

Автомобільний транспорт, напрям «Перевезення пасажирів і вантажів та безпека на автомобільному транспорті»

Шифр: Пасажирські перевезення++

ВИЗНАЧЕННЯ ВИБОРУ ПАСАЖИРАМИ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ
НА МІСЬКОМУ ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

АНОТАЦІЯ

Актуальність теми полягає в оцінці та визначенні більш оптимального маршруту при виборі пасажирів міського пасажирського транспорту.

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

Об'єкт дослідження: є процес формування вибору пасажирів 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 та техніко-економічних показників, які відображають рівень комфорту та якість транспортних послуг.

Ключові слова: міський пасажирський транспорт, перерозподіл пасажиропотоків, моделювання, функція визначення маршруту, показники якості.

Розглянута наукова робота за результатами визначення більш оптимального маршруту при виборі пасажирів міського пасажирського транспорту впроваджена актом на ПАТ «Північтранс» м. Кривий Ріг.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ.....	5
1.1 Постановка задачі.....	5
1.2 Визначення входів і виходів системи.....	6
1.3 Принципи вибору маршруту.....	9
1.4 Вибір методу моделювання.....	11
1.5 Висновки по розділу.....	13
2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ.....	15
2.1 Розробка плану експерименту.....	15
2.2 Визначення діапазону варіювання факторів.....	16
2.3 Методика проведення обстежень фактичного перерозподілу пасажиропотоків.....	17
2.4 Обробка результатів обстежень.....	18
2.5 Висновки по розділу.....	20
3 ВИЯВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ.....	21
3.1 Аналіз результатів моделювання перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах.....	21
3.2 Розрахунок показників ефективності досліджень.....	25
3.3 Висновки по розділу.....	26
ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ.....	31
ДОДАТКИ.....	33

ВСТУП

Організація перевезень пасажирів міським транспортом має велике значення в розвитку і функціонуванні будь-якого міста. Проблемою міського пасажирського транспорту є підвищення праці автомобільного транспорту загального користування. На продуктивність їх праці впливає: незадовільний розвиток транспортної сітки та маршрутної системи міста; нераціональне використання транспорту загального користування; погана якість транспортного обслуговування; зменшення парку автобусів; недосконалість системи швидкісних та експресних автобусних маршрутів у містах. Перед пасажирським комплексом поставлені завдання визначити як розподіляється пасажиропотік, як пасажир обирає маршрут пересування, покращити рівень техніко-експлуатаційних показників роботи транспортного засобу, збільшити ефективність використання рухомого складу і зберегти лідируючі позиції на ринку транспортних послуг.

Планування технологічного процесу перевезення пасажирів виступає 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 підприємств та транспорту. Через збільшення чисельності населення 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 транспортний засіб. 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.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

1.1 Постановка задачі

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

$$T_{оч}^{cp} \rightarrow \min. \quad (1.1)$$

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

$$T_{оч}^{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{TC_i} - T_{nac_i}}{n}, \quad (1.2)$$

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

n – кількість пасажирів;

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

Час прибуття транспортного засобу на зупиночний пункт визначається:

$$T_{mc} = T_{noch} + N \cdot I + t_{n.k} + \Delta T_{TC}, \quad (1.3)$$

де T_{noch} – 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.;

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

ΔT_{mc} – відхилення від часу прибуття транспортного засобу на зупиночний пункт, хв.

Час прибуття пасажирів на зупиночний пункт визначається:

$$T_{nac} = T_{\epsilon} + t_{nid} + \Delta t, \quad (1.4)$$

де T_{ϵ} – час виходу пасажирів із дому, хв.;

t_{nid} – час на підхід пасажирів до зупиночного пункту;

Δt – відхилення від часу виходу пасажирів із дому, хв.

Звідси значення критерію ефективності визначеним через час очікування пасажиром маршруту міського пасажирського транспорту на зупинці дорівнює:

$$T_{oc} = \frac{\sum_{i=1}^n (T_{noc} + N \cdot I + t_{n.k} + \Delta T_{TC} - T_{ран}^{\epsilon} - t_{nid} - \Delta t)}{n} \rightarrow \min. \quad (1.5)$$

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

1.2 Визначення входів і виходів системи

Процес вибору пасажиром маршрутів міського пасажирського транспорту являється випадковим. Пасажир майже кожного дня стикається з дилемою який обрати маршрут МПТ, щоб витрати часу на проїзд були мінімальні, рівень комфорту був високим, а пересування було надійним, ціна доступною. 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. Під час аналізу літературних джерел були обрані інші додаткові показники, такі як: мобільність маршруту (можливість проїзду без пересаджень на інший транспортний засіб, 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 пасажирями маршрутів МПТ можна представити у вигляді моделі «чорної скрині» яка умовно представлена на рисунку 1.1.

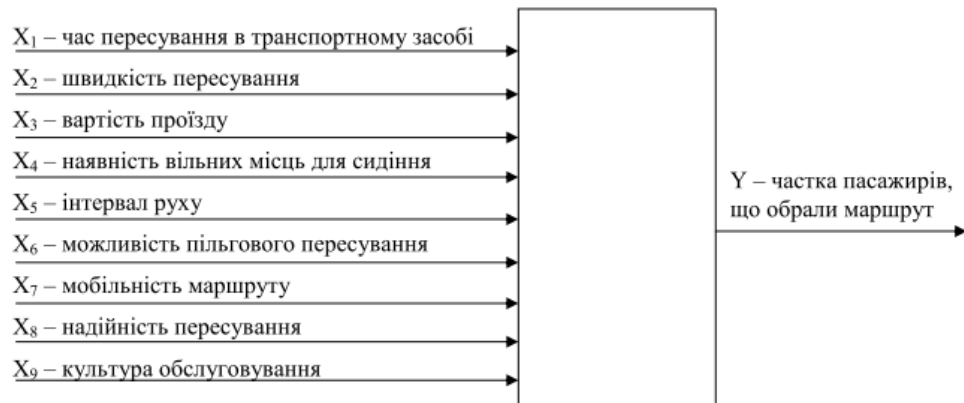


Рис. 1.1 – Модель «чорної скрині» об'єкта дослідження

Вхідними параметрами даної моделі є всі наведені на рисунку фактори ($X_1, X_2, \dots, X_9$). А вихідним параметром даної моделі є частка пасажирів, що обрали маршрут міського пасажирського транспорту (Y): X_1 - це параметр моделі, що характеризує важливість значення часу пересування в транспортному засобі при виборі маршруту пересування; X_2 - це параметр моделі, що характеризує важливість швидкості пересування при виборі маршруту МПТ; X_3 - це фактор, що характеризує важливість ціни проїзду при виборі маршруту пересування; X_4 - це фактор, що характеризує важливість наявності вільних місць для сидіння, при виборі транспортного засобу для пересування; X_5 - це параметр моделі, що характеризує інтервал руху; X_6 - це фактор, що характеризує можливість пільгового пересування та має велике значення для пасажирів, які мають пільги на проїзд; X_7 - це фактор, що характеризує мобільність маршруту, тобто можливість проїзду без пересаджень на інший ТЗ, можливість зупинки по вимозі; X_8 - це фактор, що характеризує надійність пересування, тобто надійність того, що обравши маршрут, пасажир прибуде “точно в термін”; X_9 це фактор, що характеризує важливість культура обслуговування при виборі маршруту.

Майже всі елементи, що являються входами об'єкта дослідження взаємодіють між собою та всі показники, що входять до моделі впливають на результуючу величину. На рисунку 1.2 показано зв'язки між вхідними та вихідним елементами.

Зв'язок між X_1 та Y зворотно-пропорційний, тому що чим менший час пересування в транспортному засобі на маршруті, тим більше буде частка пасажирів, що оберуть цей маршрут МПТ. 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:



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

Рис.1.2 – Зв'язки між вхідними та вихідними елементами об'єкта дослідження

- 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 транспортному засобі, 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_8 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 міст 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.

1.3 Принципи вибору маршруту

Для отримання інформації про принципи, за якими пасажир обирає маршрути міського пасажирського транспорту для пересування, необхідно організувати спеціальне спостереження за пасажирами – анкетування, тому що анкета це найпоширеніший інструмент для збору необхідної інформації. Розроблена анкета містить 5-ть питань, в яких закладені 13-ть принципів поведінки пасажирів при виборі маршруту міського пасажирського транспорту, щоб визначити принцип, за яким пасажир обирає транспортний засіб для пересування, на поставлені питання відповідь – “так”, треба дати лише один

раз. В анкеті закладені принципи вибору маршруту що наведені у додатку А. Визначивши, за якими принципами пасажир обирають маршрут міського пасажирського транспорту, та визначивши час очікування пасажирами транспортних засобів на зупиночних пунктах, можливо розробити модель вибору пасажирами найбільш привабливих маршрутів міського пасажирського транспорту. Анкети були оброблені в пакеті Excel, що надалі дало можливість розрахувати процент пасажирів, по кожній з тринадцяти стратегій поведінки, які дотримуються певних принципів поведінки при виборі маршруту міського пасажирського транспорту. Результати обробки анкетування представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 - Стратегії поведінки пасажира при виборі маршруту

Номер	Стислий зміст поведінки пасажира
1	Пасажир чекає перший приємний для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту
2	Пасажир чекає маршрут МПТ, який самий дешевий до 5-ти хвилин
3	Пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин
4	Пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, 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

Таблиця 1.2 – Результати анкетування

Стратегія поведінки пасажирів при виборі маршруту	Питома вага пасажирів, які дотримуються стратегії, %
1. Пасажир чекає перший приємний для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту	42
2. Пасажир чекає маршрут МПТ, який самий дешевий до 5-ти хвилин	0
3. Пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин	24
4. Пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий більше ніж 15-ть хвилин	0
5. Пасажир чекає 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
7. Пасажир чекає маршрут МПТ, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15-ть хвилин	6
8. Пасажир чекає маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння до 5-ти хвилин	0
9. Пасажир чекає маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння від 5-ти до 15-ти хвилин	16
10. Пасажир чекає маршрут МПТ в якому гарантовано є вільні місця для сидіння більше ніж 15-ть хвилин	0
11. Пасажир чекає маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд до 5-ти хвилин	0
12. Пасажир чекає маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд від 5-ти до 15-ти хвилин	0
13. Пасажир чекає маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин	12

1.4 Вибір методу моделювання

Для дослідження визначення маршрутів міського пасажирського транспорту самим раціональним методом дослідження привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту є імітаційне моделювання.

Послідовність розробки моделі визначення закономірності перерозподілу пасажиропотоків на маршрутах МПТ представлена на рис. 1.3.



Рис. 1.3 – Послідовність розробки моделі визначення закономірності перерозподілу пасажиропотоків на маршрутах МПТ

На основі запропонованої послідовності розробки моделі визначення закономірності перерозподілу пасажиропотоків на маршрутах МПТ побудована імітаційна модель визначення привабливості маршрутів в середовищі Microsoft Excel що представлена у додатку Б.

Опис блок-схеми імітаційної моделі.

1. Ввід даних. Вводяться дані, які отримані в ході експериментальних досліджень, тобто:

T_e – час виходу пасажирів із дому, хв.;

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

N – порядковий номер рейсу;

I – інтервал руху ТЗ, хв.;

t_{nid} – час на підходу пасажирів до зупиночного пункту, хв.;

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

C_{np} – вартість проїзду, грн.;

n_{cv} – кількість вільних місць для сидіння, од.;

$n_{o.n}$ – дозволена кількість пасажирів, які мають пільги на проїзд.

2. Генерація параметрів. Генеруються такі параметри:

ΔT_{mc} – відхилення від часу прибуття транспортного засобу на зупиночний пункт (генерується по нормальному закону розподілу з параметром розташування $\mu_{\Delta T_{mc}}=0$ та параметром масштабу $\sigma_{\Delta T_{mc}}=1/2$), хв.

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

3. Розрахунок параметрів. Розраховуються такі значення:

T_{nac} – час прибуття пасажирів на зупиночний пункт.

T_{TC} – час прибуття транспортних засобів (n,m,k) на зупиночний пункт.

n – маршрут № 1 (тролейбус);

m – маршрут №205 (маршрутне таксі);

k – маршрут №286 (маршрутне таксі).

T_{oc} – час очікування пасажиром прибуття транспортних засобів (n,m,k) на зупиночний пункт.

Визначення найбільш привабливого маршруту МПТ визначає кількість пасажирів, які обрали маршрут ($N_{обр}$) в залежності від отриманих результатів анкетного опитування користувачів міського пасажирського транспорту.

1.5 Висновки по розділу

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

2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ

2.1 Розробка плану експерименту

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 ми маємо справу з n факторами, кожний з яких встановлюється на q рівнях, то для того, щоб здійснити повний факторний експеримент, необхідно поставити таку кількість серій дослідів:

$$m = q^n. \quad (2.1)$$

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 3.1. В таблиці «плюс» - це верхня межа, «мінус» - це нижня межа діапазону варіювання відповідного фактору.

Таблиця 2.1 – План трьох-факторного експерименту

Номер серії опиту	Фактори			Функція отклику 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

2.2 Визначення діапазону варіювання факторів

Вхідні вимоги будуть варіюватися в наступних діапазонах. N – порядковий номер рейсу. Це лічильник кількості рейсів, які роблять транспортні засоби. Він міняється 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 транспортних засобів. За даними натурального обстеження приймаємо нижню межу рівну 4 хвилини, а верхню – 8 хвилин.

X_2 – час простою транспортних засобів на зупиночному пункті.

За даними натурального обстеження приймаємо нижню межу рівну 2 хвилини, а верхню – 5 хвилин.

X_3 – час на підходу пасажирів до зупиночного пункту, на основі методики [2], визначено, що нижня межа дорівнює 4 хв., а верхня – 12 хв. Y_1 – час очікування пасажиром маршруту МПТ.

Таблиця 2.2 – 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, $t_{п.к.}$, хв.	2	5
Час на підходу пасажирів до зупиночного пункту, $t_{під.}$, хв.	4	12

Значення інших факторів, які треба визначити, щоб розробити модель часу очікування пасажиром маршруту міського пасажирського транспорту представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – 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	$\mu_{\Delta T_{tc}}=0$	$\sigma_{\Delta T_{tc}}=I/2$
Відхилення від часу виходу пасажирів із дому, Δt , хв.	експоненціальний	–	$\lambda=0,139$

Таблиця 2.4 – План експерименту з використанням натурних значень факторів

Номер серії опиту	Фактори			Функція отклику 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.

2.3 Методика проведення обстежень фактичного перерозподілу пасажиропотоків

Для дослідження привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту в Довгинцівському районі міста Кривого Рогу були обрані три маршрути різних видів транспорту. Це тролейбусний маршрут №1 «Станція Кривий Ріг – Головний - пл. Визволення», мікроавтобусний маршрут №205

«станція Кривий Ріг - Головний - Школа №23», мікроавтобусний маршрут №286 «станція Кривий Ріг - Головний - пл. Визволення». 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 зупинці станція Кривий Ріг, в анкеті додатково просилося вказати приблизний час виходу пасажирів з дому, анкети після заповнення також збиралися на зупинці. При дослідженні фіксувався час простою транспортного засобу на кінцевій зупинці, номер рейсу, час відправлення транспортного засобу та кількість пасажирів, які обрали маршрут.

2.4 Обробка результатів обстежень

За допомогою програми STATISTICA 6.0 визначаємо за яким законом розподіляється випадкова величина, тобто час очікування пасажиром маршруту МПТ для здійснення переміщення.

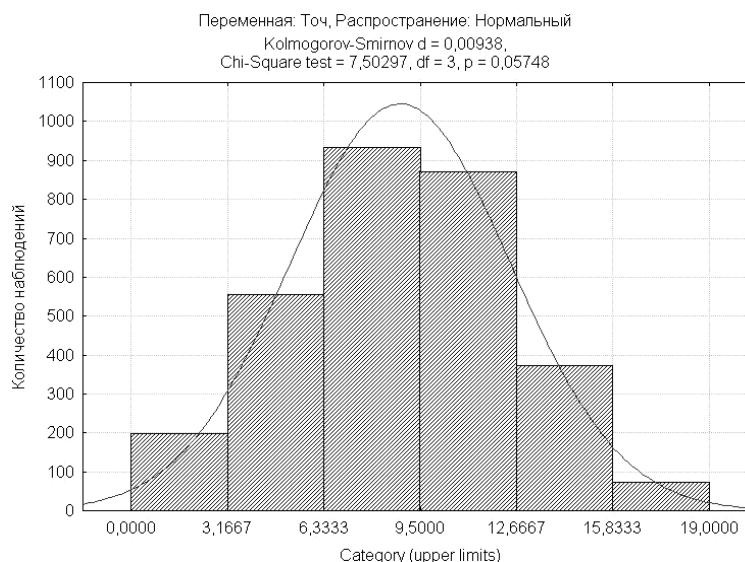


Рис. 2.1 – Гістограма розподілу теоретичної частоти випадкової величини

При дослідженні виявлено, що 53,2% пасажирів обрали маршрут №1 (тролейбус), 30,9% пасажирів обрали маршрут №205 (маршрутне таксі), та

лише 15,9% пасажирів обрали маршрут №286 (маршрутне таксі). 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 откліку до суми дисперсій по всім серіям опитів:

$$G_p = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{j=1}^n S_j^2}, \quad (2.2)$$

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

S_j^2 – дисперсія по всім серіям опитів;

n – кількість серій опитів, $n=8$.

Дисперсію емпіричних значень функції откліку 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:

$$G_p \leq G_{\text{табл}}, \quad (2.3)$$

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:

$$\alpha = 1 - P_{\alpha}, \quad (2.4)$$

де P_{α} – значення рівня довірчої вірогідності (на транспорті $P_d=95\%$).

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

Число ступенів свободи розраховується за формулою:

$$q = m - 1, \quad (2.5)$$

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.

2.5 Висновки по розділу

При експериментальному дослідженні, проведеному на прикладі елементів маршрутної мережі МПТ міста Кривого Рогу, в ранковий період “пік”, виявлене фактичне перерозподілення пасажиропотоків між обраними маршрутами. Так встановлено, що 53,2% пасажирів обрали маршрут № 1 (тролейбус), 30,9% пасажирів обрали маршрут № 205 (маршрутне таксі), та лише 15,9% пасажирів обрали маршрут № 286 (маршрутне таксі).

За отриманими результатами імітаційного моделювання в середовищі Excel можна зробити висновок, що маршрут № 286 (маршрутне таксі) менш привабливий, ніж маршрут № 1 (тролейбус) та маршрут № 205 (маршрутне таксі) по таким показникам як: інтервал руху, вартість проїзду та наявність вільних місць для сидіння. Тому цим показникам потрібно уділяти найбільшу увагу на маршруті № 286 (маршрутне таксі), а на маршрутах № 1 (тролейбус) та № 205 (маршрутне таксі), щоб досягти досконалості потрібно приділяти увагу такому показнику як швидкість пересування.

З ВИЯВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ

3.1 Аналіз результатів моделювання перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах

Для оцінки ступеня впливу вхідних факторів на вихід системи складається регресійна модель. Тому що модель вибору пасажирями 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:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot I, \quad (3.1)$$

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-значением», це значення не повинно перевищувати 5%, а «Р-значение» 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 пасажирями маршрутів залежить не тільки від інтервалу руху, а і від інших, не

врахованих в даній регресійній моделі, факторів. Тому необхідно проаналізувати, як зміниться вибір пасажирів 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 чекає перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту), 24% пасажирів обирають маршрут по третій стратегії (пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин), 6% пасажирів обирають маршрут по сьомій стратегії (пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15 хвилин), 16% пасажирів обирають маршрут по дев'ятій стратегії (пасажир чекає 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 чекає маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин). Залежність часу очікування пасажирів маршрутів від інтервалу руху ТЗ при першій ситуації представлена на рисунку 1 додатку Д. Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху ТЗ при першій ситуації представлена у додатку Г.

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 чекає перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту), 40% пасажирів обирають маршрут по третій стратегії (пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по сьомій стратегії (пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15 хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по дев'ятій стратегії (пасажир чекає 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 чекає маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин). Залежність часу очікування пасажиром маршрутів від інтервалу руху ТЗ при другій ситуації представлена на рисунку 2 додатку Д. Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху ТЗ при другій ситуації представлена у додатку Г.

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 чекає перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту), 15% пасажирів обирають маршрут по третій стратегії (пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин), 40% пасажирів обирають маршрут по сьомій стратегії (пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15 хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по дев'ятій стратегії (пасажир чекає 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 чекає маршрут МПТ, в якому йому дозволений пільговий проїзд більше ніж 15-ть хвилин). Залежність часу очікування пасажиром маршрутів від інтервалу руху ТЗ при третій ситуації представлена на рисунку 3 додатку Д.1. Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху ТЗ при третій ситуації представлена у додатку Г.

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 чекає перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту), 15% пасажирів обирають маршрут по третій стратегії (пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який

самий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по сьомій стратегії (пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15 хвилин), 40% пасажирів обирають маршрут по дев'ятій стратегії (пасажир чекає 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 чекає 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 додатку Д.1. Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху ТЗ при четвертій ситуації представлена у додатку Г.

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 чекає перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту), 15% пасажирів обирають маршрут по третій стратегії (пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який是最ий дешевий від 5-ти до 15-ти хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по сьомій стратегії (пасажир чекає маршрут міського пасажирського транспорту, який має саму високу швидкість доставки більше ніж 15 хвилин), 15% пасажирів обирають маршрут по дев'ятій стратегії (пасажир чекає 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 чекає 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 5 додатку Д.2. Гістограма залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху ТЗ при п'ятій ситуації представлена у додатку Г.

3.2 Розрахунок показників ефективності досліджень

Оцінка ефективність результатів роботи визначається експертним методом у комплексі з оцінкою їх економічної та соціальної ефективності на підставі наступних якісних показників.

- новизна;
- перспективність;
- потенційний масштаб практичного використання;
- ступінь ймовірності досягнення позитивних результатів.

При оцінці результатів роботи, необхідно враховувати можливий вплив на підвищення показників науково-технічного рівня виробництва.

Перехід від якісних оцінок науково-практичного рівня результатів роботи до кількісних здійснюється за допомогою шкали балів та коефіцієнтів вагомості показників.

На підставі балів та коефіцієнтів вагомості показників розрахунок науково-практичних результатів (НПР) виконують за формулою:

$$НПР = B_1 \cdot a_1 + B_2 \cdot a_2 + B_3 \cdot a_3 + B_4 \cdot a_4, \quad (3.2)$$

де B_1 – оцінка новизни роботи у балах;

B_2 – оцінка перспективності роботи у балах;

B_3 – оцінка масштабу використання роботи у балах;

B_4 – оцінка ймовірності досягнення результатів роботи у балах;

$a_1, \dots, a_4$ – коефіцієнти вагомості відповідних показників.

Кількісне значення показника НПР виражається у балах і дає змогу проводити порівняння різних наукових рішень.

Розрахунок показників ефективності рішень. У роботі запропонована методика визначення привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту, яка базується на імітаційній моделі, вона здатна дати більш

об'єктивнішу та всебічну оцінку ефективності та якості транспортного обслуговування ніж деякі існуючі методики визначення привабливості.

За експертними оцінками нова методика відповідає вітчизняному рівню ($B_1=3$, $a_1=0,35$), є важливою з точки зору галузі і підприємства ($B_2=7$, $a_2=0,35$), може бути використання у галузі ($B_3=5$, $a_3=0,2$), і має помірну ступінь досягнення позитивних результатів у випадку використання результатів у галузі або на підприємстві ($B_4=6$, $a_4=0,1$).

При цих значеннях показників значення показника науково-практичного рівня буде таким:

$$\sum_{i=1}^4 B_i a_i = 3 \cdot 0,35 + 7 \cdot 0,35 + 5 \cdot 0,2 + 6 \cdot 0,1 = 5,1 \text{ бал.}$$

Максимальне значення цього показника:

$$\sum_{i=1}^4 B_{i \max} a_i = 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1 = 10 \text{ бал.}$$

Таким чином, значення науково-практичного рівня роботи по дослідженню визначення маршрутів міського пасажирського транспорту є середнім і складає 51 %. Це свідчить про досить непогані результати.

Економічні показники неможливо оцінити, тому що при розробці моделі розрахунку привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту не здійснювалося ніяких затрат та не вкладалися інвестиційні кошти.

3.3 Висновки по розділу

Аналіз результатів дослідження дозволив зробити висновок, 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 пасажирі будуть обирати маршрут, вартість проїзду якого найменша, то час очікування ТЗ збільшиться на 20,7%. Якщо пасажирі будуть обирати маршрут, швидкість доставки якого найвища, то час очікування ТЗ збільшиться на 13,4%. Якщо пасажирі будуть обирати маршрут, у якого гарантовано є вільні місця для сидіння, то час очікування ТЗ збільшиться на 17,2%. Якщо пасажирі будуть обирати маршрут, в якому йому дозволений пільговий проїзд, то час очікування ТЗ збільшиться на 21,1%. Провівши оцінку ефективності можна зробити висновок, що розроблена модель відповідає вітчизняному рівню, є важливою з точки зору галузі і підприємства, може бути використана у галузі, і має помірну ступінь досягнення позитивних результатів у випадку використання результатів у галузі або на підприємстві. Науково практичний рівень роботи є середнім і складає 51 %. Це свідчить про досить непогані результати. Економічні показники неможливо оцінити, тому що при розробці моделі розрахунку привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту не здійснювалося ніяких затрат та не вкладалися інвестиційні кошти.

ВИСНОВКИ

Одним з найбільш прийнятних методів оцінки ефективності функціонування міського пасажирського транспорту 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 перерозподілу пасажиропотоків між маршрутами. Проблема визначення пасажиропотоків по маршрутах мережі при моделюванні міської пасажирської транспортної системи є на сьогоднішній день однією із самих ключових 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. Однак ці дослідження не враховують величину вартості проїзду у транспорті та майже ніхто не розглядає всі ці показники в комплексі, а це дуже важливо для практичного значення, адже зміна одного значного параметра при виборі маршруту МПТ веде до відмови від нього.

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, 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.

При дослідженні визначення маршрутів міського пасажирського транспорту математичну модель не можна побудувати, тому що при побудові такої моделі необхідні чіткі та точні аналітичні залежності, в даному випадку їх не може бути, тому що об'єктом дослідження є процес вибору пасажирями маршрутів міського пасажирського транспорту, а цей процес являється 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 поведінку системи при певних умовах її функціонування. Для побудови моделі визначення маршрутів міського пасажирського транспорту застосовано метод імітаційного моделювання. А як критерій ефективності при виборі найбільш привабливого маршруту міського пасажирського транспорту буде виступати середній час очікування пасажиром транспортних засобів на зупиночному пункті.

При експериментальному дослідженні, проведеному на прикладі елементів маршрутної мережі МПТ міста Кривого Рогу, в ранковий період “пік”, виявлене фактичне перерозподілення пасажиропотоків між обраними маршрутами. Так встановлено, що 53,2% пасажирів обрали маршрут №1 (тролейбус), 30,9% пасажирів обрали маршрут №205 (маршрутне таксі), та лише 15,9% пасажирів обрали маршрут №286 (маршрутне таксі). За отриманими результатами імітаційного моделювання в середовищі Excel можна зробити висновок, що маршрут №286 (маршрутне таксі) менш привабливий, ніж маршрут №1 (тролейбус) та маршрут №205 (маршрутне таксі) по таким показникам як: інтервал руху, вартість проїзду та наявність вільних місць для сидіння. Тому цим показникам потрібно уділяти найбільшу увагу на маршруті №286 (маршрутне таксі), а на маршрутах №1 (тролейбус) та

№205 (маршрутне таксі), щоб досягти досконалості потрібно приділяти увагу такому показнику як швидкість пересування.

Аналіз результатів дослідження дозволив зробити висновок, 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%. Провівши оцінку ефективності можна зробити висновок, що розроблена модель відповідає вітчизняному рівню, є важливою з точки зору галузі і підприємства, може бути використання у галузі, і має помірну ступінь досягнення позитивних результатів у випадку використання результатів у галузі або на підприємстві. Економічні показники неможливо оцінити, тому що при розробці моделі розрахунку привабливості маршрутів міського пасажирського транспорту не здійснювалося ніяких затрат та не вкладалися інвестиційні кошти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сиденко В.М. Основы научных исследований. Сиденко В.М., Грушко И.М. Харьков, “Вища школа”, 1978, 200 с.
2. Штанов В.Ф. Организация перевозок пассажирским автомобильным транспортом. Штанов В.Ф., Подберезкин Г.А., Ищенко В.А., Чумаченко А.И. – К.: Техника, 1988 – 91 с.
3. Завадский Ю.В. Решение задач автомобильного транспорта методом имитационного моделирования. - Москва: Транспорт, 1977. - 72 с.
4. Штанов В.Ф. Управление качеством обслуживания пассажирским автомобильным транспортом в городах. Штанов В.Ф., Игнатенко А.С. – К.: Знание, 1981. – 24с.
5. Венецкий И.Г. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для студентов экон. специальностей вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. Венецкий И.Г., Кильдишев Г.С. «Статистика», 1975, 264 с.
6. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво. Затверджено Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції та Міністерством фінансів України 26.09.2001 № 218/446.
7. Горбачев П.Ф. Совершенствование схем маршрутов автобусов в крупнейших городах: Дис. канд. техн. наук. – Харьков: ХАДИ, 1993. – 164 с.
8. Брановицкая С. В. Экономико-математические модели прогнозирования пассажиропотоков в городах: Дис. канд. экон., наук. – Киев, 1971. - 176 с.
9. 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.
10. Степанов А.Е. Повышение эффективности и качества автотранспортного обслуживания. – М.: МАДИ, 1989. – 128 с.

11. Либерман С.Ю. Оптимизация городских автобусных перевозок. – М.: Транспорт, 1989. – 214 с.
12. 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, Ук. 96.
13. Бронер Д.Л. Транспорт города. – М.: Статистика, 1997. – 121 с.
14. Коцюк А.Я. Совершенствование автобусных маршрутных систем в крупных и крупнейших городах: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Киев, 1990. – 20 с.
15. Рогова Г.Л. Моделирование выбора путей передвижения пассажиров в транспортных системах городов: Автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 1987. – 19 с.
16. Бонсал П.У. Моделирование пассажиропотоков в транспортной системе. Бонсал П.У., Чемперноун А.Ф., Мейсон А.К., Уилсон А.Г. – М.: Транспорт, 1982. – 207с.
17. Самойлов Д.С. Принципы построения и координации маршрутов городского пассажирского транспорта. - М.: ОНТИ АКХ им. К. Д. Памфилова, 1959. – 74 с.
18. 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.
19. Вдовиченко В. А. Экспериментальное исследование функции привлекательности маршрутов городской пассажирской транспортной системы. // Вестник ХГАДТУ - Харьков РИО ХГАДТУ – 2002 г.
20. Мамчич Т., Оленко А., Осипчук М., Шпортюк В. Статистичний аналіз даних з пакетом STATISTICA. – Дрогобич: Відродження, 2006.
21. Easyway <https://www.eway.in.ua/ua/cities/kryvyirih/routes>.
22. StatSoft's Electronic Statistics Textbook <http://www.statsoft.com/Textbook>

ДОДАТКИ

Додаток А - Анкета визначення принципів вибору маршруту

Шановні користувачі транспортних послуг!

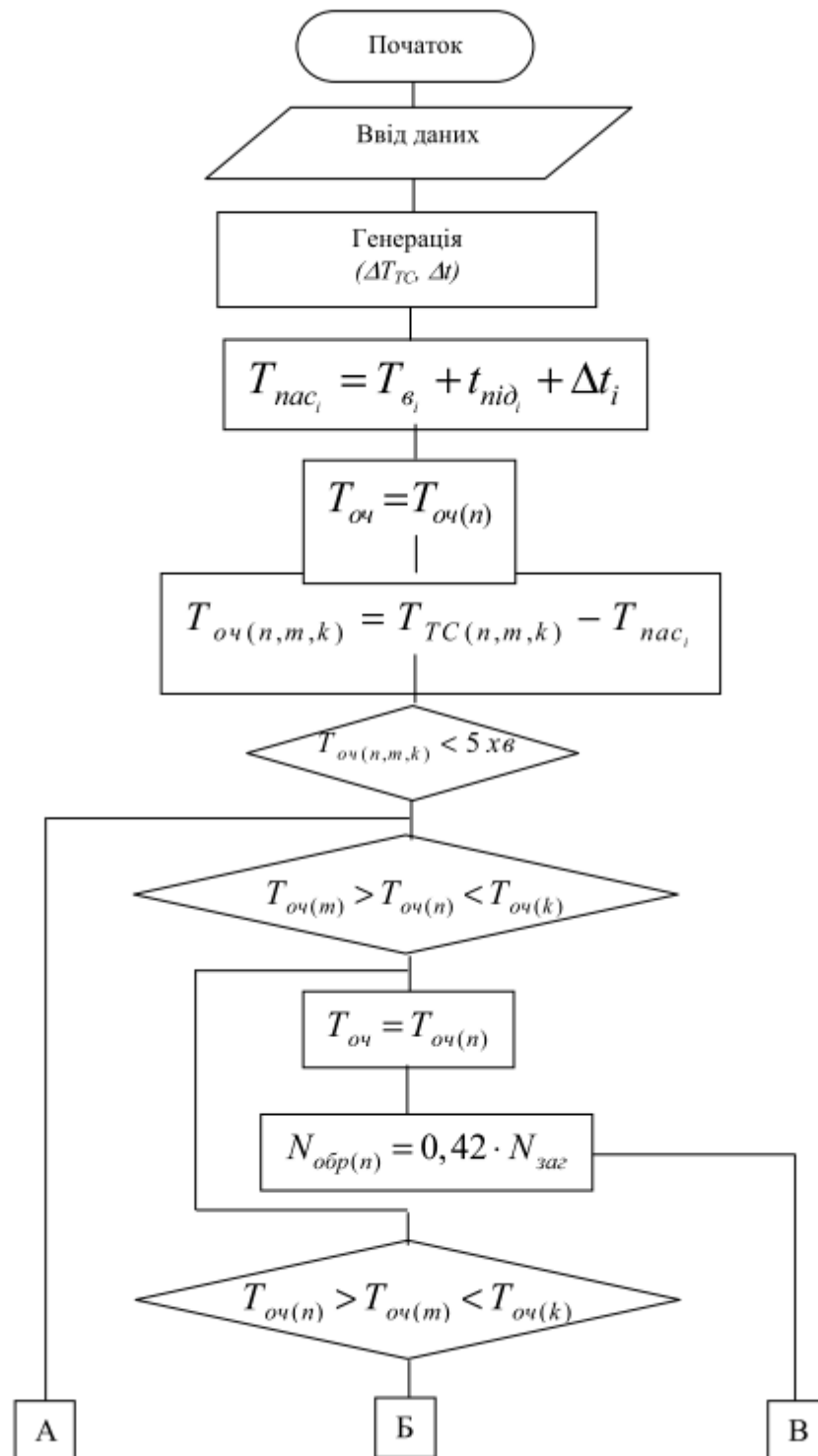
Дайте, будь ласка, відповідь на запитання, що суттєвим чином можуть поліпшити роботу міського пасажирського транспорту та сприятимуть наданню більш якісних послуг на ринку пасажирських перевезень.

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):

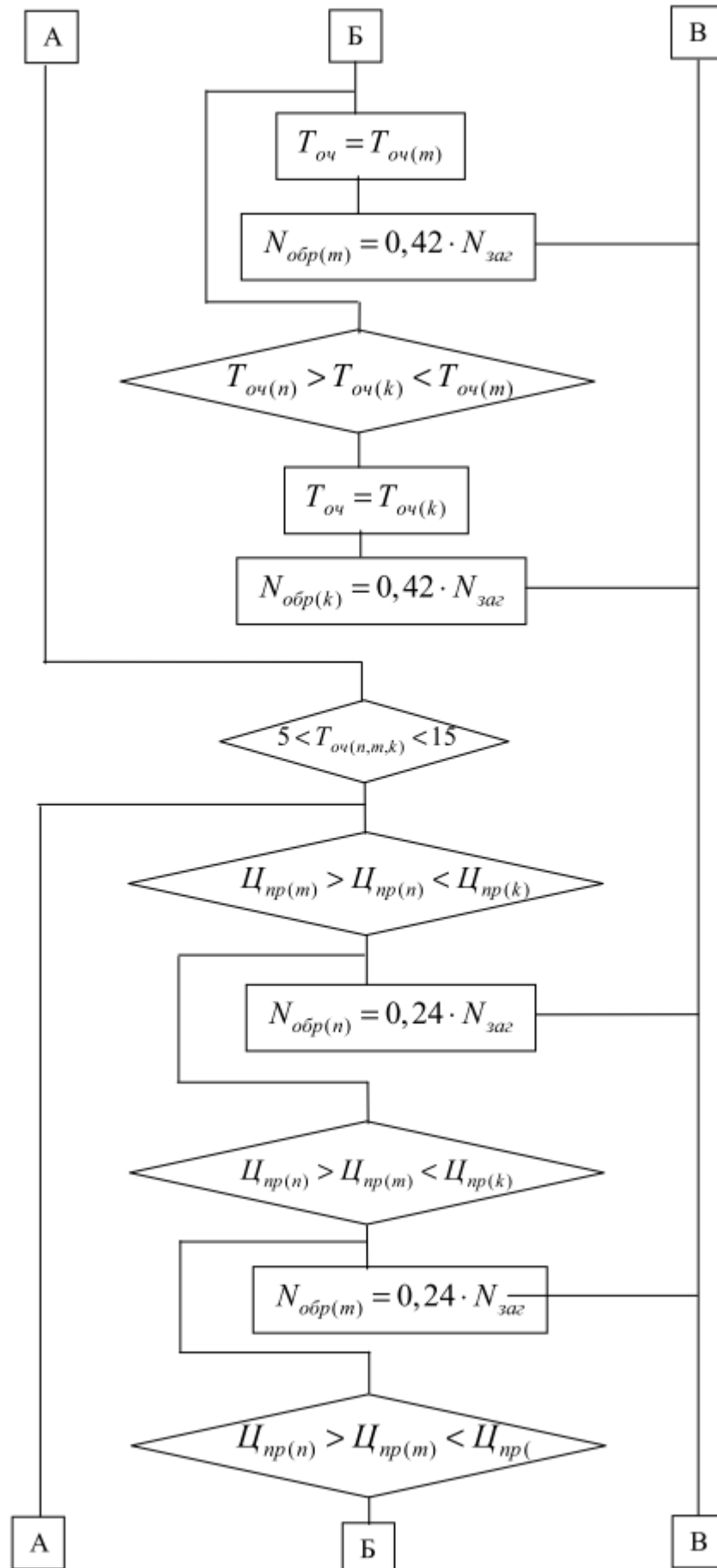
- 1) Чекаєте перший підходящий для здійснення поїздки маршрут міського пасажирського транспорту (МПТ)?
☐ так ☐ ні.
- 2) Чекаєте маршрут МПТ, який самий дешевий? (Якщо так, то вкажіть скільки максимум хвилин ви будете чекати).
☐ так ☐ ні
а) до 5 хвилин; б) 5-15 хвилин; в) більше ніж 15 хвилин.
- 3) Чекаєте маршрут МПТ, який має саму високу швидкість доставки? (Якщо так, то вкажіть скільки максимум хвилин ви будете 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 будете 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 будете 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.

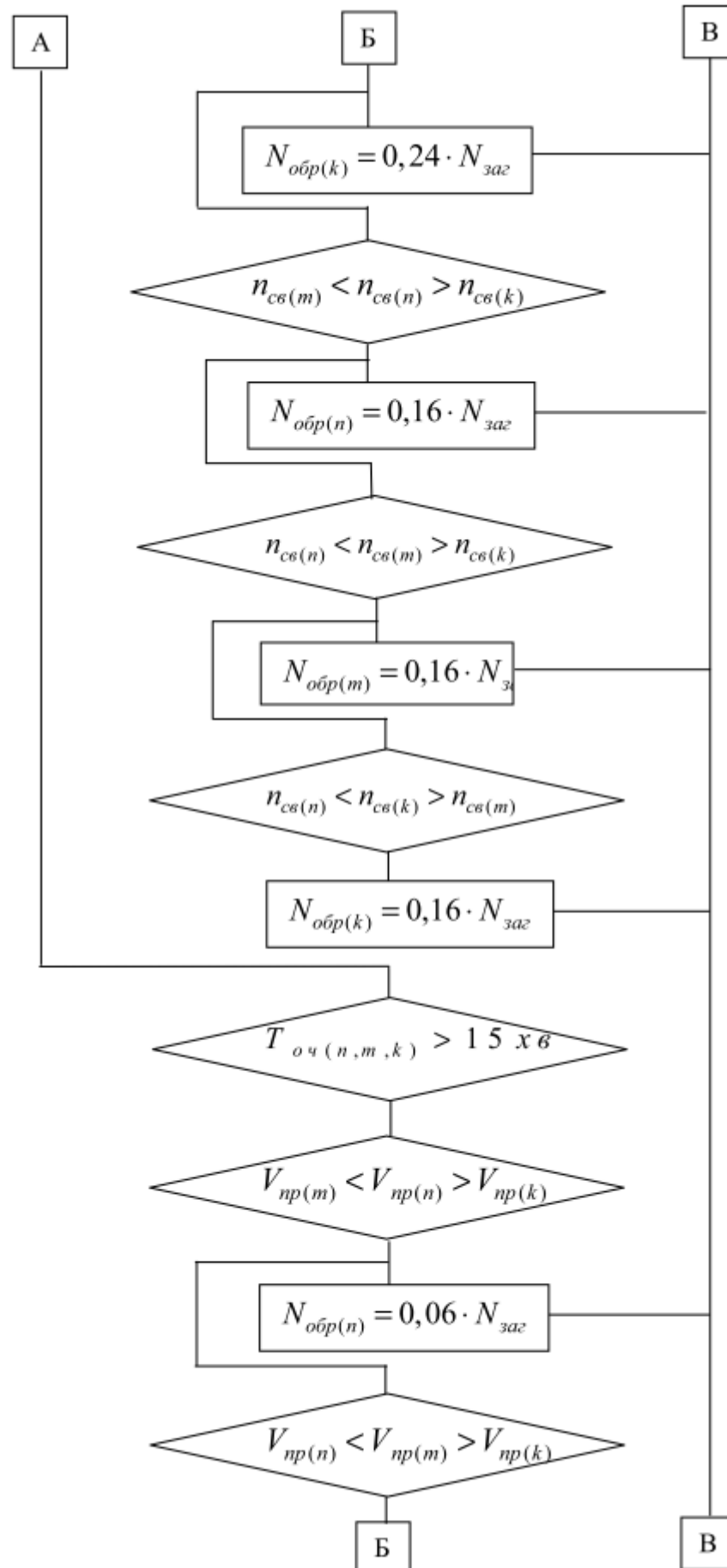
Додаток Б – Блок – схема імітаційної моделі



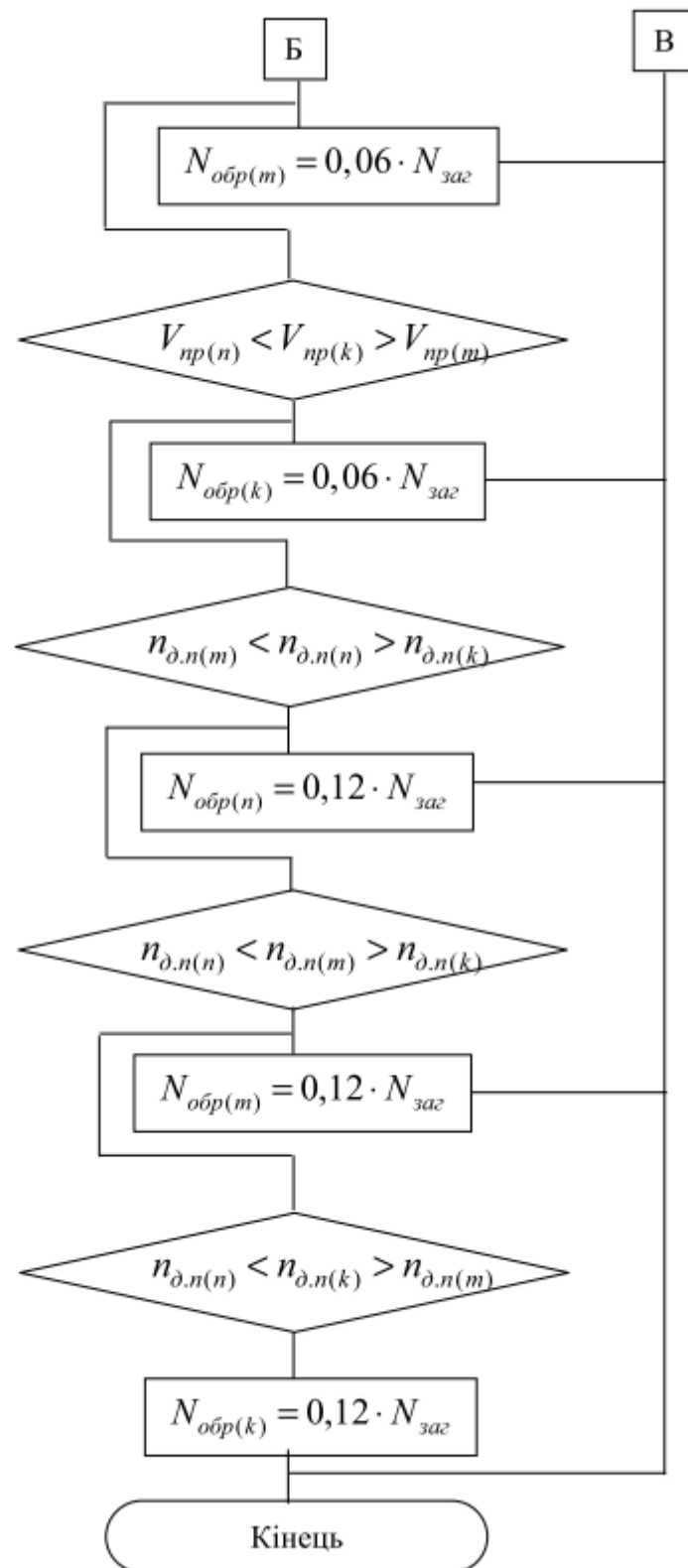
Продовження додатку Б – Блок – схема імітаційної моделі



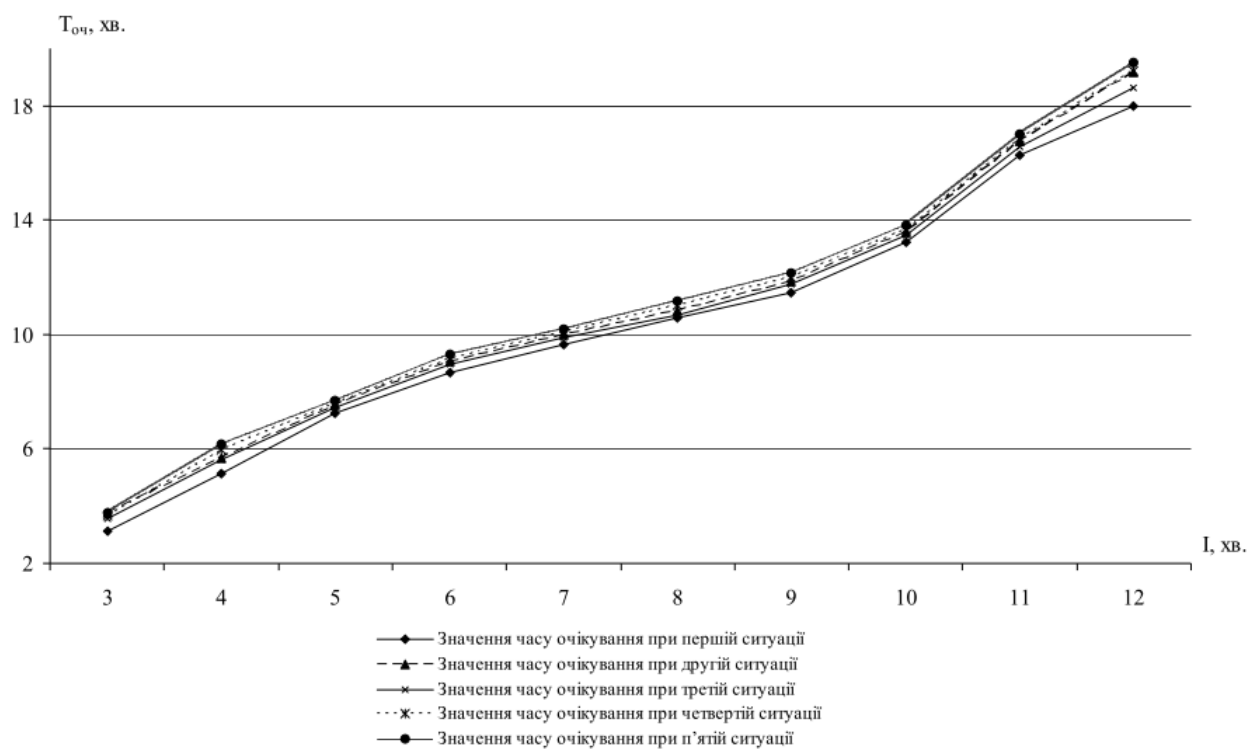
Продовження додатку Б – Блок – схема імітаційної моделі



Продовження додатку Б – Блок – схема імітаційної моделі



Додаток Г – Гістограми залежності часу очікування пасажирів маршрутів від інтервалу руху



Додаток Д - Графіки залежності кількості пасажирів що обрали маршрут МТП
від інтервалу руху

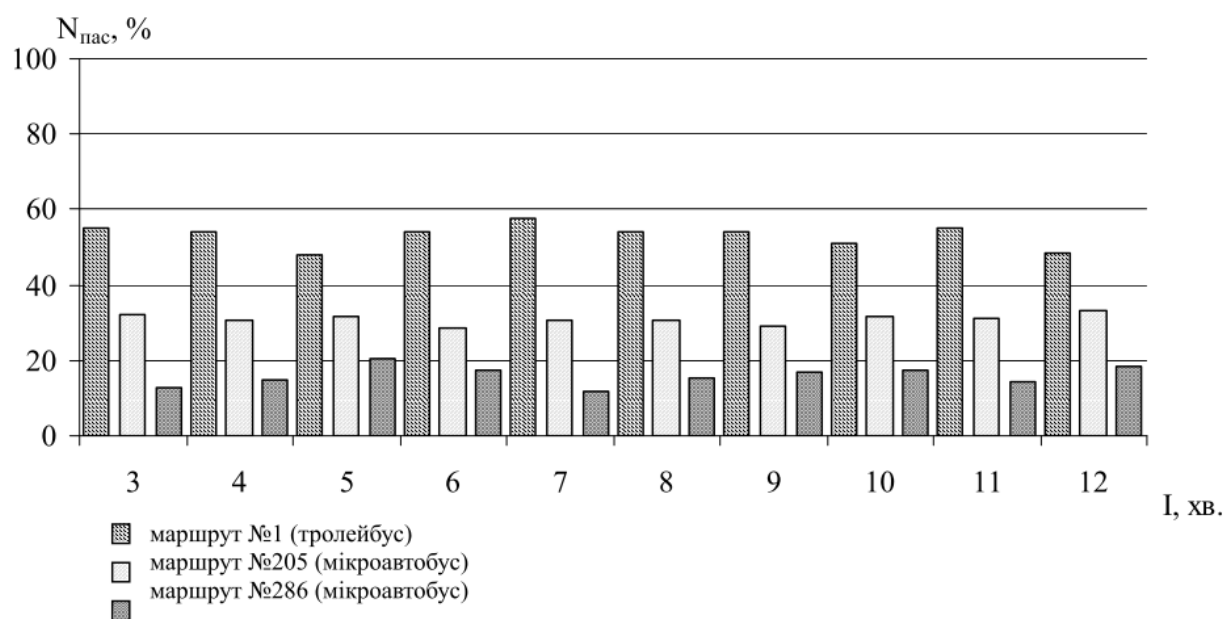


Рис. 1 – Графік залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху при першій ситуації

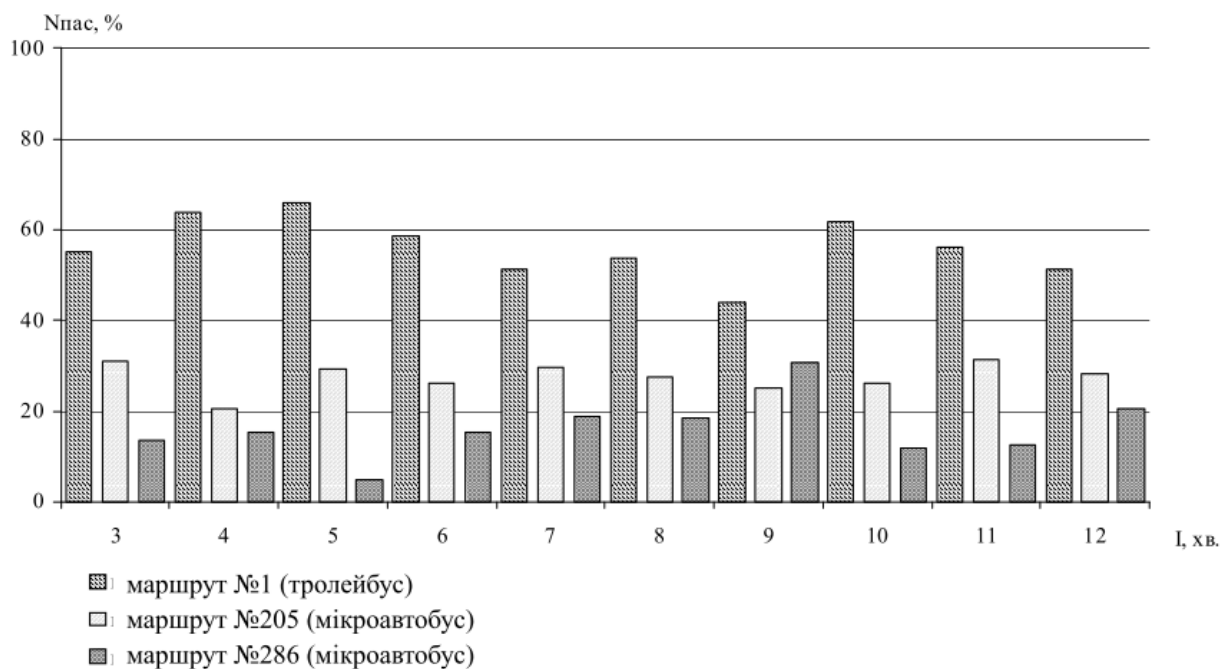


Рис. 2 – Графік залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху при другій ситуації

Продовження додатку Д – Графіки залежності кількості пасажирів що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху

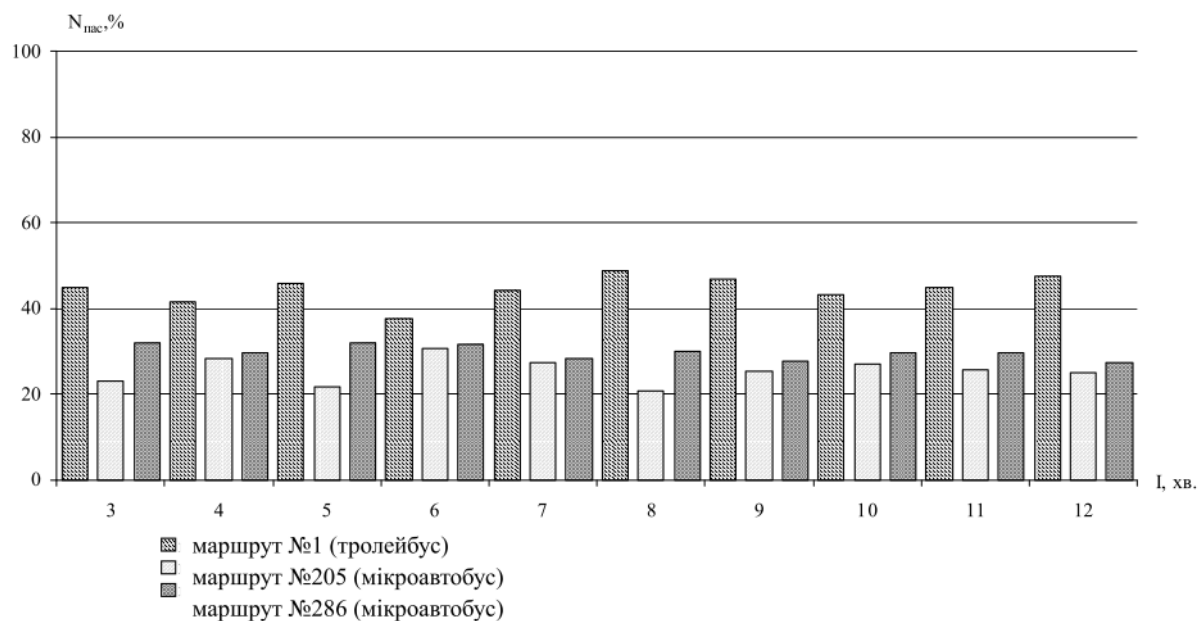


Рис. 3 – Графік залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху при третій ситуації

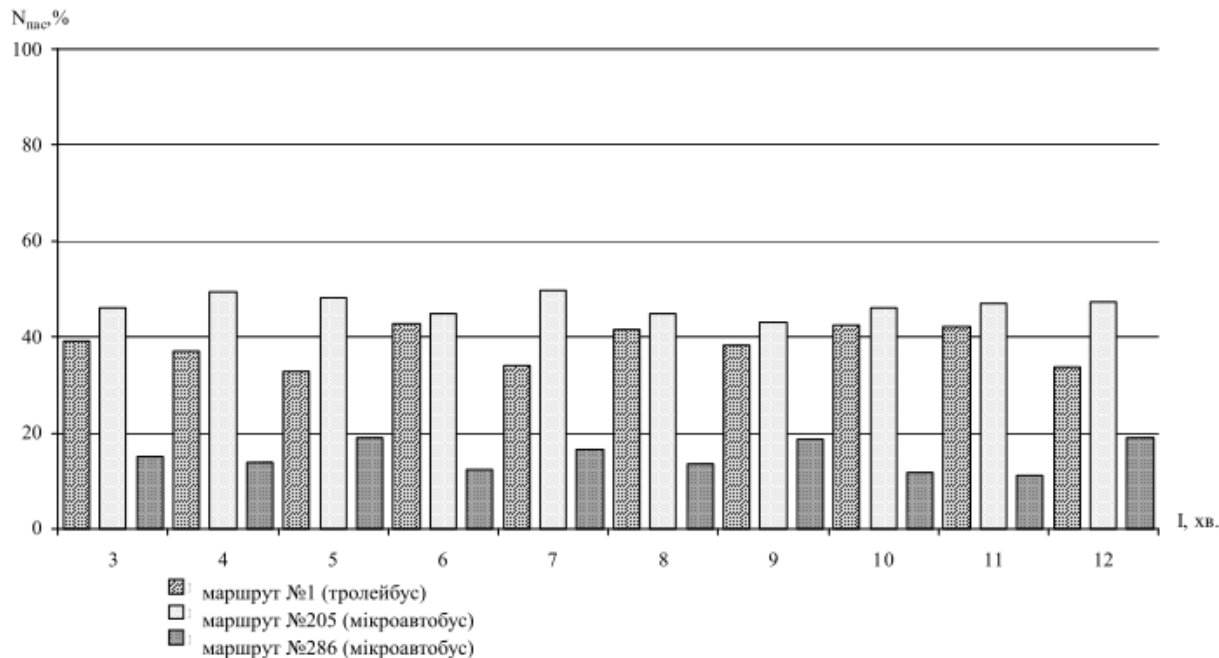


Рис. 4 – Графік залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху при четвертій ситуації

Продовження додатку – Графіки залежності кількості пасажирів що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху

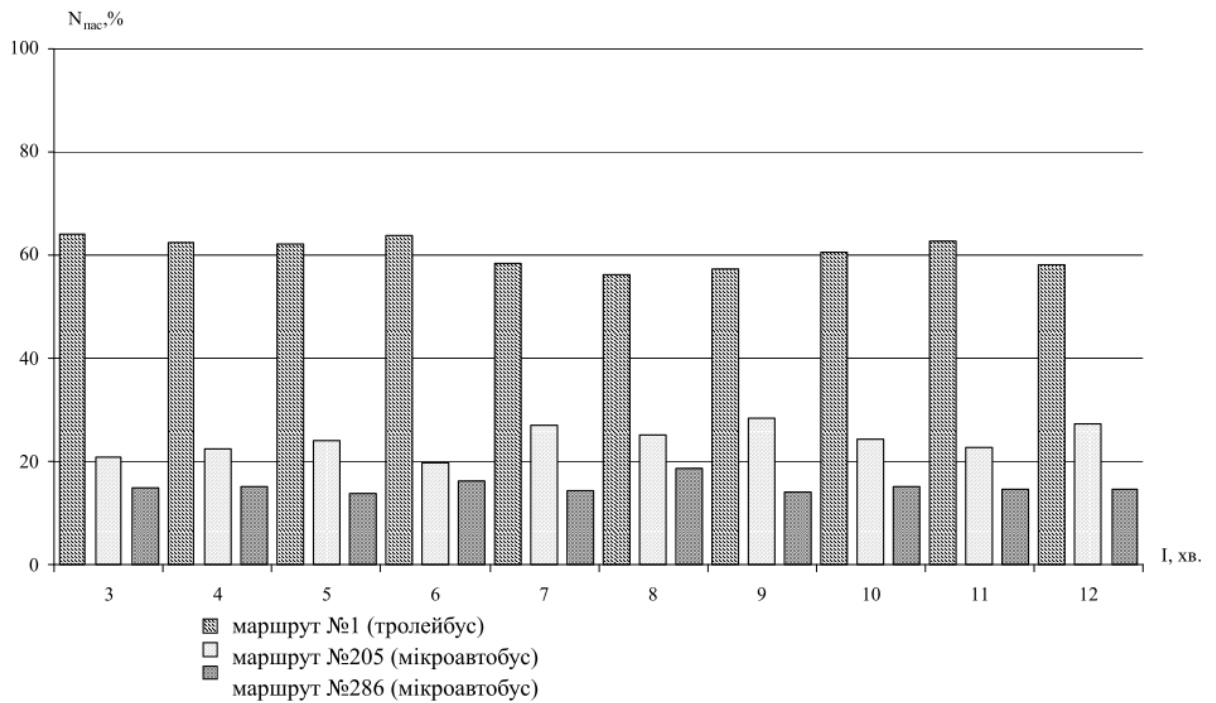


Рис. 5 – Графік залежності кількості пасажирів, що обрали маршрут МПТ від інтервалу руху при п'ятій ситуації