певних умовах її функціонування. Для цього використовується імітаційне моделювання.

На основі вищевикладеного можна зробити висновок що, самим раціональним методом дослідження привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту є імітаційне моделювання.

Схематична послідовність розробки моделі визначення закономірності перерозподілу пасажиропотоків на маршрутах МПТ представлена на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 Послідовність розробки моделі визначення закономірності перерозподілу пасажиропотоків на маршрутах МПТ

На основі запропонованої послідовність розробки моделі визначення закономірності перерозподілу пасажиропотоків на маршрутах МПТ побудована імітаційна модель визначення привабливості маршрутів. На рисунку 3.3 представлена блок-схема імітаційної моделі. Реалізована імітаційна модель в середовищі Microsoft Excel.

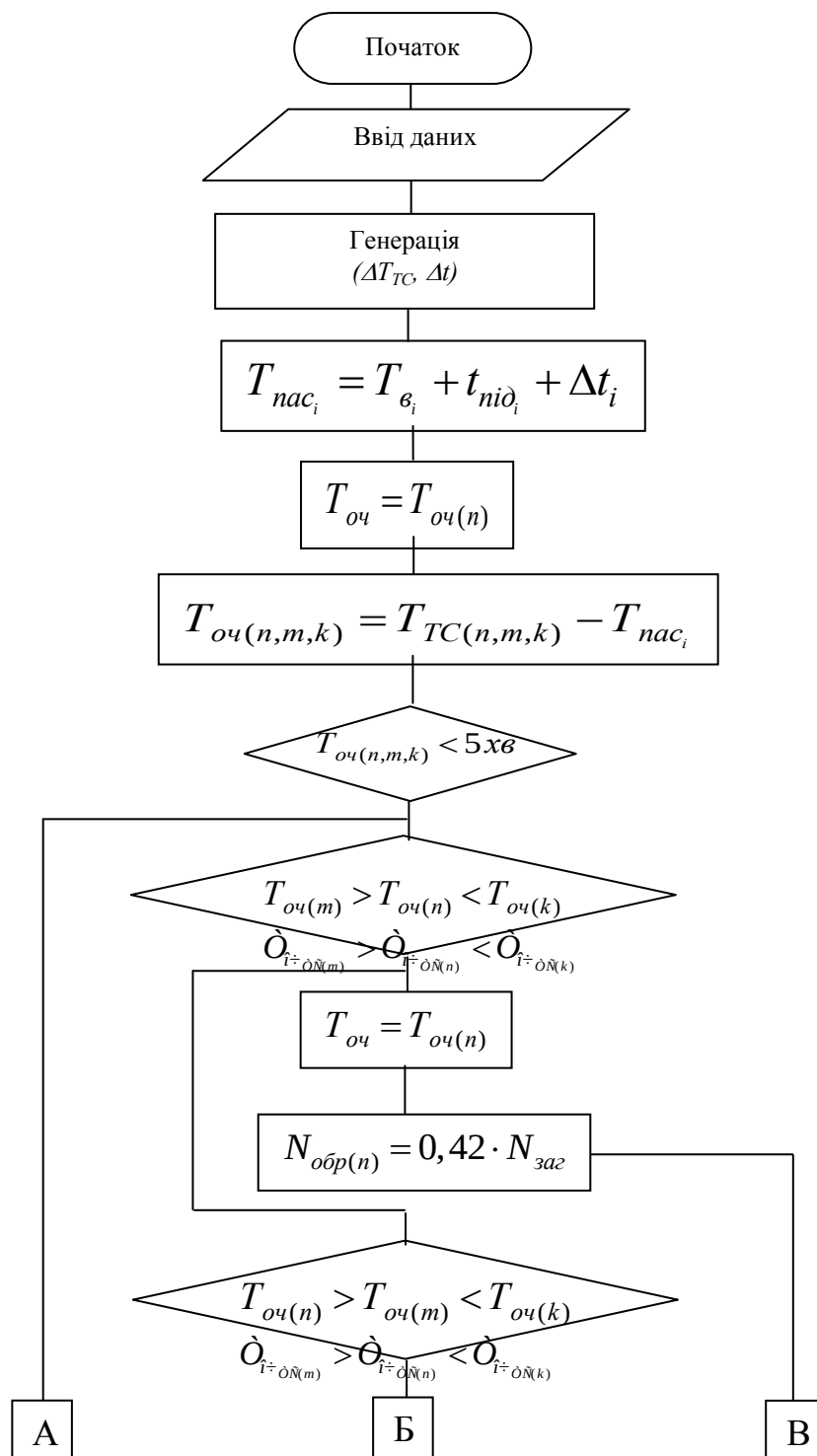


Рисунок 3.3 Блок-схема імітаційної моделі визначення привабливості маршрутів

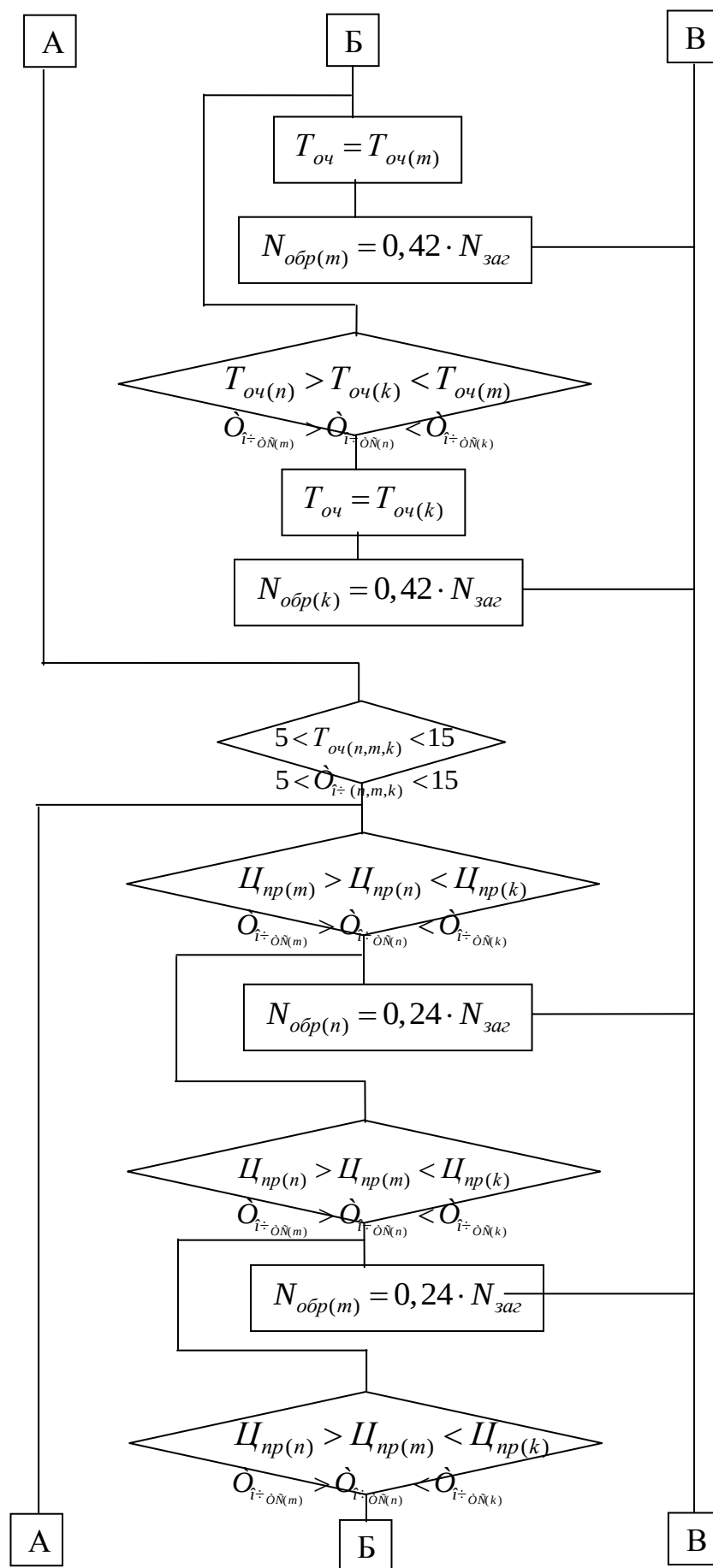


Рисунок 3.3 - Продолжения

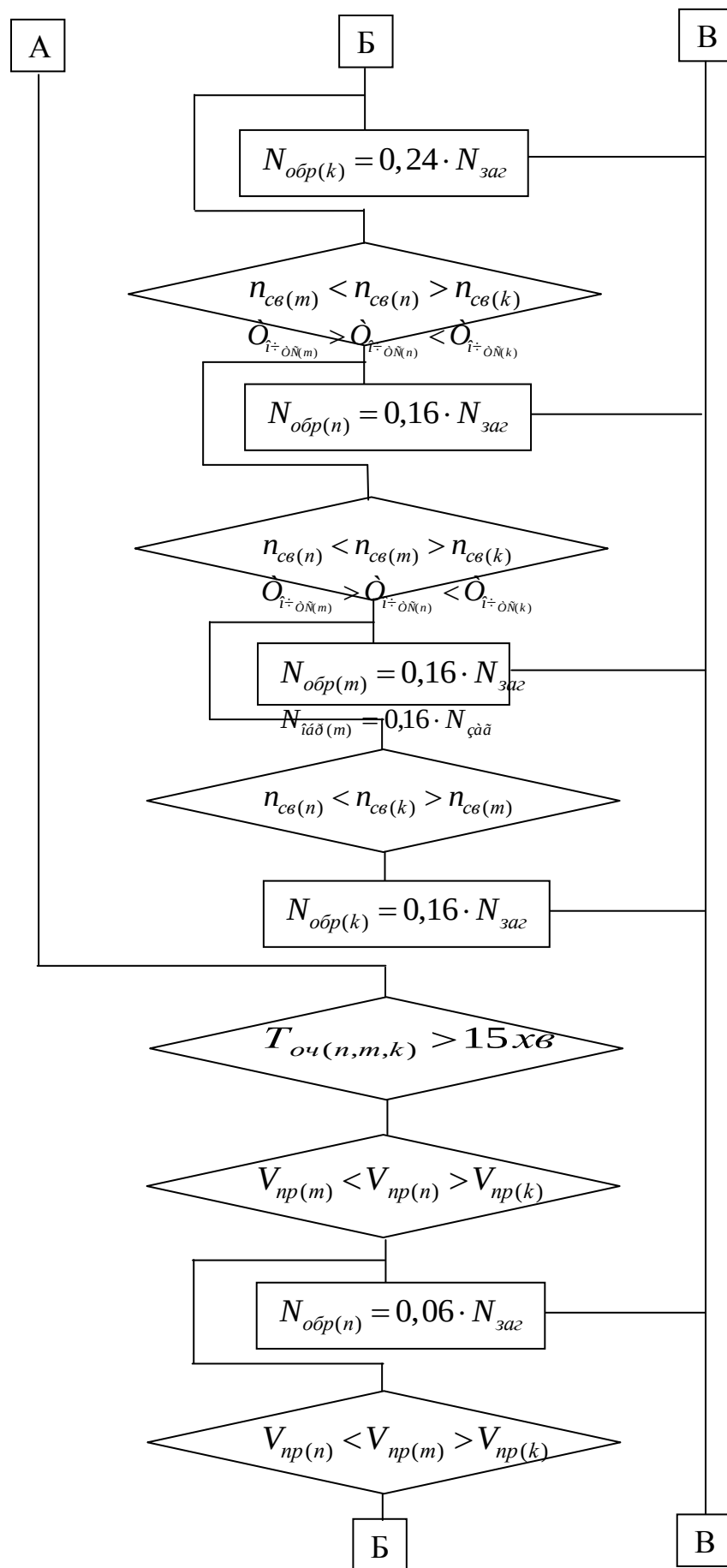


Рисунок 3.3 - Продолжения

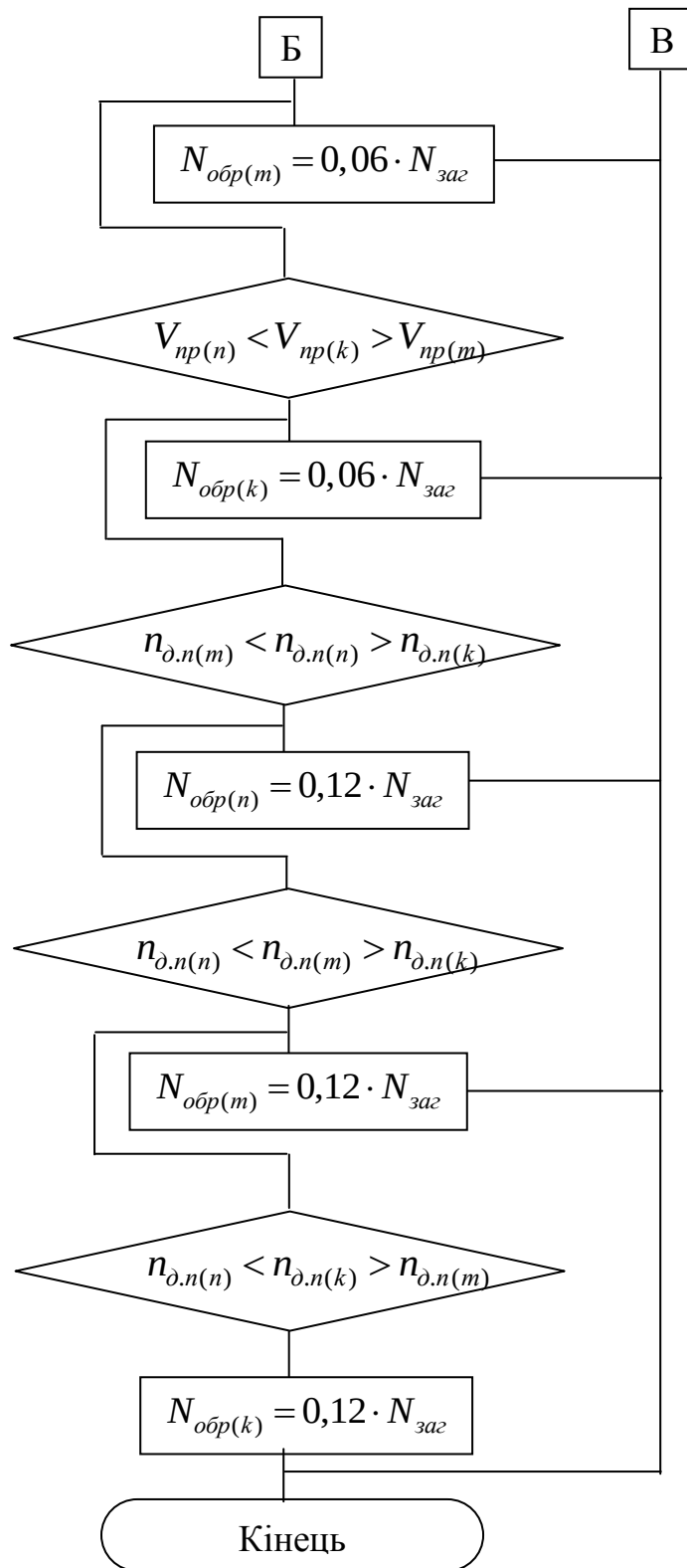


Рисунок 3.3 - Продовження

Наведемо етапи опису блок-схеми імітаційної моделі визначення привабливості маршрутів.

1. Введення бази даних. Вводяться експериментальні дані:

$T_{\text{в}}$ – час виходу пасажирів із дому, хв.;

$T_{\text{поч}}$ – час початку роботи маршруту, хв.;

N – порядковий номер рейсу;

I – інтервал руху ТЗ, хв.;

$t_{\text{нід}}$ – час на підході пасажирів до зупиночного пункту, хв.;

$t_{\text{н.к.}}$ – час простою на кінцевій зупинці, хв.

$C_{\text{пр}}$ – вартість проїзду, грн.;

$n_{\text{св}}$ – кількість вільних місць для сидіння, од.;

$n_{\text{д.н}}$ – дозволена кількість пасажирів, які мають пільги на проїзд.

2. Генерація сукупності параметрів:

$\Delta T_{\text{мс}}$ – відхилення від часу прибуття ТЗ на ЗП (генерується по нормальному закону з параметром розташування $\mu_{\Delta T_{\text{мс}}}=0$ та параметром масштабу $\sigma_{\Delta T_{\text{мс}}} = I/2$), хв.

Δt – відхилення від часу виходу пасажирів із дому (приймаємо, що розподіляється по експоненціальному закону з параметром масштабу $\lambda=0,139$), хв.

3. Проведення розрахунку параметрів:

$T_{\text{нас}}$ – час прибуття пасажирів на ЗП.

$T_{\text{ТС}}$ – час прибуття ТЗ (n,m,k) на ЗП.

n – маршрут № 4 (тролейбус);

m – маршрут №284 (автобус);

k – маршрут №284 (маршрутне таксі).

$T_{\text{оч}}$ – час очікування пасажиром прибуття ТЗ (n,m,k) на ЗП.

4. Визначення найбільш привабливого маршруту МПТ. Визначається кількість пасажирів, які обрали маршрут ($N_{\text{обр}}$) в залежності від отриманих результатів анкетного опитування користувачів МПТ.

3.3 Методика математичного планування експерименту

Для проведення експерименту найчастіше використовуються методи математичного планування, які дозволяють одночасно вивчати вплив низки факторів (багатофакторний експеримент) на об'єкт, що досліджується.

Серед планів екстремального експерименту найпростішими є плани повнофакторного експерименту, в разі реалізації яких визначається значення параметрів стану об'єкту y при всіх можливих сполученнях рівнів варіювання їхніх факторів X_i . Якщо маємо справу з n факторами, кожен з яких встановлюється на q рівнях, то для того, щоб здійснити повний факторний експеримент, необхідно поставити таку кількість серій дослідів:

$$m = q^n. \quad (3.1)$$

Найбільш розповсюджені плани експериментів типу 2^n . Тоді для трьох факторів кількість серій дослідів:

$$m = 2^3 = 8.$$

Для зручності планування експерименту складається план трьох-факторного експерименту. План проведення трьох-факторного експерименту наведений в таблиці 3.2. В таблиці «плюс» - це верхня межа, «мінус» - це нижня межа діапазону варіювання відповідного фактору.

Таблиця 3.2 – План трьох-факторного експерименту

Номер серії дослідів	Фактори			Функція відгуку Y_i
	X_1	X_2	X_3	
1	+	+	+	Y_1
2	–	+	+	Y_2
3	+	–	+	Y_3
4	–	–	+	Y_4
5	+	+	–	Y_5
6	–	+	–	Y_6
7	+	–	–	Y_7
8	–	–	–	Y_8

Вхідні вимоги будуть варіюватися в наступних діапазонах. N – порядковий номер рейсу. Це лічильник кількості рейсів, які роблять транспортні засоби. Він змінюється від 0 до 17, тому що модель розробляється для ранкового періоду “пік” з 7-ї до 9-ї ранку, коли інтервал руху транспортних засобів не перевищує 10 хвилин, а середній інтервал руху у цей час дорівнює 7 хвилин (за даними натурних спостережень), тому за дві години з середнім інтервалом руху рівним 7 хвилин, транспортні засоби можуть зробити до 17 рейсів. X_1 – інтервал руху ТЗ. За даними натурального обстеження приймаємо нижню межу рівну 4 хвилини, а верхню – 8 хвилин. X_2 – час простою ТЗ на зупиночному пункті. За даними натурального обстеження приймаємо нижню межу рівну 2 хвилини, а верхню – 5 хвилин. X_3 – час на підході пасажирів до ЗП. Визначено, що нижня межа дорівнює 4 хв., а верхня – 12 хв. U_i – час очікування пасажиром маршруту МПТ.

Діапазон варіювання факторів приведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.3 – Діапазон варіювання факторів

Назва фактору	Верхня межа	Нижня межа
Порядковий номер рейсу ТЗ, N	0	17
Інтервал руху транспортних засобів, I , хв.	4	8
Час простою транспортних засобів на зупиночному пункті, $t_{\text{пик}}$, хв.	2	5
Час на підході пасажирів до зупиночного пункту, $t_{\text{під}}$, хв.	4	12

Значення інших факторів, які треба визначити, щоб розробити модель часу очікування пасажиром маршруту міського пасажирського транспорту представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристики параметрів, що входять в модель

Випадкова величина	Закон розподілення	Параметри закону розподілення	
		параметр розташування	параметр масштабу
Відхилення від часу прибуття транспортного засобу на зупиночний пункт, ΔT_{tc} , хв.	нормальний	$\mu_{\Delta T_{tc}}=0$	$\sigma_{\Delta T_{tc}}=1/2$
Відхилення від часу виходу пасажирів із дому, Δt , хв.	експоненціальний	—	$\lambda=0,139$

План експерименту з використання натурних значень представлений у таблиці 3.5.

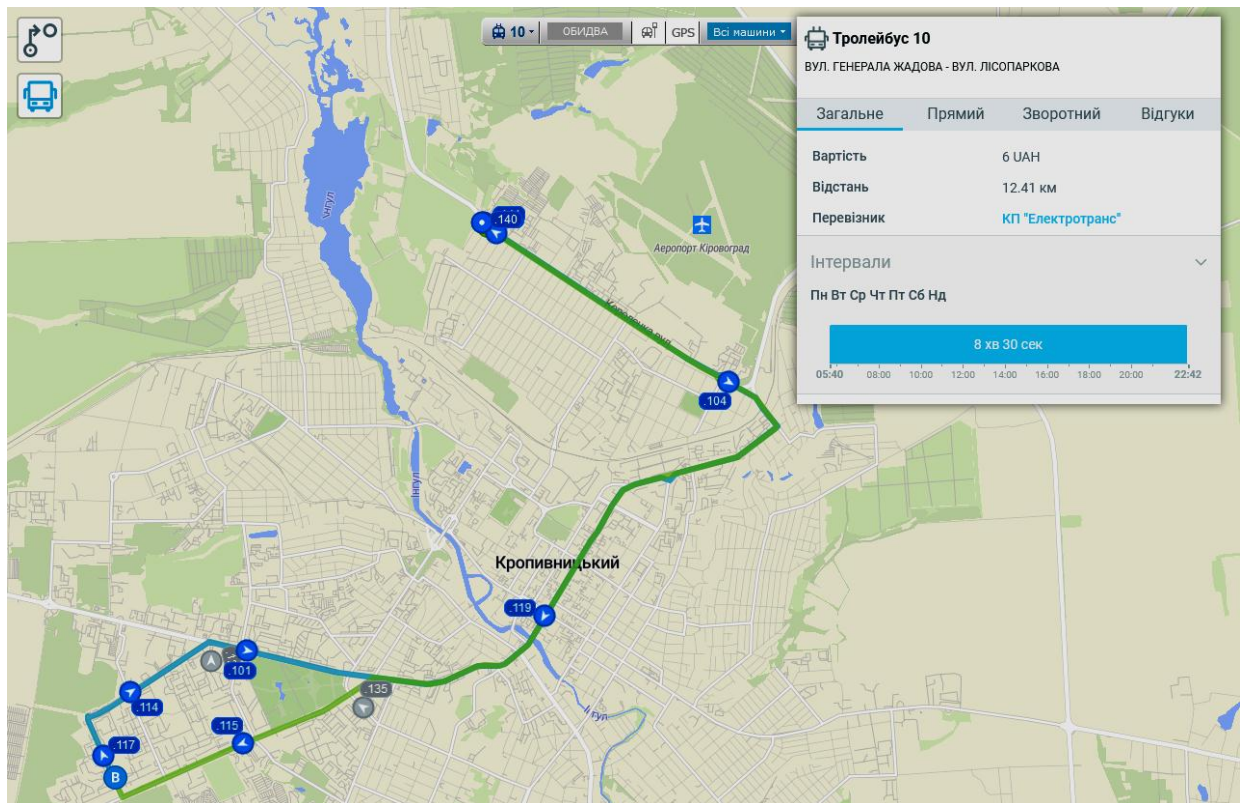
Таблиця 3.5 – План експерименту з використанням натурних значень факторів

Номер серії дослідів	Фактори			Функція відгуку Y_i
	X_1	X_2	X_3	
1	4	5	12	Y_1
2	8	5	12	Y_2
3	4	2	12	Y_3
4	8	2	12	Y_4
5	4	5	4	Y_5
6	8	5	4	Y_6
7	4	2	4	Y_7
8	8	2	4	Y_8

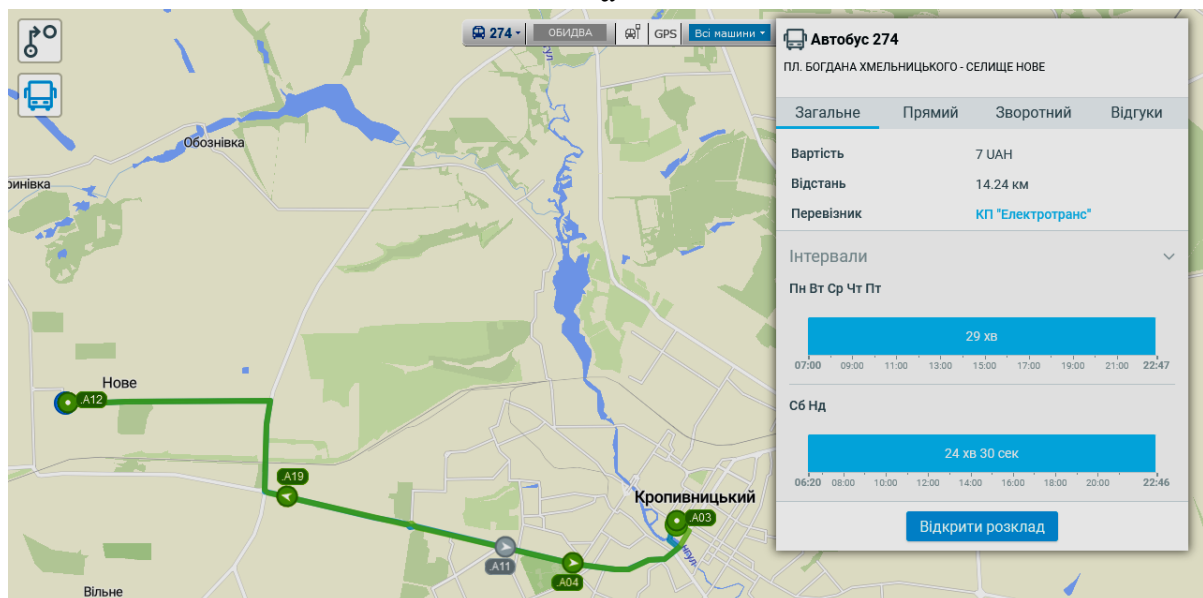
Імітаційна модель очікування пасажиром маршруту міського пасажирського транспорту складена за допомогою програмного продукту Microsoft Excel.

3.4 Методика проведення обстежень фактичного перерозподілу пасажиропотоків на маршрутах МПТ

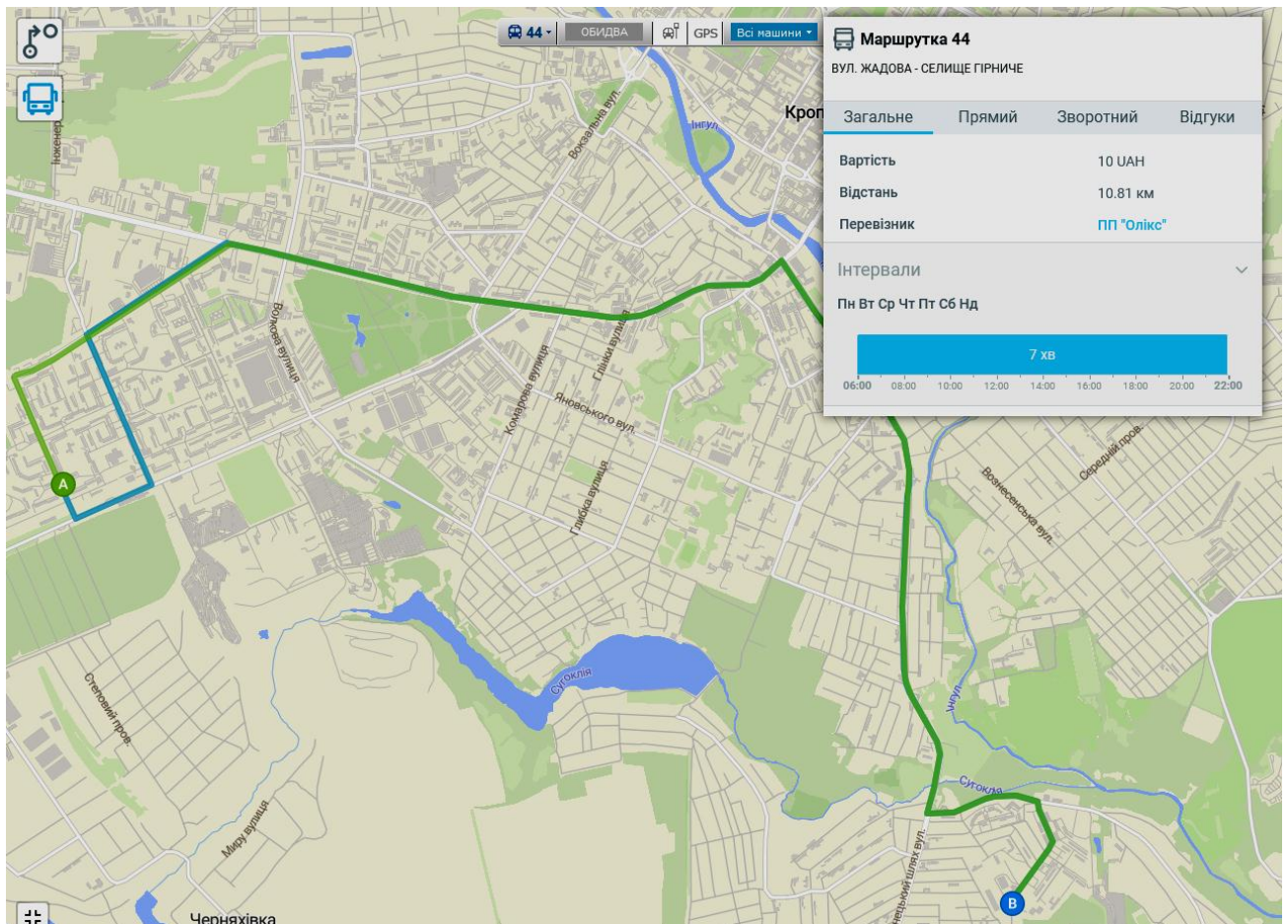
Для дослідження привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту в м. Кропивницький були обрані три маршрути різних видів транспорту. Це тролейбусний маршрут №10 «вул. Генерала Жадова – вул. Лісопаркова» (рис.3.4, а), автобусний маршрут №274 «селище Нове – пл. Богдана Хмельницького» (рис.3.4, б), та мікроавтобусний маршрут №44 «вул. Генерала Жадова – селище Гірниче» (рис.3.4, в).



а



б



В

Рисунок 3.4 – маршрути різних видів транспорту: а – тролейбус №10; б – автобус №274; в – маршрутне таксі №44.

Для отримання інформації про принципи, за якими пасажери обирають маршрути міського пасажирського транспорту для пересування, організоване спеціальне спостереження за пасажирами – анкетування. Анкети видавалися пасажирам на зупинках вул. Генерала Жадова та пл. Богдана Хмельницького, в анкеті додатково просилося вказати приблизний час виходу пасажира з дому, анкети після заповнення також збиралися на зупинках вул. Генерала Жадова та пл. Богдана Хмельницького

При дослідженні фіксувався час простою транспортного засобу на кінцевій зупинці, номер рейсу, час відправлення транспортного засобу та кількість пасажирів, які обрали маршрут.

Висновки по третьому розділу

1. Розроблено методику визначення стратегії поведінки пасажирів при виборі маршруту, для проведення опитування серед пасажирів, про принципи за якими вони обирають маршрут МПТ.

2. Наведено визначення методу моделювання привабливості маршрутів в міському пасажирському транспорті.

3. Розроблено методику математичного планування трифакторного експерименту, визначено діапазон варіювання факторів.

4. Наведено методику обстеження фактичного перерозподілу пасажиропотоків на найбільш завантажених маршрутах МПТ м. Кропивницького.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ

4.1 Результати анкетування при визначенні стратегії пасажирів при виборі маршруту

Анкети були оброблені в пакеті Excel визначено відсоток пасажирів, по кожній з тринадцяти стратегій поведінки, які дотримуються певних принципів при виборі маршруту МПТ. Результати обробки анкетування представлені в таблиці 4.1.

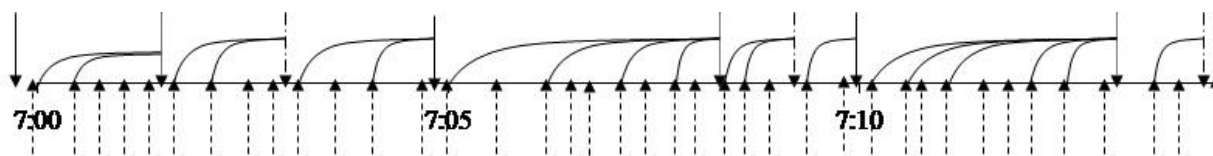
Таблиця 4.1 – Результати анкетування

Стратегія поведінки пасажирів при виборі маршруту	Питома вага пасажирів, які дотримуються стратегії, %
1	2
1. Пасажир очікує перший приємний для здійснення поїздки маршрут МПТ	42
2. Пасажир очікує маршрут МПТ, який самий дешевий до 5-ти хвилин	0
3. Пасажир очікує маршрут МПТ, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин	24
4. Пасажир очікує маршрут МПТ, який самий дешевий більше ніж 15-ть хвилин	0
5. Пасажир очікує маршрут МПТ, який має саму високу швидкість доставки до 5-ти хвилин	0
6. Пасажир чекає маршрут МПТ, який має саму високу швидкість доставки від 5-ти до 15-ти хвилин	0

Продовження таблиці 4.1

1	2
7. Пасажир очікує маршрут МПТ, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15-ть хвилин	6
8. Пасажир очікує маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння до 5-ти хвилин	0
9. Пасажир очікує маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння від 5-ти до 15-ти хвилин	16
10. Пасажир очікує маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння більше ніж 15-ть хвилин	0
11. Пасажир очікує маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд до 5-ти хвилин	0
12. Пасажир очікує маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд від 5-ти до 15-ти хвилин	0
13. Пасажир очікує маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин	12

Графічна інтерпретація результатів анкетування наведена на рис. 4.1-4.5.
Розрахунок по розробленій імітаційній моделі представлені в Додатку А.



Умовні позначення:

- — тролейбус;
-→ — автобус;
- · - · → — маршрутне таксі;
- — пасажир.

Рисунок 4.1 – Вибір пасажиром маршрутів згідно першої стратегії
(пасажир їде на першому ТЗ, який прибуде на

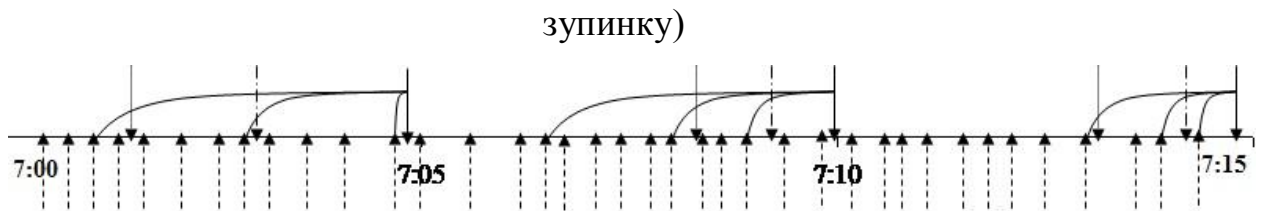


Рисунок 4.2 – Вибір пасажирами маршрутів згідно третьої стратегії
(пасажир очікує ТЗ, який самий дешевий від 5 до 15

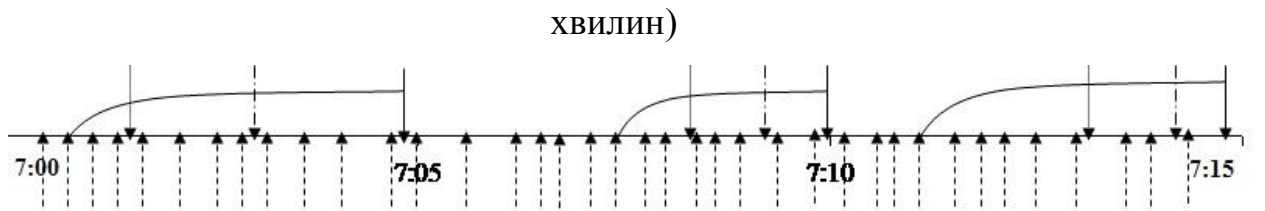


Рисунок 4.3 – Вибір пасажирами маршрутів згідно сьомої стратегії
(пасажир очікує ТЗ, який має саму високу швидкість доставки більше 15-ти
хвилин)

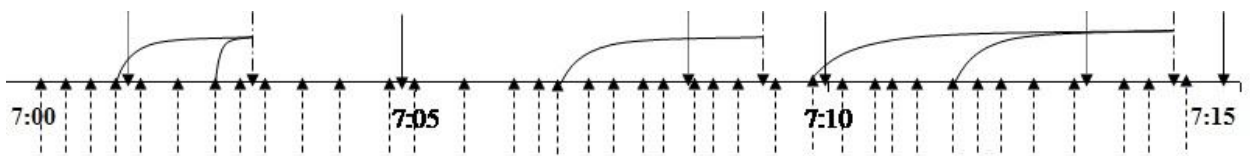


Рисунок 4.4 – Вибір пасажирами маршрутів згідно дев'ятої стратегії
(пасажир очікує ТЗ, в якому є вільні місця для сидіння від 5 до 15
хвилин)

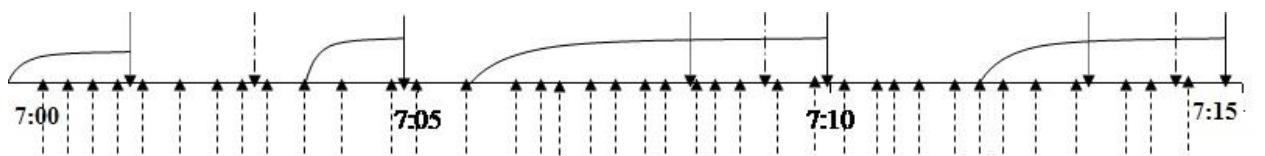


Рисунок 4.5 – Вибір пасажирами маршрутів згідно тринадцятої
стратегії (пасажир очікує ТЗ, в якому дозволено пільговий проїзд більше 15-ти
хвилин)

Зазначимо, що для визначення пріоритетів пасажирів при виборі відповідних маршрутів проведено анкетне опитування пасажирів. Запропоновано 13 основних можливих стратегій поведінки пасажирів при

виборі маршруту пересування. За результатами анкетного опитування виявлено, що пасажери віддають пріоритет маршруту, який перший прибуває на зупиночний пункт, тобто пасажир обирає маршрут, час очікування якого мінімальний. Виявлено, що пасажери вирішують проблему вибору маршрутів опираючись на маршрути міського пасажирського транспорту, в яких інтервал руху найменший та вартість проїзду в яких мінімальна.

4.2 Результати обстежень вибору пасажирів маршруту міського пасажирського транспорту

За допомогою програми STATISTICA 6.0 визначили за яким законом розподіляється випадкова величина, тобто час очікування пасажиром маршруту МПТ для здійснення переміщення. Спочатку визначаються статистичні параметри випадкової величини – середнє значення $\bar{x}=8,759$, розмах варіювання $R=14,9$ та середньоквадратичне відхилення $G=3,67$. Потім визначаються необхідна кількість інтервалів та ширина області розподілу випадкової величини. Розрахунок цих показників проводиться в програмі STATISTICA 6.0, результати розрахунку представлені в додатку. Далі будується гістограма розподілу теоретичної частоти випадкової величини (рисунк 4.6).

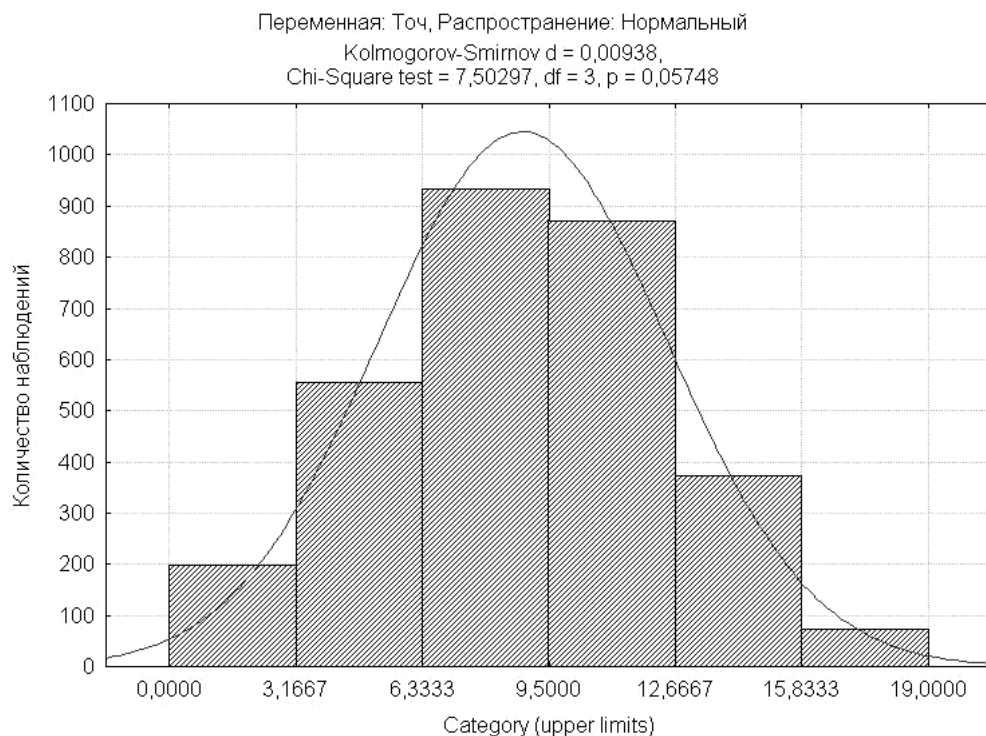


Рисунок 4.6 – Гістограма розподілу теоретичної частоти випадкової величини

При дослідженні виявлено, що 53,2% пасажирів обрали маршрут №10 (тролейбус), 30,9% пасажирів обрали маршрут №274 (автобус), та лише 15,9% пасажирів обрали маршрут №44 (маршрутне таксі). Вибір пасажирями маршрутів міського пасажирського транспорту представлений в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Вибір пасажирями маршрутів МПТ в ранковий період “пік”

№ рейсу	Кількість пасажирів, які обрали маршрут № 10(тролейбус), пас.	Кількість пасажирів, які обрали маршрут № 274 (автобус), пас.	Кількість пасажирів, які обрали маршрут №44 (маршрутне таксі), пас.
0	58	98	10
1	125	23	9
2	139	29	11
3	129	28	10
4	129	26	10
5	131	26	10
6	60	98	10
7	60	97	10
8	131	26	10
9	128	28	10
10	125	23	9
11	139	29	11
12	129	28	10
13	129	26	10
14	131	26	10
15	130	28	10
16	131	26	10
17	60	91	10

Після проведення експерименту необхідно оцінити його відтворюваність. Відтворюваність експерименту оцінюється за критерієм Кохрена (G-критерій). Розрахункове значення G-критерію визначається як відношення максимальної дисперсії значень функції відгуку до суми дисперсій по всім серіям опитів:

$$G_p = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{j=1}^n S_j^2}, \quad (4.1)$$

де $S_{\max}^2$ – максимальна дисперсія;

S_j^2 – дисперсія по всім серіям опитів;

n – кількість серій опитів, $n=8$.

Дисперсію емпіричних значень функції відгуку розраховуємо за допомогою функції електронних таблиць Excel:

$$G_p = \frac{13,97399}{78,98916} = 0,150317.$$

Експеримент вважається таким, що може бути відтворений, якщо виконується умова:

$$G_p \leq G_{\text{табл}}, \quad (4.2)$$

де $G_{\text{табл}}$ – табличне значення критерію Кохрена.

Табличне значення критерію Кохрена приймають по розрахунковій таблиці граничних значень критерію Кохрена в залежності від рівня значущості та числа ступенів свободи. Рівень значущості визначається за формулою:

$$\alpha = 1 - P_{\alpha}, \quad (4.3)$$

де P_0 – значення рівня довірчої вірогідності (на транспорті $P_d=95\%$).

$$\alpha = 1 - 0,95 = 0,05.$$

Число ступенів свободи розраховується за формулою [49]:

$$q = m - 1, \quad (4.4)$$

де m – кількість опитів в одній серії.

$$q = 375 - 1 = 374.$$

Для рівня значущості 0,05 і $n=8$ та $q=374$ згідно з таблицею значення критерію Кохрена $G_{\text{табл}}=0,1616$. Оскільки $0,150317 < 0,1616$, то вимірювання в експерименті слід вважати такими, що відтворюються.

4.3 Аналіз результатів моделювання перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах

Для оцінки ступеня впливу входних факторів на вихід системи складається регресійна модель. Тому що модель вибору пасажиром маршрутів міського пасажирського транспорту базується на результатах анкетного опитування користувачів МПТ, а саме на стратегіях поведінки пасажирів, то регресійну модель можливо побудувати тільки від одного параметру (інтервалу руху). Регресійну модель можна представити у вигляді апроксимуючого поліному першого порядку:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot I, \quad (4.5)$$

де Y – функція відклику (частка пасажирів, які обрали маршрут МПТ) ;

a_0, a_1 – коефіцієнти регресії;

I – інтервал руху ТЗ.

Коефіцієнти регресійної моделі та їх значимість розраховуємо за допомогою програми Excel.

Регресійна модель має вигляд:

$$Y = 263,4 - 30,595 \cdot I.$$

де Y – частка пасажирів, які обрали маршрут МПТ, %;

I – інтервал руху ТЗ, хв.

Значущість показників, які входять до моделей, оцінюється «Р-значенням», це значенням не повинно перевищувати 5%, а «Р-значення» всіх показників, які входять до розробленої імітаційної моделі на багато нижче ніж 5%, отже показники значимі. Значення «R-квадрата» для розробленої імітаційної моделі дорівнює лише 0,2, це свідчить про те, що в регресійній моделі не враховано 80% факторів, а тільки 20% враховано, тобто вибір пасажиром маршрутів залежить не тільки від інтервалу руху, а і від інших, не врахованих в даній регресійній моделі, факторів. Тому необхідно проаналізувати, як зміниться вибір пасажиром маршрутів МПТ, якщо зміниться стратегія їх поведінки та інтервал руху.

Ситуація перша. Для пасажирів пріоритетною є перша стратегія вибору маршруту МПТ, значення інтервалу руху ТЗ змінюється від 3 до 12 хвилин, тобто 42% пасажирів обирають маршрут по першій стратегії (пасажир очікує перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту), 24% пасажирів обирають маршрут по третій стратегії (пасажир очікує маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин), 6% пасажирів обирають маршрут по сьомій стратегії (пасажир очікує маршрут міського пасажирського транспорту, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15 хвилин), 16% пасажирів обирають маршрут по дев'ятій стратегії (пасажир очікує маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння від 5-ти до 15-ти хвилин), 12% пасажирів обирають маршрут по тринадцятій стратегії (пасажир очікує маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин). Залежність часу очікування пасажиром маршрутів від інтервалу руху ТЗ при першій ситуації представлена на рисунку 4.7.

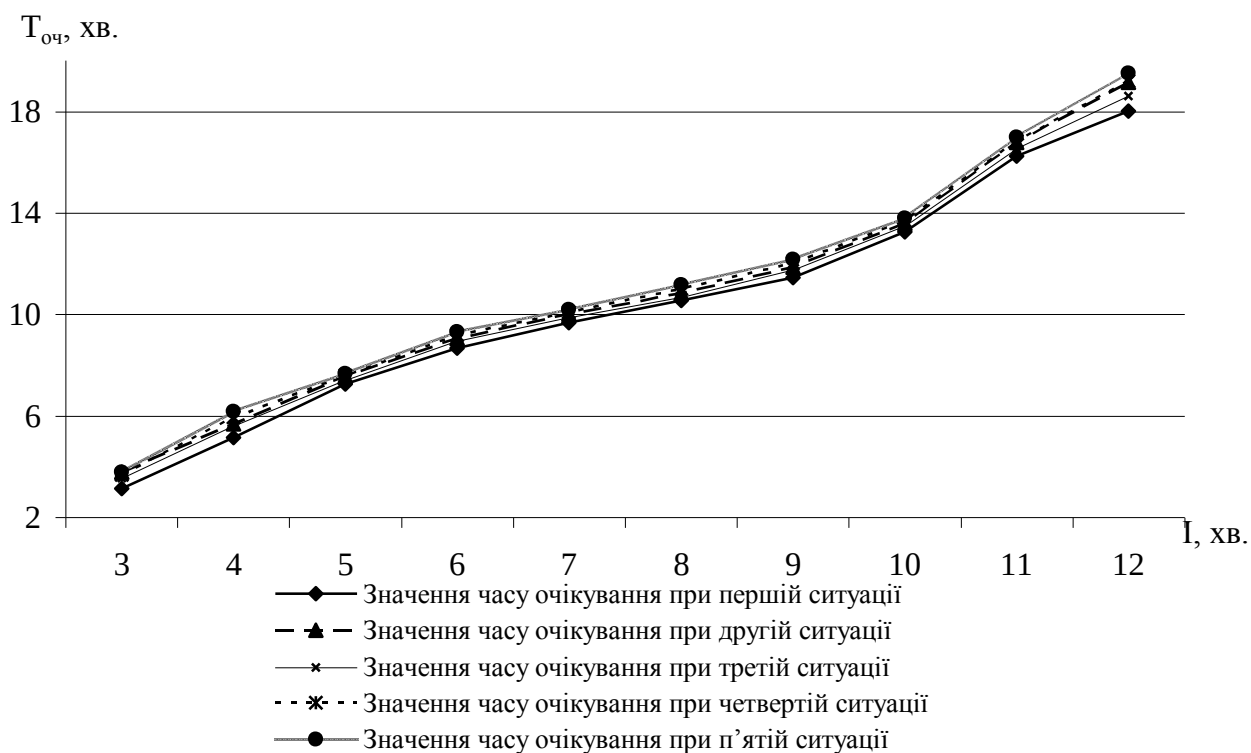


Рисунок 4.7 – Залежність часу очікування пасажирів маршрутів від інтервалу руху

Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху ТЗ при першій ситуації представлена на рисунку 4.8.

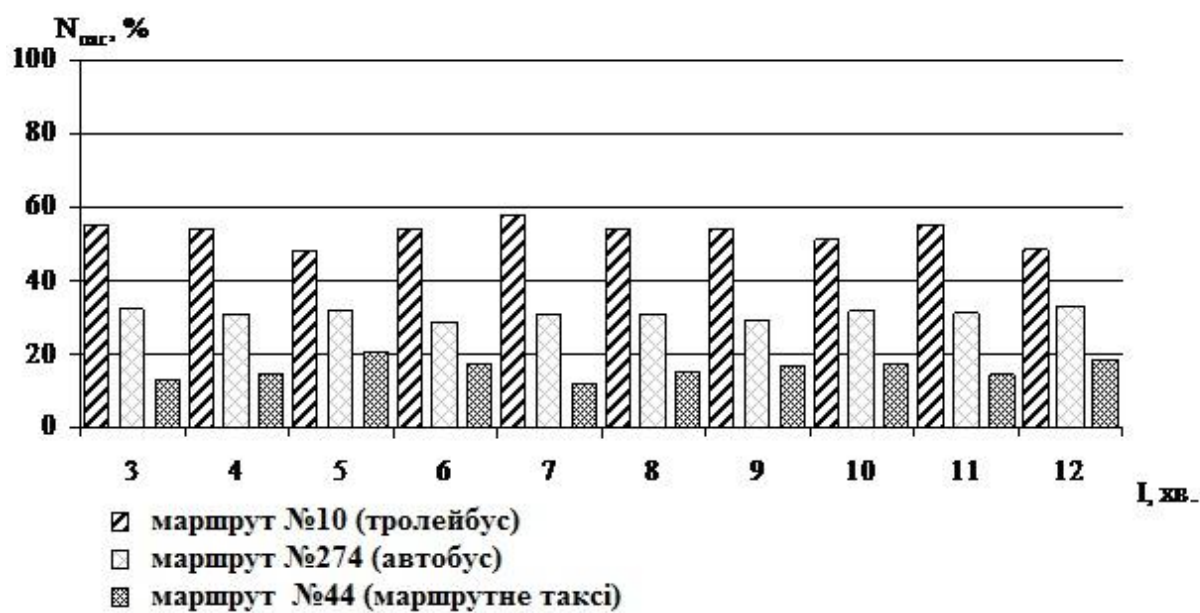


Рисунок 4.8 – Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху при першій ситуації

Ситуація друга. Для пасажирів пріоритетною є третя стратегія вибору маршруту МПТ, а значення інтервалу руху ТЗ змінюється від 3 до 12 хвилин, тобто 15% пасажирів обирають маршрут по першій стратегії (пасажир очікує перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту), 40% пасажирів обирають маршрут по третій стратегії (пасажир очікує маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по сьомій стратегії (пасажир очікує маршрут міського пасажирського транспорту, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15 хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по дев'ятій стратегії (пасажир очікує маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння від 5-ти до 15-ти хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по тринадцятій стратегії (пасажир очікує маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин). Залежність часу очікування пасажирами маршрутів від інтервалу руху ТЗ при четвертій ситуації представлена на рисунку 4.1. Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху ТЗ при другій ситуації представлена на рисунку 4.9.

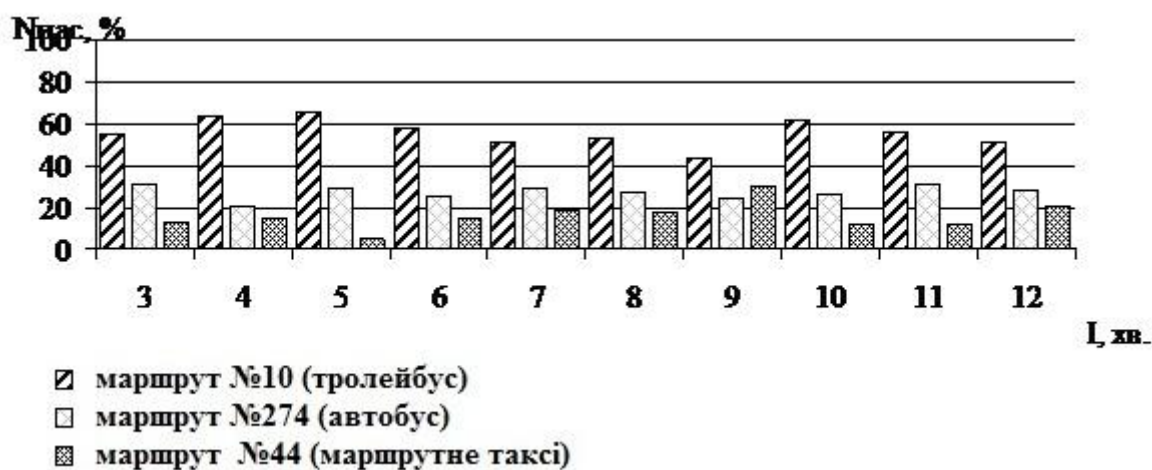


Рисунок 4.9 – Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху при другій ситуації

Ситуація третя. Для пасажирів пріоритетною є сьома стратегія вибору маршруту МПТ, а значення інтервалу руху ТЗ змінюється від 3 до 12 хвилин,

тобто 15% пасажирів обирають маршрут по першій стратегії (пасажир очікує перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту), 15% пасажирів обирають маршрут по третій стратегії (пасажир очікує маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин), 40% пасажирів обирають маршрут по сьомій стратегії (пасажир очікує маршрут міського пасажирського транспорту, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15 хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по дев'ятій стратегії (пасажир очікує маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння від 5-ти до 15-ти хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по тринадцятій стратегії (пасажир очікує маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин). Залежність часу очікування пасажирами маршрутів від інтервалу руху ТЗ при третій ситуації представлена на рисунку 4.1. Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху ТЗ при третій ситуації представлена на рисунку 4.10.

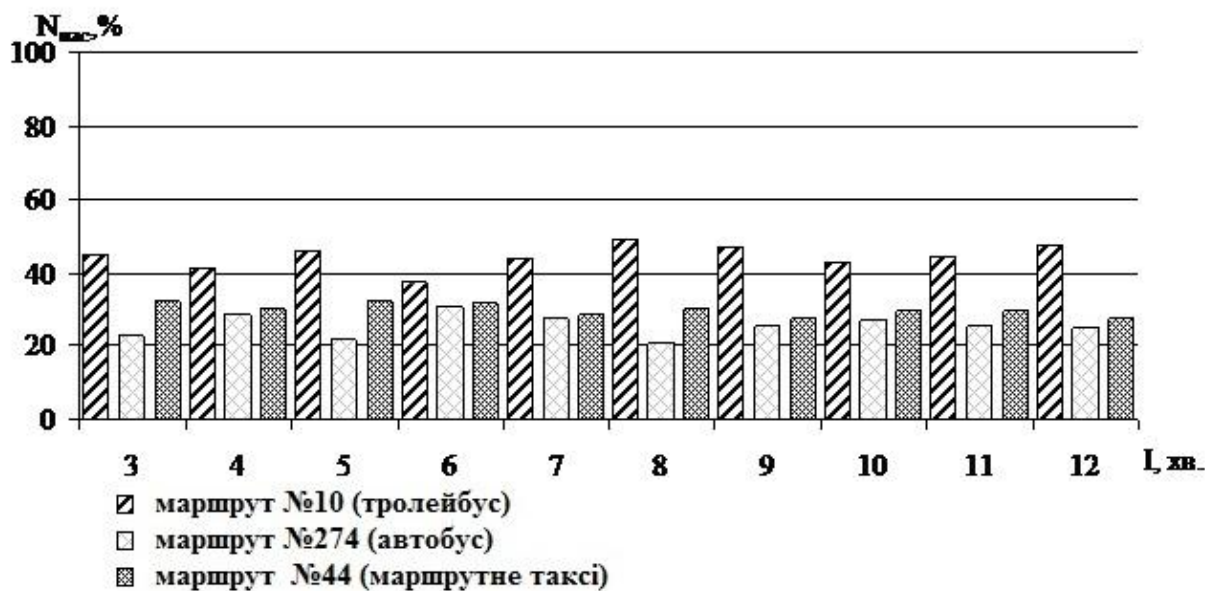


Рисунок 4.10 – Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху при третій ситуації

Ситуація четверта. Для пасажирів пріоритетною є дев'ята стратегія вибору маршруту МПТ, а значення інтервалу руху ТЗ змінюється від 3 до 12

хвилин, тобто 15% пасажирів обирають маршрут по першій стратегії (пасажир очікує перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту), 15% пасажирів обирають маршрут по третій стратегії (пасажир очікує маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по сьомій стратегії (пасажир очікує маршрут міського пасажирського транспорту, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15 хвилин), 40% пасажирів обирають маршрут по дев'ятій стратегії (пасажир очікує маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння від 5-ти до 15-ти хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по тринадцятій стратегії (пасажир очікує маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин). Залежність часу очікування пасажирями маршрутів від інтервалу руху ТЗ при четвертій ситуації представлена на рисунку 4.1. Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху ТЗ при четвертій ситуації представлена на рисунку 4.11

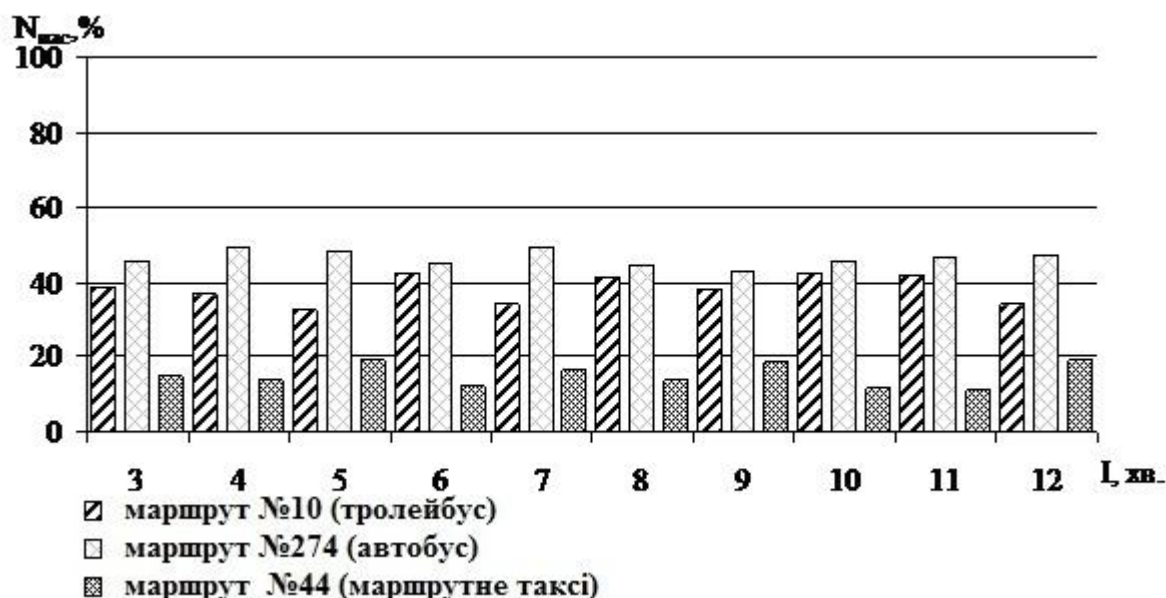


Рисунок 4.11 – Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху при четвертій ситуації

Ситуація п'ята. Для пасажирів пріоритетною є тринадцята стратегія вибору маршруту МПТ, а значення інтервалу руху ТЗ змінюється від 3 до 12

хвилин, тобто 15% пасажирів обирають маршрут по першій стратегії (пасажир очікує перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту), 15% пасажирів обирають маршрут по третій стратегії (пасажир очікує маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по сьомій стратегії (пасажир очікує маршрут міського пасажирського транспорту, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15 хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по дев'ятій стратегії (пасажир очікує маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння від 5-ти до 15-ти хвилин), 40% пасажирів обирають маршрут по тринадцятій стратегії (пасажир очікує маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин). Залежність часу очікування пасажирями маршрутів від інтервалу руху ТЗ при п'ятій ситуації представлена на рисунку 4.1. Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху ТЗ при п'ятій ситуації представлена на рисунку 4.12.

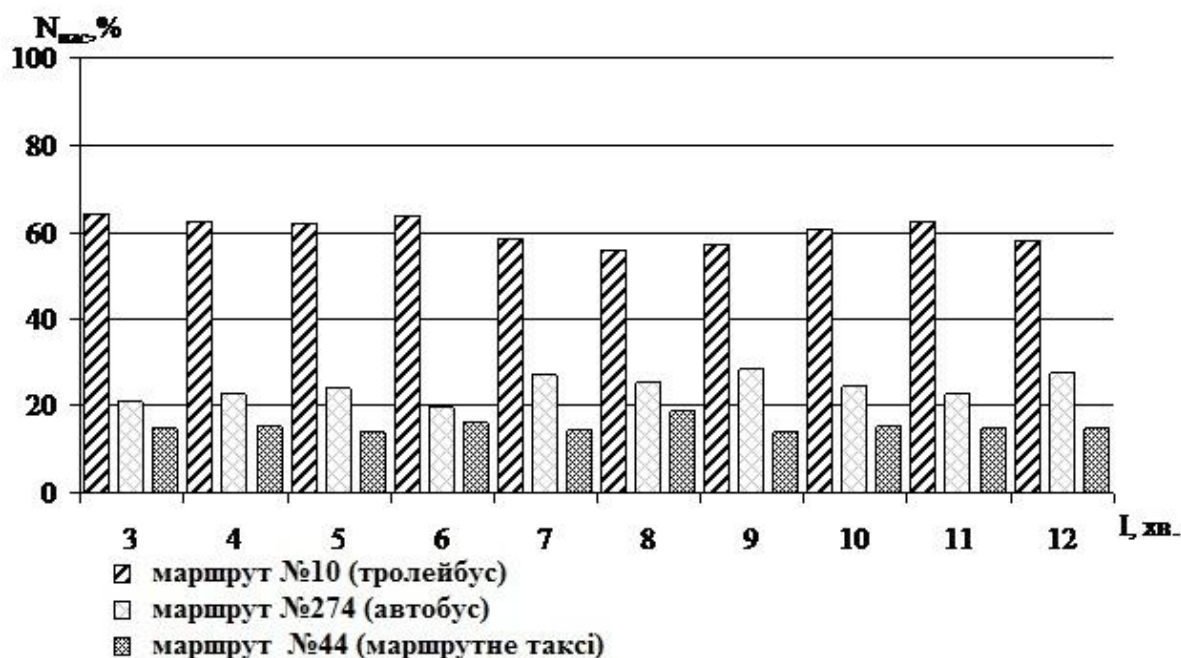


Рисунок 4.12 – Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху при п'ятій ситуації

Висновки по четвертому розділу

1. При експериментальному дослідженні, проведеному на прикладі елементів маршрутної мережі МПТ міста Кропивницького, в ранковий період “пік”, виявлене фактичне перерозподілення пасажиропотоків між обраними маршрутами. Так встановлено, що 53,2% пасажирів обрали маршрут № 10 (тролейбус), 30,9% пасажирів обрали маршрут № 274 (автобус), та лише 15,9% пасажирів обрали маршрут № 44 (маршрутне таксі). За отриманими результатами імітаційного моделювання в середовищі Excel можна зробити висновок, що маршрут № 44 (маршрутне таксі) менш привабливий, ніж маршрут № 10 (тролейбус) та маршрут № 274 (автобус) по таким показникам як: інтервал руху, вартість проїзду та наявність вільних місць для сидіння. Тому цим показникам потрібно уділяти найбільшу увагу на інших маршрутах.

2. Аналіз результатів дослідження свідчить, що при першій ситуації для якої пріоритетною є перша стратегія вибору маршруту МПТ мінімальний час очікування становить 3,13 хвилин. При другій ситуації для якої пріоритетною є третя стратегія вибору маршруту – 3,78 хвилин. При третій ситуації для якої пріоритетною є сьома стратегія вибору маршруту – 3,55 хвилин. При четвертій ситуації для якої пріоритетною є дев'ята стратегія – 3,67 хвилин. При п'ятій ситуації для якої пріоритетною є тринадцята стратегія вибору маршруту – 3,79 хвилин.

3. За результатами анкетування пасажирів віддають пріоритет маршруту, якого транспортний засіб перший прибуває на зупиночний пункт, тобто пасажир обирає маршрут, час очікування якого мінімальний. Якщо пасажирів будуть обирати маршрут, вартість проїзду якого найменша, то час очікування ТЗ збільшиться на 20,7%. Якщо пасажирів будуть обирати маршрут, швидкість доставки якого найвища, то час очікування ТЗ збільшиться на 13,4%. Якщо пасажирів будуть обирати маршрут, у якого гарантовано є вільні місця для сидіння, то час очікування ТЗ збільшиться на 17,2%. Якщо пасажирів будуть

обирати маршрут, в якому йому дозволений пільговий проїзд, то час очікування ТЗ збільшиться на 21,1%.

4. Провівши оцінку ефективності транспортного процесу на міських маршрутах, запропонована модель відповідає вітчизняному рівню і є важливою з точки зору підприємств-перевізників і її можливо використати на практиці через ряд позитивних результатів.

ВИСНОВКИ

1. Одним з найбільш прийнятних методів оцінки ефективності функціонування міського пасажирського транспорту із погляду використання економічних і трудових ресурсів є моделювання процесу привабливості маршрутів міських пасажирських перевезень дозволяє найбільше ефективно оцінювати різні наслідки зміни параметрів маршрутної мережі. У той же час моделювання функціонування МПТ значно дешевше й ефективніше, ніж оцінка параметрів її функціонування за допомогою впровадження різних варіантів маршрутної мережі.

2. Одним з ключових елементів моделювання роботи міського пасажирського транспорту є встановлення перерозподілу пасажиропотоків між маршрутами. Проблема визначення пасажиропотоків по маршрутах мережі при моделюванні міської пасажирської транспортної системи є менш вивченою. Існуючі моделі розподілу пасажиропотоків вирішують питання вибору пасажиром того або іншого шляху пересування залежно від таких показників пересування, як сумарний час очікування, час пересування в транспорті, кількість пересаджень, інтенсивність руху, вид транспорту, рівня заповнення салону. Однак ці дослідження не враховують величину вартості проїзду у транспорті і розгляд показників в комплексі, адже зміна одного значного параметра при виборі маршруту МПТ веде до відмови від нього.

3. Для визначення пріоритетів пасажирів при виборі відповідних маршрутів проведено анкетне опитування пасажирів. Для розгляду було запропоновано 13 основних можливих стратегій поведінки пасажирів при виборі маршруту пересування. За результатами анкетного опитування виявлено, що пасажирів віддають пріоритет маршруту, якого транспортний засіб перший прибуває на зупиночний пункт, тобто пасажир обирає маршрут, час очікування якого мінімальний. Виявлено, що пасажирів вирішують проблему вибору маршрутів опираючись на маршрути міського пасажирського транспорту, в яких інтервал руху найменший та вартість проїзду в яких мінімальна.

4. При дослідженні привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту математичну модель не можна побудувати, тому що при побудові такої моделі необхідні чіткі та точні аналітичні залежності. В той час процес вибору пасажиром маршрутів міського пасажирського транспорту є випадковим. Статистичне моделювання може бути використано, як доповнення до імітаційного моделювання. Тому що це моделювання базується на статистичних даних, які отримують в ході пасивного експерименту. Статистичне моделювання надає змогу визначити природу отриманих даних, а дані можна отримати при імітуванні поведінки системи при певних умовах її функціонування. Тому для побудови моделі визначення привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту застосовано метод імітаційного моделювання. Критерієм ефективності при виборі найбільш привабливого маршруту міського пасажирського транспорту виступає середній час очікування пасажиром транспортних засобів на зупиночному пункті.

5. При експериментальному дослідженні, проведеному на прикладі елементів маршрутної мережі МПТ міста Кропивницького, в ранковий період “пік”, виявлене фактичне перерозподілення пасажиропотоків між обраними маршрутами. Так встановлено, що 53,2% пасажирів обрали маршрут №10 (тролейбус), 30,9% пасажирів обрали маршрут №274 (автобус), та лише 15,9% пасажирів обрали маршрут №44 (маршрутне таксі). За отриманими результатами імітаційного моделювання в середовищі Excel можна зробити висновок, що маршрут №44 (маршрутне таксі) менш привабливий, ніж маршрут №10 (тролейбус) та маршрут №274 (автобус) по таким показникам як: інтервал руху, вартість проїзду та наявність вільних місць для сидіння. Тому цим показникам потрібно уділяти найбільшу увагу на маршруті №44 (маршрутне таксі), а на маршрутах №10 (тролейбус) та №274 (автобус), щоб досягти досконалості потрібно приділяти увагу такому показнику як швидкість пересування.

6. Аналіз результатів свідчить, що при першій ситуації для якої пріоритетною є перша стратегія вибору маршруту МПТ мінімальний час

очікування становить 3,13 хвилин. При другій ситуації для якої пріоритетною є третя стратегія вибору маршруту – 3,78 хвилин. При третій ситуації для якої пріоритетною є сьома стратегія вибору маршруту – 3,55 хвилин. При четвертій ситуації для якої пріоритетною є дев'ята стратегія – 3,67 хвилин. При п'ятій ситуації для якої пріоритетною є тринадцята стратегія вибору маршруту – 3,79 хвилин. За результатами анкетного опитування пасажери віддають пріоритет маршруту, який перший прибуває на зупиночний пункт, тобто пасажир обирає маршрут, час очікування якого мінімальний. Якщо пасажери будуть обирати маршрут, вартість проїзду якого найменша, то час очікування ТЗ збільшиться на 20,7%. Якщо пасажери будуть обирати маршрут, швидкість доставки якого найвища, то час очікування ТЗ збільшиться на 13,4%. Якщо пасажери будуть обирати маршрут, у якого гарантовано є вільні місця для сидіння, то час очікування ТЗ збільшиться на 17,2%. Якщо пасажери будуть обирати маршрут, в якому йому дозволений пільговий проїзд, то час очікування ТЗ збільшиться на 21,1%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Головатий А.О., Голуб Д.В. Теоретичні і методологічні основи логістики транспортних і виробничих систем / монографія під заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В.В. – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2021. – 503 с.
2. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем : монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.] ; під заг. ред. В. В. Ауліна. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. - 428с.
3. Аулін В.В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія / В.В. Аулін, Д.В. Голуб, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко. – Кропивницький: Видавництво ТОВ "КОД", 2017. – 370 с.
4. Методичні вказівки з науково-дослідної практики: для здобувачів за освітньо-професійної програми "Транспортні технології (автомобільний транспорт)" другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 275 – Транспортні технології (автомобільний транспорт) денної та заочної форми навчання / уклад.: В.В. Аулін, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, Д.В. Голуб, А.П. Голованов; М-во освіти і науки Укр., Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – 29 с.
5. Методичні вказівки для виконання випускної кваліфікаційної роботи для здобувачів за освітньо-професійної програми "Транспортні технології (автомобільний транспорт)" другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті) денної та заочної форми навчання / уклад.: В.В. Аулін, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, Д.В. Голуб, Д.В. Вінницький; під заг. редакцією д.т.н., проф. Ауліна В.В. М-во освіти і науки Укр., Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – 42 с.

6. Доля В.К. К вопросу моделирования провозной возможности маршрутной сети. Доля В.К., Вдовиченко В.А. // Вестник КДПУ Вып. 4 – Кременчуг: КДПУ, 2002. – с. 61-64.
7. Босняк М.Г. Критерій оцінки процесу перевезень пасажирів. Босняк М.Г., Коцюк О.Я. – К.: УТУ, 1996. - 22с. Рук. – Деп. в ГНТБ України 11.11.96, №2206, Ук96.
8. Harb J. Systemova analyza. Harb J., Veprek J. SNTL. Praha. 1996. – 214 с.
9. Коцюк А.Я. Совершенствование автобусных маршрутных систем в крупных и крупнейших городах: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Киев, 1990. – 20 с.
10. Ігнатенко О.С. Організація автобусних перевезень в містах: Навч. посібник. Ігнатенко О.С., Маруніч В.С. – К.: УТУ, 1998. – 196 с.
11. Hasselstroem D. Public transportation Planning; A mathematical Programming Approach, Department of Business Administration, University of Gothenburg, Sweden, 1981.
12. Доля В.К. Методы организации перевозок пассажиров в городах. – Харьков: Основа, 1992. – 144 с.
13. Ворон О.І. Вдосконалення методів оцінки якості надання транспортних послуг. // Автошляховик України. Київ., с. 70-74. 2005 р
14. Бережна Ю.О. Підвищення якості обслуговування пасажирів на автомобільному транспорті загального користування. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Вып. №4/2 (16) 2005. с. 22-25.
15. Вдовиченко В. А. Экспериментальное исследование функции привлекательности маршрутов городской пассажирской транспортной системы. // Вестник ХГАДТУ - Харьков РИО ХГАДТУ – 2002 г.
16. Demchuk, I. The Model of Correspondence of Passenger Transportation on the Basis of Fuzzy Logic / Ye. Fornalchyk, A. Bilous, I. Demchuk - Econtechmod : an international quarterly journal on economics in technology, new technologies and modelling processes. - Lublin ; Rzeszow, 2015. - Volume 04, number 2. - P.59-64.

17. Демчук, І.А. Визначення інтервалів руху та наповненості салонів транспортних засобів на міських маршрутах / Форнальчик Є.Ю., Демчук І.А. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – Луцьк, 2016, No1 (5), С.163-166.

18. Горбачов П. Ф. Нова концепція моделювання потреб населення у трудових пересуваннях міським пасажирським транспортом / П. Ф. Горбачов // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. - 2009. - No27. -С.210-214.

19. Горбачов П. Ф. Визначення кількості варіантів матриці кореспонденцій при зв'язних місткостях транспортних районів по відправленню та прибуттю / П. Ф. Горбачов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2009. - 3/5 (39). - С.25-27.

20. Горбачов П.Ф. Сучасні наукові підходи до організації роботи маршрутного пасажирського транспорту в містах: монографія / Горбачов П.Ф. - Х.: ХНАДУ, 2009. – 196 с.

21. Вдовиченко В. А. Эффективность функционирования городской пассажирской транспортной системы: дис. канд. техн. наук / В. А. Вдовиченко. - Харьков: ХНАДУ, 2004. - 193 с.

22. Россолов О. В. Моделювання попиту на послуги міського пасажирського транспорту при проведенні масових заходів у містах / О. В. Россолов, Є. В. Любий, В. Ю. Король, О. С. Левченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2013. - Т.3, No3/63. - С.22-25.

23. Дмитриченко М.Ф. Концепція проектування систем міських пасажирських перевезень / Дмитриченко М.Ф., Шпильовий І.Ф., Маруніч В.С., Вакарчук І.М. // Проблеми транспорту: зб. наук. пр. - К.: НТУ, 2011. - Вип.8. - С.3-8.

24. Пасажирські автомобільні перевезення. Терміни та визначення: ДСТУ 2610-94 – [Чинний від 1995-07-01]. - К.: Держстандарт України, 1994. - 16 с.: (Державні стандарти України).

Додатки

Таблиця А.1 – Результати розрахунку імітаційної моделі вибору пасажирами маршрутів МПТ

№ пас	T _в	Δt	t _{пл}	T _{поч}	I	I (12)	I (14)	I (8)	N	t _{п.к.} (12)	t _{п.к.} (14)	t _{п.к.} (8)	ΔT (12)	ΔT (14)	ΔT (8)	t _{оч} (12)	t _{оч} (14)	t _{оч} (8)	Стратегія	№ обраного ТЗ	T _{оч}
1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	405	1,22	9	420	5	6	5	7	0	3	2	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,901	6,23	8,447	1	14	6,23
2	405	4,6	4	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,525	8,854	10,07	1	14	8,854
3	405	2,56	6	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,559	8,888	10,1	1	14	8,888
4	405	1,67	4	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	12,46	11,79	13	1	14	11,79
5	405	1,35	7	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,778	9,107	10,32	1	14	9,107
6	405	2,25	4	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	11,88	11,21	12,42	1	14	11,21
7	405	2,36	5	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,77	10,1	11,31	1	14	10,1
8	405	2,73	6	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,396	8,724	9,941	2	12	9,396
9	405	4,35	7	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,771	6,1	7,317	2	12	6,771
10	405	1	4	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	13,12	12,45	13,67	2	12	13,12
11	405	0,99	7	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,13	9,46	10,68	2	12	10,13
12	405	1,15	8	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,978	8,306	9,523	3	14	9,523
13	405	1,23	7	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,894	9,223	10,44	4	14	9,223
14	405	1,66	8	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,462	7,791	9,008	4	14	7,791
15	405	3,7	8	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,42	5,748	6,965	4	14	5,748
16	405	4,25	6	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,879	7,208	8,425	5	12	7,879
17	405	4,07	4	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,05	9,378	10,59	5	12	10,05
18	405	2,43	5	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,69	10,02	11,23	1	14	10,02
19	405	1,48	7	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,647	8,976	10,19	1	14	8,976
20	405	3,45	6	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,675	8,004	9,221	1	14	8,004
21	405	2,44	6	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,68	9,008	10,23	1	14	9,008
22	405	3,59	8	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,538	5,866	7,083	1	14	5,866
23	405	4,79	5	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,337	7,665	8,882	1	14	7,665
24	405	2,87	8	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,253	6,581	7,798	1	14	6,581
25	405	1,59	4	420	5	6	5	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	12,54	11,87	13,08	2	12	12,54

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
26	405	4,87	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,254	7,583	8,799	2	12	8,254
27	405	1,81	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,32	9,646	10,86	2	12	10,32
28	405	4,37	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,754	7,082	8,299	2	12	7,754
29	405	2,62	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,51	9,836	11,05	3	14	11,05
30	405	4,24	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,889	7,218	8,435	4	14	7,218
31	406	3,1	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,03	9,355	10,57	4	14	9,355
32	406	4,78	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,348	3,677	4,894	4	14	3,677
33	406	2,1	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,02	6,349	7,566	5	12	7,02
34	406	2,09	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,03	9,358	10,58	5	12	10,03
35	406	2,19	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,938	8,266	9,483	1	14	8,266
36	406	2,11	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	11,01	10,34	11,56	1	14	10,34
37	406	2,48	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,64	7,968	9,185	1	14	7,968
38	406	0,78	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,347	8,676	9,893	1	14	8,676
39	406	3,68	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,441	8,77	9,986	1	14	8,77
40	406	3,97	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,152	8,481	9,697	1	14	8,481
41	406	2,35	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,775	7,103	8,32	1	14	7,103
42	406	2,55	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,577	7,905	9,122	2	12	8,577
43	406	3,89	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,234	6,562	7,779	2	12	7,234
44	406	1,14	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,98	10,31	11,53	2	12	10,98
45	406	1,89	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,23	8,559	9,776	2	12	9,23
46	406	1,26	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,861	7,189	8,406	3	14	8,406
47	406	3,96	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,166	8,494	9,711	4	14	8,494
48	406	2,28	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,844	8,172	9,389	4	14	8,172
49	406	2,16	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,969	6,297	7,514	4	14	6,297
50	406	3,54	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,584	8,912	10,13	5	12	9,584
51	406	2,14	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,986	9,315	10,53	5	12	9,986
52	406	4,73	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,393	7,722	8,939	1	14	7,722
53	406	2,64	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,481	5,809	7,026	1	14	5,809
54	406	3,22	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,909	9,238	10,45	1	14	9,238
55	406	2,81	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,32	9,647	10,86	1	14	9,647
56	406	1,09	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	12,04	11,36	12,58	1	14	11,36
57	406	3,28	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,847	6,175	7,392	1	14	6,175

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
58	406	4,66	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,467	5,795	7,012	1	14	5,795
59	406	0,93	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,195	7,524	8,74	2	12	8,195
60	406	4,2	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,926	8,254	9,471	2	12	8,926
61	407	3,23	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,898	8,227	9,443	2	12	8,898
62	407	1,77	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,35	6,678	7,895	2	12	7,35
63	407	3,9	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,226	7,554	8,771	3	14	8,771
64	407	4,37	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,757	7,086	8,303	4	14	7,086
65	407	3,52	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,605	4,934	6,151	4	14	4,934
66	407	3,89	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,235	6,564	7,781	4	14	6,564
67	407	3,57	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,553	5,881	7,098	5	12	6,553
68	407	1,96	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,167	5,496	6,713	5	12	6,167
69	407	4,93	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,194	5,522	6,739	1	14	5,522
70	407	3,91	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,216	7,545	8,762	1	14	7,545
71	407	4,74	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,382	4,71	5,927	1	14	4,71
72	407	3,98	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,142	6,47	7,687	1	14	6,47
73	407	2,61	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,516	5,844	7,061	1	14	5,844
74	407	1,9	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,228	5,557	6,774	1	14	5,557
75	407	2,63	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,496	4,825	6,042	1	14	4,825
76	407	2,16	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,968	6,296	7,513	2	12	6,968
77	407	4,06	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,069	4,398	5,614	2	12	5,069
78	407	3,06	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,067	7,396	8,613	2	12	8,067
79	407	2,95	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,171	8,499	9,716	2	12	9,171
80	407	2,25	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,875	9,204	10,42	3	14	10,42
81	407	3,98	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,142	6,471	7,688	4	14	6,471
82	407	0,87	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,254	7,583	8,799	4	14	7,583
83	407	2,86	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,26	6,588	7,805	5	12	7,26
84	407	3,32	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,802	7,131	8,348	5	12	7,802
85	407	3,75	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,375	7,704	8,92	1	14	7,704
86	407	1,35	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,776	6,104	7,321	1	14	6,104
87	407	3,56	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,564	7,893	9,109	1	14	7,893
88	407	3,5	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,629	6,958	8,175	1	14	6,958

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
89	407	2,18	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,941	6,27	7,487	1	14	6,27
90	407	1,57	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,559	7,887	9,104	1	14	7,887
91	408	4,48	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,643	4,971	6,188	1	14	4,971
92	408	1,26	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,866	5,194	6,411	2	12	5,866
93	408	4,15	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,979	5,307	6,524	2	12	5,979
94	408	2,44	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,687	8,016	9,232	2	12	8,687
95	408	1,04	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10,08	9,408	10,62	2	12	10,08
96	408	2,35	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,772	7,1	8,317	3	14	8,317
97	408	1,26	9	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,866	4,195	5,412	4	14	4,195
98	408	2,11	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,01	7,338	8,555	4	14	7,338
99	408	0,96	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,161	5,49	6,707	5	12	6,161
100	408	1,12	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	10	9,333	10,55	5	12	10
101	408	2,8	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,32	7,648	8,865	1	14	7,648
102	408	1,5	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,625	4,954	6,171	1	14	4,954
103	408	1,49	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,638	4,966	6,183	1	14	4,966
104	408	4,1	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,025	5,353	6,57	1	14	5,353
105	408	2,38	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,746	4,075	5,291	1	14	4,075
106	408	1,41	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,718	5,047	6,264	1	14	5,047
107	408	3,14	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,987	4,316	5,532	1	14	4,316
108	408	2,63	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,499	7,828	9,044	2	12	8,499
109	408	3,58	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,54	5,869	7,086	2	12	6,54
110	408	1,17	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,951	9,279	10,5	2	12	9,951
111	408	2,32	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,8	8,128	9,345	2	12	8,8
112	408	2,95	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,169	7,498	8,715	3	14	8,715
113	408	2,87	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,254	3,583	4,8	4	14	3,583
114	408	3,31	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,811	7,139	8,356	4	14	7,139
115	408	3,46	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,669	5,998	7,215	4	14	5,998
116	408	3,67	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,45	5,778	6,995	5	12	6,45
117	408	1,77	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	9,356	8,684	9,901	5	12	9,356
118	408	3,95	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,173	2,502	3,718	1	14	2,502
119	408	3,59	9	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	2,532	1,861	3,077	1	14	1,861

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
120	408	2,04	9	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,079	3,408	4,625	1	14	3,408
121	409	1,88	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,241	6,57	7,787	1	14	6,57
122	409	0,87	9	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,251	3,58	4,797	1	14	3,58
123	409	1,19	9	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,931	3,26	4,476	1	14	3,26
124	409	3,68	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,447	2,776	3,993	1	14	2,776
125	409	4,51	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	2,618	1,946	3,163	2	12	2,618
126	409	3,2	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	2,926	2,255	3,472	2	12	2,926
127	409	2,34	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,788	7,116	8,333	2	12	7,788
128	409	2,84	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,283	2,612	3,828	2	12	3,283
129	409	3,28	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,846	5,174	6,391	3	14	6,391
130	409	2,45	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,673	7,001	8,218	4	14	7,001
131	409	3,55	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,576	2,904	4,121	4	14	2,904
132	409	1,58	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,548	3,877	5,094	4	14	3,877
133	409	2,57	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,558	6,887	8,104	5	12	7,558
134	409	2,13	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,993	5,322	6,539	5	12	5,993
135	409	4,45	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,674	4,003	5,22	1	14	4,003
136	409	2,63	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,496	6,825	8,042	1	14	6,825
137	409	3,09	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,033	4,361	5,578	1	14	4,361
138	409	3,92	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,206	4,535	5,752	1	14	4,535
139	409	1,67	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,454	3,783	4,999	1	14	3,783
140	409	4,24	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,885	3,214	4,431	1	14	3,214
141	409	2,99	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,13	4,459	5,676	1	14	4,459
142	409	3,68	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,443	2,771	3,988	2	12	3,443
143	409	4,46	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,664	2,993	4,209	2	12	3,664
144	409	0,88	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	8,246	7,575	8,792	2	12	8,246
145	409	1,22	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,904	7,233	8,45	2	12	7,904
146	409	4,95	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,17	4,498	5,715	3	14	5,715
147	409	2,41	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,713	6,041	7,258	4	14	6,041
148	409	4,5	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	2,621	1,95	3,167	4	14	1,95
149	409	3,26	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,865	5,194	6,411	4	14	5,194
150	409	3,11	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,012	4,341	5,558	5	12	5,012

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
151	410	0,95	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,175	6,504	7,721	5	12	7,175
152	410	1,18	9	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	2,948	2,277	3,494	1	14	2,277
153	410	1,64	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,484	2,812	4,029	1	14	2,812
154	410	2,94	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,18	3,509	4,726	1	14	3,509
155	410	3,44	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,687	3,016	4,233	1	14	3,016
156	410	2,45	8	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	2,676	2,005	3,222	1	14	2,005
157	410	1,27	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,852	6,18	7,397	1	14	6,18
158	410	3,42	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	5,704	5,032	6,249	1	14	5,032
159	410	0,83	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,294	6,622	7,839	2	12	7,294
160	410	2,61	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,517	5,845	7,062	2	12	6,517
161	410	1,45	5	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,672	6,001	7,218	2	12	6,672
162	410	2,39	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,738	3,067	4,284	2	12	3,738
163	410	3,63	6	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	3,494	2,822	4,039	3	14	4,039
164	410	1,23	7	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	4,893	4,222	5,438	4	14	4,222
165	410	3,02	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	6,106	5,434	6,651	4	14	5,434
166	410	2,06	4	420	5	6	7	0	3	3	5	0,1243	-0,547	-1,33	7,068	6,397	7,614	4	14	6,397
167	410	3,02	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	11,45	13,62	14,58	5	12	11,45
168	410	4,06	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,415	10,58	11,54	5	12	8,415
169	410	1,91	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,559	10,73	11,68	1	12	8,559
170	410	4,71	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,759	8,926	9,88	1	12	6,759
171	410	1,62	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	11,85	14,02	14,97	1	12	11,85
172	410	3,36	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,11	11,28	12,23	1	12	9,11
173	410	2,43	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	12,04	14,21	15,16	1	12	12,04
174	410	1,26	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	12,22	14,38	15,34	1	12	12,22
175	410	3,71	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	10,77	12,94	13,89	1	12	10,77
176	410	1,41	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	12,06	14,23	15,18	2	12	12,06
177	410	4,69	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,781	8,948	9,902	2	12	6,781
178	410	2,37	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	12,1	14,27	15,22	2	12	12,1
179	410	1,56	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	11,91	14,08	15,03	2	12	11,91
180	410	3,63	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,847	11,01	11,97	3	14	11,97
181	411	2,11	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,366	9,533	10,49	4	14	9,533

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
182	411	1,88	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,593	9,76	10,71	4	14	9,76
183	411	2,19	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	11,29	13,46	14,41	5	12	11,29
184	411	2,12	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	11,36	13,52	14,48	5	12	11,36
185	411	0,78	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	10,7	12,86	13,82	1	12	10,7
186	411	1,61	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,862	11,03	11,98	1	12	8,862
187	411	1,81	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	11,66	13,83	14,78	1	12	11,66
188	411	4,84	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,63	9,797	10,75	1	12	7,63
189	411	1,92	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,559	9,726	10,68	1	12	7,559
190	411	0,99	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,483	10,65	11,6	1	12	8,483
191	411	1,45	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	12,03	14,19	15,15	1	12	12,03
192	411	4,39	9	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,086	6,253	7,207	2	12	4,086
193	411	3,41	9	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,065	7,232	8,186	2	12	5,065
194	411	4,11	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,365	11,53	12,49	2	12	9,365
195	411	4,25	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,22	7,387	8,341	2	12	5,22
196	411	2,83	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,644	10,81	11,77	3	14	11,77
197	411	1,2	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,275	11,44	12,4	4	14	11,44
198	411	1,31	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,161	7,328	8,282	4	14	7,328
199	411	1,21	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,264	10,43	11,38	5	12	8,264
200	411	1,07	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	11,4	13,57	14,52	5	12	11,4
201	411	4,28	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,196	7,364	8,317	1	12	5,196
202	411	2,77	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,708	9,875	10,83	1	12	7,708
203	411	1,25	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	10,22	12,39	13,34	1	12	10,22
204	411	0,95	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	11,52	13,69	14,64	1	12	11,52
205	411	4,07	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	2,405	4,572	5,526	1	12	2,405
206	411	2,89	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,581	11,75	12,7	1	12	9,581
207	411	4,89	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	1,583	3,75	4,704	1	12	1,583
208	411	4,18	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,295	7,462	8,416	2	12	5,295
209	411	2,15	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	10,32	12,49	13,44	2	12	10,32
210	411	2,96	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	10,51	12,68	13,63	2	12	10,51
211	412	1,23	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,245	11,41	12,37	2	12	9,245
212	412	3,21	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,263	9,43	10,38	3	14	10,38

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
213	412	2,4	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,076	9,243	10,2	4	14	9,243
214	412	1,34	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,134	9,301	10,25	4	14	9,301
215	412	3,39	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,086	7,253	8,207	4	14	7,253
216	412	2,14	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	10,33	12,5	13,45	5	12	10,33
217	412	1,91	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,564	8,731	9,685	5	12	6,564
218	412	2,43	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,041	9,208	10,16	1	12	7,041
219	412	2,05	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,423	5,59	6,544	1	12	3,423
220	412	3,76	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,713	7,88	8,834	1	12	5,713
221	412	3,36	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,11	11,28	12,23	1	12	9,11
222	412	4,04	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,432	10,6	11,55	1	12	8,432
223	412	2,95	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,525	9,692	10,65	1	12	7,525
224	412	3,28	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,196	9,363	10,32	1	12	7,196
225	412	0,79	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,683	10,85	11,8	2	12	8,683
226	412	3,49	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,981	10,15	11,1	2	12	7,981
227	412	2,85	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,62	11,79	12,74	2	12	9,62
228	412	1,06	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,415	9,582	10,54	2	12	7,415
229	412	3,95	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	1,522	3,689	4,643	3	14	4,643
230	412	3	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,478	11,65	12,6	4	14	11,65
231	412	2,66	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,817	10,98	11,94	4	14	10,98
232	412	4,92	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,557	6,724	7,678	4	14	6,724
233	412	4,9	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,575	6,742	7,696	5	12	4,575
234	412	1,02	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,455	9,622	10,58	5	12	7,455
235	412	1,52	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,952	6,12	7,073	1	12	3,952
236	412	4,54	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,939	9,106	10,06	1	12	6,939
237	412	3,23	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,242	11,41	12,36	1	12	9,242
238	412	4,33	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,147	10,31	11,27	1	12	8,147
239	412	3,89	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,588	9,755	10,71	1	12	7,588
240	412	1,19	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,288	10,46	11,41	1	12	8,288
241	413	4,21	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,263	8,43	9,384	1	12	6,263
242	413	0,95	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,523	5,69	6,643	2	12	3,523
243	413	0,77	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,706	10,87	11,83	2	12	8,706

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
244	413	4,47	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,002	6,169	7,123	2	12	4,002
245	413	1,94	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,531	7,698	8,652	2	12	5,531
246	413	0,91	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	10,56	12,73	13,68	3	14	13,68
247	413	0,91	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,559	8,726	9,68	4	14	8,726
248	413	3,6	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,875	8,042	8,996	4	14	8,042
249	413	4,86	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,617	7,784	8,738	4	14	7,784
250	413	3,8	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,678	7,845	8,799	5	12	5,678
251	413	0,83	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,646	9,813	10,77	5	12	7,646
252	413	1,42	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,05	10,22	11,17	1	12	8,05
253	413	2,19	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	2,286	4,453	5,407	1	12	2,286
254	413	2,98	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,489	7,656	8,61	1	12	5,489
255	413	4,96	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,517	7,684	8,638	1	12	5,517
256	413	1,18	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,293	11,46	12,41	1	12	9,293
257	413	0,8	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,679	8,846	9,799	1	12	6,679
258	413	1,66	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,816	9,983	10,94	1	12	7,816
259	413	0,88	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,597	5,764	6,718	2	12	3,597
260	413	4,52	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	2,954	5,121	6,074	2	12	2,954
261	413	4,02	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,458	7,625	8,579	2	12	5,458
262	413	2,96	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,517	8,684	9,638	2	12	6,517
263	413	0,78	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,69	11,86	12,81	3	14	12,81
264	413	2,61	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,867	11,03	11,99	4	14	11,03
265	413	2,16	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,315	8,482	9,436	4	14	8,482
266	413	1,2	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,275	10,44	11,4	4	14	10,44
267	413	2,48	9	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,996	6,163	7,117	5	12	3,996
268	413	0,86	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,611	5,778	6,732	5	12	3,611
269	413	2,08	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,391	8,558	9,512	1	12	6,391
270	413	2,56	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,914	10,08	11,03	1	12	7,914
271	414	3,05	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,427	5,594	6,548	1	12	3,427
272	414	2,57	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,9	9,067	10,02	1	12	6,9
273	414	3,29	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,182	6,349	7,303	1	12	4,182
274	414	1,03	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	2,446	4,613	5,567	1	12	2,446

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
275	414	2,04	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,43	10,6	11,55	1	12	8,43
276	414	3,07	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,405	9,572	10,53	2	12	7,405
277	414	4,77	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,701	5,868	6,822	2	12	3,701
278	414	2,21	9	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,268	5,435	6,389	2	12	3,268
279	414	4,12	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,353	7,52	8,474	2	12	5,353
280	414	1,05	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,425	11,59	12,55	3	14	12,55
14	414	3,19	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,286	8,453	9,406	4	14	8,453
282	414	3,96	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,519	7,686	8,639	4	14	7,686
283	414	1,13	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,341	7,508	8,462	5	12	5,341
284	414	2,41	10	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	2,065	4,233	5,186	5	12	2,065
285	414	1,32	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,15	11,32	12,27	1	12	9,15
286	414	3,13	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,339	9,506	10,46	1	12	7,339
287	414	2,38	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,094	8,261	9,215	1	12	6,094
288	414	4,57	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,906	6,073	7,027	1	12	3,906
289	414	2,65	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,824	9,991	10,94	1	12	7,824
290	414	3,81	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,667	8,834	9,787	1	12	6,667
291	414	1,35	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,124	10,29	11,24	1	12	8,124
292	414	2,84	10	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	1,638	3,805	4,759	2	12	1,638
293	414	4,09	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	2,381	4,548	5,502	2	12	2,381
294	414	3,22	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,255	6,422	7,376	2	12	4,255
295	414	0,96	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	6,518	8,685	9,639	2	12	6,518
296	414	0,81	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,662	7,829	8,783	3	14	8,783
297	414	3,93	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,549	5,716	6,67	4	14	5,716
298	414	2,12	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	8,351	10,52	11,47	4	14	10,52
299	414	3,06	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,411	6,578	7,532	5	12	4,411
300	414	0,81	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	9,666	11,83	12,79	5	12	9,666
301	415	4,47	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,006	6,173	7,127	1	12	4,006
302	415	2,44	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,036	5,203	6,157	1	12	3,036
303	415	0,8	11	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	1,674	3,841	4,795	1	12	1,674
304	415	2,7	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	2,775	4,942	5,896	1	12	2,775
305	415	1,2	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,269	6,436	7,39	1	12	4,269

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
306	415	4,94	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	2,535	4,702	5,656	1	12	2,535
307	415	2,58	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,892	6,059	7,013	1	12	3,892
308	415	3,6	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,875	7,042	7,995	2	12	4,875
309	415	1,49	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,984	10,15	11,1	2	12	7,984
310	415	1,86	9	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	2,618	4,786	5,739	2	12	2,618
311	415	3,16	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,315	6,482	7,436	2	12	4,315
312	415	2,5	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,972	7,139	8,093	3	14	8,093
313	415	0,79	7	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,681	7,849	8,802	4	14	7,849
314	415	1,75	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,72	9,887	10,84	4	14	9,887
315	415	1,49	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,98	10,15	11,1	4	14	10,15
316	415	2,95	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,52	7,687	8,641	5	12	5,52
317	415	1,14	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,33	6,497	7,451	5	12	4,33
318	415	3,72	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,757	6,925	7,878	1	12	4,757
319	415	1,51	8	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,964	6,131	7,085	1	12	3,964
320	415	0,89	9	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	3,585	5,752	6,706	1	12	3,585
321	415	1,89	4	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	7,581	9,748	10,7	1	12	7,581
322	415	3,1	5	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	5,374	7,542	8,495	1	12	5,374
323	415	3,06	6	420	4	7	8	1	3	4	5	1,4737	-0,359	-1,405	4,41	6,577	7,531	1	12	4,41
324	415	2,2	7	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,31	15,52	13,07	1	12	11,31
325	415	2,5	5	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	13,01	17,22	14,77	2	12	13,01
326	415	1,2	6	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	13,31	17,52	15,07	2	12	13,31
327	415	2,03	7	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,48	15,69	13,24	2	12	11,48
328	415	1,45	5	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	14,06	18,27	15,82	2	12	14,06
329	415	4,19	11	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	5,324	9,534	7,083	3	14	7,083
330	415	3,07	7	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	10,44	14,65	12,2	4	14	14,65
331	416	0,99	10	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	8,517	12,73	10,28	4	14	12,73
332	416	1,89	7	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	10,62	14,83	12,38	4	14	14,83
333	416	3,04	4	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	12,47	16,68	14,23	5	12	12,47
334	416	2,24	6	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,27	15,48	13,03	5	12	11,27
335	416	1,02	6	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	12,49	16,69	14,24	1	12	12,49
336	416	1,18	5	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	13,33	17,54	15,09	1	12	13,33
337	416	2,72	5	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,79	16	13,55	1	12	11,79

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
338	416	1,46	6	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	12,06	16,26	13,81	1	12	12,06
339	416	2,15	7	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	10,36	14,57	12,12	1	12	10,36
340	416	0,92	7	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,59	15,8	13,35	1	12	11,59
341	416	2,46	4	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	13,05	17,26	14,81	1	12	13,05
342	416	2,26	6	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,25	15,46	13	2	12	11,25
343	416	1,56	6	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,95	16,16	13,71	2	12	11,95
344	416	1,75	8	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	9,765	13,97	11,52	2	12	9,765
345	416	3,52	8	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	7,989	12,2	9,747	2	12	7,989
346	416	0,9	11	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	7,606	11,82	9,364	3	14	9,364
347	416	3,1	9	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	7,411	11,62	9,169	4	14	11,62
348	416	2,45	7	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	10,06	14,27	11,82	4	14	14,27
349	416	4,2	5	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	10,31	14,52	12,07	4	14	14,52
350	416	2,17	8	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	9,34	13,55	11,1	5	12	9,34
351	416	3,8	8	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	7,713	11,92	9,471	5	12	7,713
352	416	3,94	4	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,57	15,78	13,33	1	12	11,57
353	416	1,41	9	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	9,097	13,31	10,86	1	12	9,097
354	416	1,7	7	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	10,81	15,02	12,57	1	12	10,81
355	416	3,43	9	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	7,076	11,29	8,834	1	12	7,076
356	416	3,29	4	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	12,22	16,43	13,98	1	12	12,22
357	416	4,27	4	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,24	15,45	13	1	12	11,24
358	416	4,93	7	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	7,583	11,79	9,342	1	12	7,583
359	416	4,04	4	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,47	15,68	13,23	2	12	11,47
360	416	1,14	5	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	13,37	17,58	15,13	2	12	13,37
361	417	1,36	8	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	9,15	13,36	10,91	2	12	9,15
362	417	3,39	4	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,12	15,33	12,88	2	12	11,12
363	417	4,95	10	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	3,557	7,767	5,316	3	14	5,316
364	417	1,67	8	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	8,839	13,05	10,6	4	14	13,05
365	417	1,93	9	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	7,578	11,79	9,337	4	14	11,79
366	417	2,86	6	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	9,647	13,86	11,41	4	14	13,86
367	417	3,34	6	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	9,173	13,38	10,93	5	12	9,173
368	417	0,89	4	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	13,62	17,83	15,38	5	12	13,62
369	417	1,14	9	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	8,373	12,58	10,13	1	12	8,373

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
370	417	1,59	5	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	11,92	16,13	13,68	1	12	11,92
371	417	3,66	4	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	10,85	15,06	12,61	1	12	10,85
372	417	1,44	7	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	10,07	14,28	11,83	1	12	10,07
373	417	2,84	5	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	10,67	14,88	12,43	1	12	10,67
374	417	4,85	8	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	5,657	9,867	7,415	1	12	5,657
375	417	3,21	6	420	6	8	7	2	2	3	3	1,5102	0,7198	0,2687	9,304	13,51	11,06	1	12	9,304

Таблиця Б.1 – Розрахунок показників у програмі STATISTICA 6.0

Переменная: Точ, Распространение: Нормальный (Spreadsheet1.sta)										
Kolmogorov-Smirnov d = 0,00938, Хи-квадрат = 7,50297, df = 3, p = 0,05748										
Верхний Граница	Измеренный Частота	Совокупный Измеренный	Процент Измеренный	Сumul. % Измеренный	Ожидаемый Частота	Совокупный Ожидаемый	Процент Ожидаемый	Сumul. % Ожидаемый	Измеренный- Ожидаемый	Измеренный- Ожидаемый
<= 3,16667	198	198	6,59780	6,5978	175,9548	175,955	5,86321	5,8632	22,0452	22,0452
6,33333	555	753	18,49384	25,0916	556,3115	732,266	18,53754	24,4007	-1,3115	-1,3115
9,50000	933	1686	31,08964	56,1813	981,8951	1714,161	32,71893	57,1197	-48,8951	-48,8951
12,66667	870	2556	28,99034	85,1716	847,7084	2561,870	28,24753	85,3672	22,2916	22,2916
15,83333	373	2929	12,42919	97,6008	357,7974	2919,667	11,92260	97,2898	15,2028	15,2028
< Infinity	72	3001	2,39920	100,0000	81,3327	3001,000	2,71019	100,0000	-9,3327	-9,3327

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,447355818
R-квадрат	0,200127228
Нормированный R-квадрат	0,184745059
Стандартная ошибка	45,48777363
Наблюдения	54

Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	26920,18073	26920,18073	13,01033888	0,000694951
Остаток	52	107595,1526	2069,13755		
Итого	53	134515,3333			

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижние 95%	Верхние 95%
У-пересечение	263,4880876	57,97858054	4,544576379	3,31198E-05	147,1455567	379,8306184
Переменная 1	-30,59497746	8,482147751	-3,606984736	0,000694951	-47,61565177	-13,57430316

Рисунок В.1 – Роздрукування регресійного аналізу лінійної моделі вибору пасажирів маршрутів МПТ