

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: Удосконалення функціонування системи громадського транспорту Шевченківського району м. Києва

Виконав: студент 4 курсу, групи 4_ТТ
спеціальності 275 – Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ Димов А.О.

Керівник _____ Мосьпан В.М.

Рецензент _____ Луб'яний П.В.

Херсон – 2026

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інститут, факультет, відділення Інженерії та транспорту
Кафедра, циклова комісія Транспортних систем та технічного сервісу
Рівень вищої освіти бакалавр
спеціальність 275 Транспортні технології
спеціалізація 275.03 на автомобільному транспорті

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТСТС

к.т.н., доц. _____ П.В. Луб'яний

“ ____ ” _____ 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

СТУДЕНТУ

Димову Артему Олеговичу

1. Тема проєкту (роботи): Удосконалення функціонування системи громадського транспорту Шевченківського району м. Києва.

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доц. Мосьпан В.М.

затверджені наказом вищого навчального закладу від 26 січня 2026 року № 122-с

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 03.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) наявна інформація про пасажиропотоки та характеристики маршрутів міського пасажирського транспорту загального користування Шевченківського району м. Києва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Теоретико-методичні засади удосконалення та моделювання маршрутних мереж міського пасажирського транспорту загального користування. 2. Моделювання роботи МПТ загального користування Шевченківського району м. Києва. 3. Визначення матриці кореспонденцій. 4. Розробка рекомендацій щодо удосконалення маршрутної мережі Шевченківського району. Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Матеріали демонстраційної графічної частини формату А4

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	—	—	—
	—	—	—
	—	—	—
	—	—	—
	—	—	—

7. Дата видачі завдання _____.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (<u>роботи</u>)	Строк виконання етапів проєкту (<u>роботи</u>)	Примітка
1	Вступ.	11.03.2026	
2	Теоретико-методичні засади удосконалення та моделювання маршрутних мереж міського пасажирського транспорту загального користування.	31.03.2026	
3	Моделювання роботи МПТ загального користування Шевченківського району м. Києва.	24.04.2026	
4	Визначення матриці кореспонденцій.	05.05.2026	
5	Розробка рекомендацій щодо удосконалення маршрутної мережі Шевченківського району.	15.05.2026	
6	Висновки.	20.05.2026	

Студент _____ Артем ДИМОВ

Керівник проєкту (роботи) _____ Валерій МОСЬПАН

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Удосконалення функціонування системи громадського транспорту Шевченківського району м. Києва» : 81 сторінка, 10 рисунків, 5 таблиць, 16 використаних джерел.

Метою роботи є підвищення ефективності роботи громадського транспорту.

Поставлена мета обумовила необхідність вирішення таких завдань:

1. аналіз підходів до організації роботи громадського транспорту;
2. розробка транспортної моделі;
3. визначення матриці кореспонденцій;
4. розробка рекомендацій щодо удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту.

Об'єктом дослідження є процес роботи громадського транспорту.

Предметом дослідження є маршрутна мережа громадського транспорту.

Результати, отримані в дипломній роботі, доцільно застосовувати під час виконання наукових досліджень, у освітньому процесі закладів вищої освіти, а також у практичній діяльності спеціалістів, пов'язаній з організацією робіт і наданням послуг.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГРОМАДСЬКИЙ ТРАНСПОРТ, МАТРИЦЯ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, МАРШРУТНА МЕРЕЖА.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів.....	6
Вступ.....	7
1. Теоретико-методичні засади удосконалення та моделювання маршрутних мереж міського пасажирського транспорту загального користування.....	9
1.1. Сучасні виклики щодо формування маршрутних мереж в Україні.....	9
1.2. Актуальні підходи до організації роботи міського пасажирського транспорту загального користування.....	11
1.3. Ключові аспекти транспортного моделювання із застосуванням програмного продукту PTV VISION VISUM.....	20
2. Моделювання роботи МПТ загального користування Шевченківського району м. Києва.....	24
2.1. Аналіз об'єкту дослідження.....	24
2.2. Формалізація критерію ефективності оцінки роботи маршрутної мережі.....	29
2.3. Визначення способу моделювання.....	32
2.4. Розробка транспортної моделі.....	33
3. Визначення матриці кореспонденцій.....	37
3.1. Здійснення аналітичних розрахунків.....	37
4. Розробка рекомендацій щодо удосконалення маршрутної мережі Шевченківського району.....	48
4.1. Визначення поточних параметрів маршрутної мережі.....	48
4.2. Розробка рекомендацій щодо удосконалення маршрутної мережі....	50
4.3. Оцінка запропонованих рішень.....	55
Висновки.....	59
Список використаних джерел.....	61
Додатки.....	63

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ВДМ – Вулично-дорожня мережа.

MNL – Мультиноміальна логіт-модель.

МПТ – Міський пасажирський транспорт.

ВСТУП

Розвиток людського суспільства нерозривно пов'язаний із еволюцією транспортних систем, які відіграють ключову роль у забезпеченні життєдіяльності населення. Транспорт є основою для фізичного існування людини, оскільки забезпечує можливість пересування.

Міський пасажирський транспорт загального користування виступає одним із визначальних елементів сфери обслуговування населення, без якого неможливе стабільне функціонування суспільних процесів. Його призначення полягає у задоволенні попиту на пересування, зумовленого як виробничими відносинами, так і соціальними потребами, зокрема відпочинком. Таким чином, транспортна система реалізує одну з фундаментальних потреб людини – мобільність.

Одним із пріоритетних напрямів підвищення ефективності функціонування міського пасажирського транспорту загального користування є формування науково обґрунтованої маршрутної мережі. Такий підхід дозволяє оптимізувати використання наявних ресурсів і забезпечити більш повне задоволення попиту населення на пересування.

Ключовим аспектом процесу маршрутизації є визначення цільових орієнтирів, зокрема розроблення адекватного критерію ефективності. Існуючі підходи переважно враховують інтереси окремих учасників перевізного процесу, зокрема перевізників, тоді як суспільні аспекти, включаючи соціальні та екологічні наслідки, залишаються недостатньо врахованими. Водночас експлуатація рухомого складу супроводжується негативним впливом на довкілля, що проявляється у вигляді викидів забруднюючих речовин та погіршення стану здоров'я населення. Це зумовлює необхідність урахування відповідних витрат при плануванні транспортних систем. Додатково слід відзначити тенденцію до зростання кількості маршрутів у містах і приміських зонах, що нерідко відбувається без належного обґрунтування їх доцільності.

Метою даного дослідження є підвищення ефективності роботи громадського транспорту в межах Шевченківського району м. Києва.

Об'єктом дослідження визначено процес роботи громадського транспорту на території Шевченківського району м. Києва.

Предметом дослідження є структура та параметри маршрутної мережі міського пасажирського транспорту зазначеного району.

У роботі застосовано експериментально-аналітичний підхід із використанням інструментів транспортного моделювання.

Робоча гіпотеза – покращення функціонування громадського транспорту в Шевченківському районі м. Києва може бути досягнуте шляхом удосконалення маршрутної мережі.

Основні задачі:

1. аналіз підходів до організації роботи громадського транспорту;
2. розробка транспортної моделі;
3. визначення матриці кореспонденцій;
4. розробка рекомендацій щодо удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту.

У результаті проведеного дослідження обґрунтовано та визначено раціональну конфігурацію маршрутної мережі для Шевченківського району м. Києва.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ МАРШРУТНИХ МЕРЕЖ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

1.1. Сучасні виклики щодо формування маршрутних мереж в Україні.

У структурі територіальної організації суспільства міста відіграють провідну роль, оскільки саме в них зосереджена переважна частка населення та виробничого потенціалу країни. За сучасними оцінками, у містах проживає понад дві третини населення, а також акумулюється більша частина основних виробничих фондів.

Віднесення населених пунктів до категорії міст здійснюється на основі комплексу критеріїв, серед яких ключовими є чисельність населення, а також адміністративне, культурне та господарське значення. Важливими чинниками також виступають рівень розвитку інфраструктури та характер підпорядкованості території.

Згідно зі статистичними даними, на початок 2022 року в Україні налічувалося кілька сотень міст, які класифікуються за чисельністю населення на великі, середні та малі, включаючи окрему групу міст із мільйонним населенням. Саме найбільші міста відіграють визначальну роль у соціально-економічному та культурному розвитку держави, формуючи основу промислового потенціалу та виступаючи центрами урбаністичних процесів. Проте трансформаційні процеси, що відбувалися в економіці країни у 1990-х роках, призвели до суттєвого ослаблення економічної бази більшості міських територій.

У сучасних умовах функціонування міст, особливо в період становлення ринкових відносин, сформувалося ряд системних проблем. До них належать недостатній рівень фінансового забезпечення для розвитку міських сервісів, уповільнення темпів житлового будівництва та розвитку соціальної

інфраструктури, обмежений розвиток сфери послуг, що негативно впливає на ринок праці та демографічні процеси, а також загалом невисокий рівень розвитку міського середовища.

З позиції системного підходу місто розглядається як складна багаторівнева система, що включає значну кількість взаємопов'язаних підсистем. У контексті транспортного обслуговування до таких підсистем доцільно віднести населення, житлову забудову, місця прикладання праці, об'єкти рекреації та безпосередньо транспортну інфраструктуру, включаючи маршрутну мережу. Саме взаємодія зазначених елементів визначає рівень забезпечення населення транспортними послугами.

Маршрутна мережа міського пасажирського транспорту (МПТ) загального користування являє собою впорядковану сукупність трас, що можуть охоплювати як окремі види транспорту, так і їх комбінацію. До її основних складових належать пропускна та провізна спроможність, структура та кількість рухомого складу, а також параметри організації руху, зокрема розклади.

Рішення щодо відкриття маршрутів часто приймаються на основі короткострокових економічних показників, зокрема очікуваного доходу на початковому етапі експлуатації. Наприклад, запровадження маршруту, який скорочує кількість пересадок для пасажирів або забезпечує пряме сполучення між районами проживання та місцями праці, зазвичай супроводжується зростанням попиту. Однак при цьому відбувається перерозподіл пасажиропотоків, що може призвести до зниження доходів на існуючих маршрутах.

У такій ситуації виникає необхідність компенсації збитків перевізників, що здійснюється за рахунок бюджетних коштів. Оскільки джерелом формування бюджету є податкові надходження, у тому числі від населення, фактично виникає подвійне фінансове навантаження на пасажирів: безпосередня оплата транспортних послуг і опосередкована участь у покритті витрат на утримання нерентабельних маршрутів. Це свідчить про

необхідність переходу до більш комплексного підходу до планування маршрутних систем.

1.2. Актуальні підходи до організації роботи міського пасажирського транспорту загального користування.

У процесі урбанізації відбувається посилення інтенсивності ряду процесів, що мають вплив на функціонування міських систем. З часом транспортна проблематика набуває дедалі більшої гостроти, оскільки попит населення на пересування зростає швидше, ніж розвиваються елементи транспортної інфраструктури. Це пояснюється відносною незмінністю дорожньої мережі та обмеженим оновленням технологій транспортного обслуговування. У зв'язку з цим підвищення ефективності функціонування маршрутних мереж МПТ загального користування стає одним із ключових завдань.

Складність розв'язання зазначеної проблеми зумовлена багаторівневою структурою транспортних систем, їх поліфункціональністю, децентралізованими механізмами управління, а також динамічністю та стохастичним характером процесів. Додатковим чинником виступає активна роль об'єкта управління, що потребує врахування широкого спектра соціально-економічних параметрів.

На сучасному етапі ефективне вирішення завдань у сфері транспорту можливе лише за умови комплексного врахування взаємопов'язаних факторів, які визначають функціонування цієї системи як цілісного утворення. Водночас фрагментарність і вузька спеціалізація наукових досліджень зумовили відсутність узгодженої класифікації транспортних процесів за рівнем пріоритетності та терміновості їх вирішення, що супроводжується також термінологічною неузгодженістю та дублюванням понять.

Ключовим завданням організації функціонування МПТ загального користування є формування маршрутної мережі, що включає визначення трас

маршрутів, їх провізної спроможності, а також вибір виду і типу рухомого складу. Цей процес, відомий як маршрутизація, здійснюється, як правило, за рішенням замовника перевезень і фіксується у відповідних реєстрах.

Інші аспекти, зокрема визначення характеристик транспортних засобів, вибір виду сполучення, коригування розкладів руху належать до завдань удосконалення маршрутної мережі. Їх реалізація відбувається шляхом внесення змін до договорів на організацію перевезень або через перегляд дозвільної документації з подальшим оновленням структури маршрутної мережі.

Досягнення високої ефективності маршрутизації неможливе без застосування сучасних інструментів математичного моделювання перевізного процесу. Навіть у невеликих містах кількість можливих варіантів рішень є надто великою для експертної оцінки. Крім того, рівень підготовки фахівців у сфері управління транспортом суттєво варіюється. У результаті практичні рішення щодо змін маршрутної мережі часто приймаються інтуїтивно, що може бути прийнятним для локальних завдань, але не забезпечує системної ефективності. Таким чином, сучасний підхід до організації роботи МПТ загального користування повинен базуватися на використанні математичних моделей.

У країнах із низьким рівнем автомобілізації маршрутизація традиційно розглядається як самостійне пріоритетне завдання, спрямоване на досягнення раціонального стану маршрутної мережі. Такий підхід був характерний насамперед для постсоціалістичних держав, де поєднувалися обмежена автомобілізація та відносно високий рівень централізованого управління транспортом. У країнах із високим рівнем автомобілізації подібні підходи застосовувалися на ранніх етапах досліджень і мали більш спрощений характер.

Подальша еволюція методів управління транспортними системами в економічно розвинутих країнах призвела до інтеграції задач організації роботи МПТ загального користування в ширший контекст стратегічного

планування. При цьому акцент змістився з пошуку оптимальних рішень до розроблення детальних моделей, здатних прогнозувати наслідки різних сценаріїв розвитку системи. У таких умовах рішення приймаються на основі існуючої структури мережі без кардинальних змін.

Підходи, орієнтовані на генерацію альтернативних конфігурацій маршрутних мереж, були актуальними у наприкінці ХХ століття, однак не отримали подальшого розвитку. Сучасні програмні комплекси транспортного планування переважно використовуються для прогнозування параметрів функціонування систем, тоді як остаточний вибір рішень залишається за фахівцями.

Досягнення високої ефективності вимагає впровадження новітніх програмних інструментів транспортного планування у поєднанні з удосконаленими методами моделювання окремих елементів маршрутної мережі. Це дозволяє враховувати специфіку функціонування МПТ загального користування і забезпечити прийняття обґрунтованих управлінських рішень на основі чітко визначених критеріїв ефективності.

Моделі, що базуються на припущенні про стохастичний характер формування пасажиропотоків, спираються на попередньо задані гіпотези щодо перебігу цього процесу, оскільки їх розробка була орієнтована переважно на потреби містобудівного планування. У зв'язку з цим рівень їх точності та достовірності є недостатнім для застосування у задачах маршрутизації.

З огляду на зазначені обмеження, у транспортному моделюванні запропоновано значну кількість альтернативних підходів, сформованих на основі аналізу даних анкетних обстежень населення. Зокрема, в дослідженні [1] вибір k -го маршруту пересування описується як функція кількості пересадок, середніх витрат часу на поїздку та типу використовуваного транспортного засобу.

$$p_k = p[n_{nk}/\bar{t}] \cdot p[t_k/n_{nk}] \cdot p[W_k/n_{nk}], \quad (1.1)$$

де $p[n_{nk}/\bar{t}]$ – ймовірність здійснення пересування з n_{nk} пересадками, %;

$p[t_k/n_{nk}]$ – ймовірність здійснення пересування з часовими витратами на поїздку t_i при n_{nk} пересадок, %;

$p[W_k/n_{nk}]$ – ймовірність вибору W шляху з n_{nk} пересадками при витратах часу на пересування t_i .

Ймовірнісні параметри в межах зазначеного підходу визначаються на основі емпіричних даних, отриманих у результаті обстежень. Практичне застосування цієї моделі під час дослідження показало, що середнє відхилення у визначенні пасажиропотоків становить близько 17%. Водночас слід підкреслити переважно теоретичний характер даного дослідження, оскільки запропонований підхід не забезпечує вирішення ключових аспектів поставленої проблематики.

У дослідженнях [2, 3] для оцінювання ймовірності вибору k -го варіанта пересування запропоновано застосування калібрувальної моделі.

$$p_k = (1,25 \cdot tk_{\min} / \sum_i^{z\Sigma} (1,25 \cdot ti_{\min})), \quad (1.2)$$

де $t_{\min}$ – мінімум часових витрат серед можливих варіантів пересування, хв.

У дослідженні [3] представлено також більш удосконалений і формалізовано складніший підхід, у межах якого показник привабливості маршруту визначається через узагальнену вартість поїздки, взяту з протилежним знаком. Така постановка задачі забезпечує можливість математичного врахування обмежень пропускної спроможності маршрутів.

Водночас, подібно до попередніх моделей, цей підхід не забезпечує належного рівня адекватності опису процесу, оскільки ігнорує причинно-наслідкові залежності, що визначають формування транспортної поведінки.

Окремим напрямом є метод визначення пасажиропотоків, що базується на застосуванні психофізичного закону Вебера–Фехнера [4], який описує залежність між інтенсивністю подразника та реакцією людини. У межах цього підходу як стимули розглядаються ключові характеристики альтернатив пересування, зокрема тривалість поїздки, кількість пересадок і вартість проїзду. Для ідентифікації функціональної залежності було проведено анкетування пасажирів, які проживають поблизу станцій метрополітену. Подальший аналіз отриманих даних дозволив сформулювати узагальнений вираз, що описує ймовірність вибору пасажиром k -го варіанта пересування серед z можливих альтернатив.

$$p_k = \frac{1}{z} \cdot \left[A + B \cdot \ln \left(\frac{\sum_i^z t_i}{t_k} \right) + C \cdot \ln \left(\frac{\sum_i^z k_{ni}}{k_{nk}} \right) + D \cdot \ln \left(\frac{\sum_i^z s_i}{s_k} \right) \right], \quad (1.3)$$

де A, B, C, D – коефіцієнти;

k_{nk} – коефіцієнт пересадковості при виборі k -го шляху пересування;

s_k – вартість здійснення пересування по k -му шляху, грн.

Оскільки проведене обстеження було орієнтоване переважно на аналіз використання пасажиром маршрутів із залученням метрополітену, отримані результати лише частково відображають закономірності формування пасажиропотоків у межах всієї транспортної мережі. Запропонований підхід до ідентифікації параметрів моделі має обмежений характер, що унеможливорює його використання як базового інструменту для моделювання пасажирських потоків.

Важливе значення для дослідження поведінкових аспектів пасажирів у

межах маршрутної мережі міського пасажирського транспорту має робота [5], де наведено результати емпіричних досліджень. Обробка отриманих даних засвідчила, що ключовими факторами, які визначають привабливість маршруту є тривалість поїздки, час очікування та рівень завантаженості транспортного засобу. Разом з тим, експериментальні спроби встановити аналітичний вигляд функції, що описує вибір пасажирів, не дали позитивного результату. У межах цієї роботи для оцінювання розподілу пасажиропотоків було запропоновано припущення про досягнення транспортною системою стану рівноваги внаслідок перерозподілу пасажирів між маршрутами з подальшим розв'язанням відповідної системи рівнянь. Однак зазначений підхід наразі не знайшов практичного застосування.

У дослідженні [6] використовується аналогія між міською транспортною системою та термодинамічними системами. У межах цього підходу розподіл пасажиропотоків визначається шляхом максимізації ентропії. Водночас така інтерпретація фактично виключає роль індивідуального вибору пасажирів, що обмежує її прикладну цінність.

Серед проаналізованих досліджень найбільш обґрунтованою з теоретичної точки зору вважається робота [7], у якій запропоновано застосування мультиноміальної логіт-моделі (MNL). Її концептуальною основою є підхід поведінкового моделювання попиту, відповідно до якого кожен індивід обирає варіант пересування, що максимізує його суб'єктивну корисність. При цьому передбачається існування однорідних груп пасажирів, які однаково реагують на характеристики альтернативних маршрутів.

$$k=1, \text{ при } U_1 = V^h(X_1) + \xi_k \rightarrow \max, \quad (1.4)$$

де U_1 – привабливість l -го шляху пересування;

$V^h(X_1)$ – привабливість l -го шляху пересування для сукупності h ;

ξ_k – випадкова величина.

Для встановлення функціональної форми вартості маршруту було організовано анкетне обстеження, у межах якого кожен учасник описував два варіанти переміщення: той, що використовується найчастіше, та альтернативний, який оцінювався як найкращий серед інших. Закладені в основу моделі положення щодо цілеспрямованості поведінки пасажирів і наявності відносно однорідних груп користувачів за сприйняттям транспортних параметрів зберігають актуальність і можуть розглядатися як сучасна методологічна база для побудови моделей поведінки.

Разом із тим, зазначене дослідження фактично є однією з небагатьох спроб застосування MNL у сфері МПТ загального користування. Вказана модель належить до класу моделей дискретного вибору та є їх найпростішою реалізацією. Методичні засади цього підходу детально викладені у праці [8].

Проблематика підвищення ефективності функціонування МПТ загального користування також розглядається у працях українських науковців [9, 10]. Проте у вказаних роботах не передбачається глибокого аналізу поведінкових аспектів вибору пасажирів, у зв'язку з чим у них використовуються спеціалізовані моделі прикладного характеру, які не можуть бути узагальнені або використані як універсальна теоретична основа.

Зокрема, у роботі [9] на основі моделі дискретного вибору розглядається задача розподілу обсягів перевезень між звичайним громадським транспортом і таксомоторними перевезеннями на міських маршрутах.

У дослідженні [11] запропоновано модифікований варіант гравітаційної моделі для розподілу пасажиропотоків за видами транспорту, що дозволяє досягти поставлених цілей. Водночас при розв'язанні задач підвищення ефективності функціонування систем міського пасажирського транспорту більш перспективним вважається використання моделей дискретного вибору, які безпосередньо враховують поведінку користувачів.

Близькі за тематикою питання розподілу транспортних потоків досліджуються у роботах [12, 13]. Так, у [12] запропоновано підхід до розподілу потоків на мережі з критерієм мінімізації сумарних витрат часу на

пересування. Автори також зазначають можливість використання моделі для оцінювання пасажиропотоків на приміських маршрутах, однак результати її практичної апробації не наведено, що обмежує можливість оцінки її адекватності.

Гравітаційні моделі широко застосовуються для побудови матриць кореспонденцій, які відображають обсяги пересувань між транспортними районами. Така матриця являє собою двовимірну структуру, де кожен елемент характеризує кількість поїздок між парою пунктів «відправлення – призначення». Формування цієї матриці є одним із центральних і найбільш складних завдань транспортного моделювання, особливо у випадках суттєвих змін у структурі або параметрах транспортних потоків.

Існуючі підходи до побудови матриць кореспонденцій умовно поділяються на дві основні групи: екстраполяційні та ймовірнісні. Екстраполяційні методи базуються на використанні фактичних даних про потоки між районами з подальшим застосуванням коефіцієнтів зростання для прогнозування. Однак їх практичне застосування обмежене через високу трудомісткість збору вихідної інформації та недостатню чутливість до структурних змін у розвитку міста. Зазвичай такі підходи використовуються лише за умов стабільного розвитку та короткострокового прогнозування.

Натомість ймовірнісні (синтетичні) методи набули значного поширення у транспортному плануванні. У цьому випадку обсяги кореспонденцій визначаються на основі залежностей, що враховують чисельність населення, розміщення робочих місць, характеристики поїздок, просторову структуру міста та інші фактори. Такий підхід дозволяє більш адекватно відобразити процеси розвитку міського середовища та транспортної системи.

Перші формалізовані моделі визначення кореспонденцій з'явилися понад століття тому. Зокрема, австрійський інженер фон Лілль, досліджуючи пасажирські перевезення на залізничному напрямку Відень – Брно – Прага, сформулював залежність, яка згодом стала відомою як гравітаційна модель. Її сутність полягає в тому, що обсяг переміщень прямо залежить від потенціалу

відправлення та прибуття відповідних районів і обернено пропорційний відстані між ними.

Класична гравітаційна модель базується на припущенні, що інтенсивність взаємодії між транспортними районами визначається їх «масою» (соціально-економічним потенціалом) та умовами просторового розділення, що і формує основу для кількісного опису пасажирських потоків.

$$b_{ij} = K \cdot H O_i \cdot H P_j \cdot f(c), \quad (1.5)$$

де b_{ij} – кількість пересувань між районами i та j ;

K – поправочний коефіцієнт;

$H O_i$ – кількість виїздів з району i , пас.;

$H P_j$ – кількість прибуттів в район j , пас.

Водночас необхідно враховувати систему обмежень, що гарантують дотримання умов збалансованості матриці кореспонденцій.

$$\sum_{j=1}^n h_{ij} = H O_i, i = \overline{1, n}, \quad (1.6)$$

$$\sum_{i=1}^n h_{ij} = H P_j, j = \overline{1, n}, \quad (1.7)$$

де n – кількість транспортних районів, од.

Оцінка розрахункових кореспонденцій між транспортними районами здійснюється із застосуванням відповідної аналітичної залежності.

$$h_{ijk} = \frac{H O_i \cdot H P_{jk} \cdot k_{ijk} \cdot d_{ij}}{\sum_{j=1}^n (H P_{jk} \cdot k_{ijk} \cdot d_{ij})}, \quad (1.8)$$

де h_{ijk} – визначений обсяг пересувань між районами i та j , пас.;
 d_{ij} – функція тяжіння між районами i та j ;
 k_{ijk} – коригувальний коефіцієнт тяжіння пересувань з району i в j .

Серед ключових переваг традиційної гравітаційної моделі варто відзначити відносну простоту отримання вихідної інформації та зручність реалізації розрахункових процедур. Разом із тим, її принциповим недоліком є недостатня точність математичного обґрунтування: використовувані формалізації відображають лише загальні закономірності взаємодії параметрів і не забезпечують повної адекватності між реальними процесами формування транспортних кореспонденцій та фізичною аналогією гравітаційного тяжіння.

1.3. Ключові аспекти транспортного моделювання із застосуванням програмного продукту PTV VISION VISUM.

Упродовж історичного розвитку людства процес пізнання реальності супроводжувався формуванням у свідомості абстрактних образів, які відтворюють властивості об'єктів та явищ і слугують основою для прогнозування їх поведінки.

Під моделлю доцільно розуміти штучно створену систему, що відображає суттєві характеристики оригіналу відповідно до поставлених дослідницьких цілей. Моделювання, своєю чергою, є цілеспрямованим процесом розробки та застосування таких процесів для аналізу об'єктів, займаючи ключову позицію у науковому дослідженні. Реалізація будь-якої діяльності передбачає чітке визначення її вихідних умов і очікуваних результатів, що забезпечує логічну послідовність дій. Завершальним етапом процесу моделювання є обґрунтоване прийняття управлінського або дослідницького рішення. Основні стадії моделювання наведено на рисунку нижче.

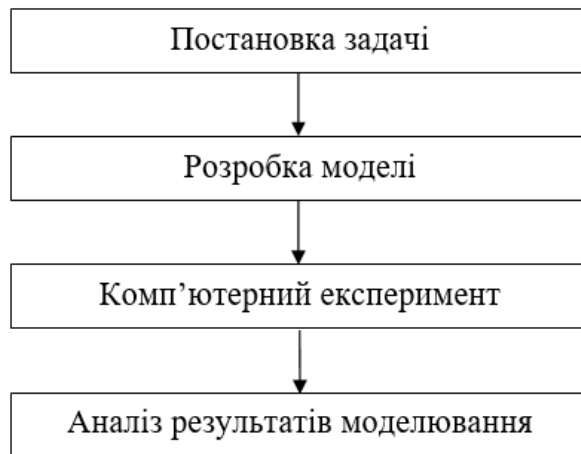


Рисунок 1.1 Основні стадії моделювання

У даному випадку початковою стадією є формулювання задачі, що передбачає визначення її змісту, цільових орієнтирів та проведення аналізу об'єкта або процесу. Виходячи із загального опису, здійснюється ідентифікація об'єкта дослідження та виділення його ключових характеристик, які формують сукупність вхідних параметрів. Як правило, об'єкт дослідження має складну структуру і складається з взаємопов'язаних компонентів. У зв'язку з цим аналіз виконується шляхом декомпозиції системи з метою виокремлення її елементарних складових та встановлення взаємозв'язків між ними.

На наступному етапі визначаються властивості, стани та інші параметри елементарних об'єктів, що дозволяє сформулювати їх узагальнене уявлення. Для забезпечення достовірності дослідження здійснюється збір необхідної інформації про об'єкт. Отримані параметри систематизуються за ступенем значущості, після чого проводиться уточнення моделі відповідно до поставлених цілей. При цьому другорядні фактори виключаються, тоді як збереження ключових характеристик є обов'язковою умовою адекватності моделі.

Після побудови концепту здійснюється його реалізація у вигляді комп'ютерної моделі. Далі виконується серія обчислювальних експериментів, результати яких підлягають подальшому аналізу. Завершальним етапом є

інтерпретація отриманих результатів та прийняття обґрунтованого рішення. Цей етап має вирішальне значення, оскільки визначає доцільність продовження досліджень або їх завершення. У ряді випадків результати аналізу зумовлюють необхідність уточнення моделі та проведення додаткових експериментів.

Сучасні підходи до дослідження функціонування міських маршрутних мереж базуються на застосуванні спеціалізованих програмних продуктів для формування транспортних моделей. Такі інструменти забезпечують детальне відтворення структури мережі та взаємодії її елементів, а також формування значного обсягу аналітичної інформації, проте потребують проведення комплексних обстежень транспортної ситуації з метою отримання об'єктивних вихідних даних. Модель виступає узагальненим відображенням реального об'єкта, що дозволяє замінити його у процесі дослідження та отримати нову інформацію про його функціонування. Ступінь наближеності моделі до реального об'єкта визначає точність результатів і ефективність аналізу.

Однією з ключових задач при оцінці транспортних систем є обґрунтований вибір критеріїв або їх сукупності, які дозволяють адекватно охарактеризувати рівень функціонування МПТ загального користування. У цьому контексті моделювання міських перевезень є важливим інструментом дослідження та оптимізації транспортних процесів. Розвиток цього напрямку активізувався наприкінці XX століття з поширенням обчислювальних засобів.

Серед сучасних програмних рішень значного поширення набув комплекс PTV VISION VISUM, що обумовлено його функціональною гнучкістю, універсальністю та орієнтацією на задачі транспортного планування. У порівнянні з альтернативними продуктами, зокрема EMME, даний програмний продукт забезпечує більш детальне моделювання громадського транспорту та глибший аналіз елементів транспортних систем. Він широко застосовується у практиці транспортного планування в різних країнах світу.

PTV VISION VISUM є інтегрованим програмним середовищем, що

дозволяє моделювати різні види транспорту в межах єдиної системи. Він містить ряд модулів, зокрема для оцінювання транспортного попиту та мікромодельовання руху, формуючи комплексну платформу аналізу транспортних систем. На відміну від традиційних геоінформаційних систем, даний інструмент забезпечує можливість врахування складних залежностей між елементами мережі.

Типова транспортна модель включає модель попиту, модель транспортної мережі та моделі пропозиції. Модель попиту відображає характеристики поведінки користувачів і формується на основі соціально-економічних даних з подальшим калібруванням за результатами обстежень. Модель мережі описує інфраструктурну складову системи, включаючи транспортні райони, вузли, зупинки, ділянки мережі та маршрути громадського транспорту. На основі цих компонентів реалізуються моделі попиту, які дозволяють оцінити показники функціонування системи, зокрема часові витрати, навантаження, експлуатаційні та економічні параметри.

Результати моделювання подаються у вигляді графічних і табличних матеріалів, що забезпечує можливість проведення комплексного аналізу. Програмний комплекс має певні обмеження щодо розміру моделі, однак дозволяє ефективно працювати з великими транспортними системами, забезпечуючи необхідний рівень деталізації.

Таким чином, використання програмного продукту PTV VISION VISUM створює передумови для побудови адекватних моделей маршрутних мереж міських територій та проведення всебічного аналізу їх функціонування з урахуванням наявних параметрів і обмежень [14].

2. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ МПТ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО РАЙОНУ М. КИЄВА

2.1. Аналіз об'єкту дослідження.

Одним із найбільших за територією та чисельністю населення адміністративних районів столиці України є Шевченківський район. Його формування відбулося у жовтні 2001 року внаслідок об'єднання трьох попередніх районів – Радянського, Старокиївського та Шевченківського.

Сучасні межі району охоплюють площу близько 2,7 тис. га, на якій проживає понад 233 тис. осіб. Район характеризується високим рівнем соціально-економічного розвитку, поєднуючи промислове виробництво, будівельний сектор, поліграфічну діяльність, розвинену сферу торгівлі, систему охорони здоров'я та побутового обслуговування, а також значну кількість освітніх і культурних установ. Крім того, на його території розміщені дипломатичні представництва більш ніж 50 держав.

Промисловий сектор району представлений десятками підприємств, а сфера торгівлі та громадського харчування включає понад тисячу об'єктів. Освітня інфраструктура охоплює понад 100 закладів різних рівнів, серед яких загальноосвітні школи, дошкільні установи та позашкільні заклади. Також у межах району функціонує значна кількість закладів вищої освіти, включаючи провідні університети країни.

Система охорони здоров'я району представлена розгалуженою мережею медичних установ, що забезпечують обслуговування як дорослого, так і дитячого населення. Крім того, функціонує розвинена мережа спортивно-оздоровчих об'єктів, включаючи спортивні школи, зали, стадіони та майданчики. Район також вирізняється значною кількістю зелених зон – парків, скверів і бульварів.

Аналіз наведених характеристик дозволяє зробити висновок про наявність на території району значної кількості об'єктів, що формують та

поглинають пасажиропотоки. Визначальною особливістю є його центральне розташування, що зумовлює проходження через нього багатьох маршрутів громадського пасажирського транспорту.

Транспортна мережа району є ключовим елементом його інфраструктури, забезпечуючи задоволення базових потреб населення та функціонування міського господарства. Протягом попередніх років спостерігається тенденція до зростання рівня урбанізації та концентрації населення, що супроводжується підвищенням мобільності жителів. Це, у свою чергу, призводить до загострення транспортних проблем. Протягом останнього десятиліття система міського пасажирського транспорту центральної частини столиці демонструє ознаки системної кризи.

Паралельно з цими процесами відбуваються структурні зміни, зокрема зростання рівня автомобілізації населення, поява нових форм організації перевезень, у тому числі комерційного транспорту, а також трансформація структури зайнятості населення, що впливає на характер попиту на перевезення.

Якість транспортного обслуговування населення залишається недостатньою та має тенденцію до погіршення. Переповненість транспортних засобів, тривалий час очікування на зупинках, а також незручні умови пересадок призводять до зростання транспортної втоми пасажирів, що негативно впливає на їхню працездатність.

Додатковою проблемою є нераціональне трасування маршрутів, які часто формуються з урахуванням економічної доцільності перевізників, а не реальних потреб населення. Зокрема, недостатньо забезпечуються транспортним обслуговуванням рекреаційні зони, тоді як пріоритет надається більш прибутковим напрямкам, таким як ділові центри та комерційні об'єкти.

Характеристика маршрутів міського пасажирського транспорту, що проходять територією району, наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Перелік та основні характеристики маршрутів МПТ загального користування, що проходять територією Шевченківського району м. Києва

№ маршруту	Назва маршруту	Кількість рухомого складу, од.	Інтервал, хв.	Вид рухомого складу	Кількість посадочних місць, од.
15	Автогенний завод-Старовокзальна	7	17	Трамвай	102
159	Пл. Шевченка-Майдан Незалежності	3	13	А-091 Богдан	32
164	Південний Вокзал-Північна	4	15	А-091 Богдан	32
165	Пл. Львівська-Пл. Перемоги	5	9	Еталон	22
166	Лаврухіна-Міське кладовище	3	16	Богдан	25
168	Лаврухіна-Лебедева-Кумача	3	7	ПАЗ	23
18	Сошенка-М. Незалежності	7	12	ЛАЗ	65
185	Туполєва-Кадетський Гай	4	8	ПАЗ	23
186	Святошин-Стеценка	4	14	Богдан	25
189	Чорнобильська-Володимирська	5	16	А-091 Богдан	21
19	Дорогожичі-Космонавтів	6	18	А-144.5 Богдан	21

№ маршрут у	Назва маршруту	Кількість рухомого складу, од.	Інтервал, хв.	Вид рухомого складу	Кількість посадочних місць, од.
199	Ушакова- Палац Україна	4	12	А-091 Богдан	32
209Д	Ломоносова- Залізничний вокзал	4	15	БА3-2215	22
227	Діагностичний Центр-Гай	4	11	А-144.5 Богдан	21
228	Гречка- Університет	7	9	Богдан	25
23	Туполєва- Лук'янівська	4	15	Богдан	25
231	Бульвар Шевченка-Гай	3	12	А-091 Богдан	32
26	Прос. Свободи- Нивки	5	16	А-091 Богдан	32
35	Славутич- Підлипки 2	5	17	Богдан	23
404	Нивки- Петрівка	3	7	Богдан	25
406	Інтернаціон.- музей ВВВ	4	15	Богдан	23
429	Тулузи- Хрещатик	4	12	А-091 Богдан	32
433	Жолудєва- Бульвар Шевченка	7	5	Еталон	22
450	Інст. цукру- Інст.цукру	4	13	Богдан	25

№ маршрут у	Назва маршруту	Кількість рухомого складу, од.	Інтервал, хв.	Вид рухомого складу	Кількість посадочних місць, од.
469	Заболотного- Лук'янівська	4	14	Богдан	23
482	Глушкова- Дорогожичі	4	15	Богдан	25
501	Салютна- Григоровича	3	7	Богдан	25
527	Овруцька- Лісова	3	12	Богдан	25
532	Терещенківс.- Площа космонавтів	6	6	А-091 Богдан	32
537	Нивки- Площа Шевченка	5	8	Богдан	25
558	Виноградар- Залізничний Вокзал	4	16	Богдан	25
564	Пестеля- Контпактова пл.	4	15	Богдан	25
568	Терещенківська- Аеропорт Київ	5	14	А-091 Богдан	32
570	Толстого- Ушинського	3	12	Богдан	25
575	Терещенківська- Сирецька	4	15	Богдан	25
26	Пр. Свободи- Нивки	15	6	Мерседес	104
7	Шулявська- Чорнобильська	19	4	Ісузу	65
14	Автогенний	18	5	Трамвай	102

№ маршрут у	Назва маршруту	Кількість рухомого складу, од.	Інтервал, хв.	Вид рухомого складу	Кількість посадочних місць, од.
	завод- Пл.Контрактова				
Лінія метро	Святошинсько- Броварська	5	9	Метро	920
Лінія метро	Подільсько- Вигурівська	6	7	Метро	920
19	Дорогожичі- Космонавтів	8	11	Ісузу	65

2.2. Формалізація критерію ефективності оцінки роботи маршрутної мережі.

Однією з ключових проблем у сфері організації міських пасажирських перевезень є забезпечення ефективного функціонування маршрутної мережі. Її характеристики тісно пов'язані з економічними аспектами діяльності МПТ загального користування, який у значній кількості міст України частково фінансується за рахунок коштів місцевих бюджетів.

Оцінювання ефективності функціонування МПТ загального користування може здійснюватися з позицій різних зацікавлених сторін, зокрема органів місцевого самоврядування, транспортних операторів та пасажирів як безпосередніх користувачів послуг.

З точки зору транспортних підприємств визначальним критерієм ефективності є забезпечення максимального економічного результату від здійснення перевезень. Досягнення цієї мети передбачає вирішення низки взаємопов'язаних завдань, серед яких:

- покращення маршрутної мережі з урахуванням існуючих пасажиропотоків;

- вплив на структуру попиту шляхом зміни маршрутів з метою залучення пасажирів, які раніше користувалися альтернативними способами пересування;

- удосконалення розкладів руху для забезпечення рівномірного та достатнього завантаження транспортних засобів;

- впровадження додаткових організаційних заходів, зокрема координація графіків руху з підприємствами, іншими перевізниками та адміністративними структурами.

З позиції пасажирів формування єдиного універсального критерію ефективності є ускладненим, що обумовлено різноманітністю цілей пересування, відмінностями у потребах користувачів та індивідуальними підходами до вибору способу пересування.



Рисунок 2.1 Показники оцінки роботи транспорту загального користування з урахуванням інтересів різних суб'єктів транспортного процесу

2.3. Визначення способу моделювання.

У наукових дослідженнях широко застосовуються аналітичні підходи, які дають змогу встановити математичні залежності між параметрами об'єкта дослідження. Використання таких методів забезпечує можливість комплексного вивчення процесів, а також визначення кількісних взаємозв'язків між змінними, що дозволяє здійснювати поглиблений аналіз досліджуваних явищ.

В аналітичному моделюванні функціонування складних систем описується через систему функціональних залежностей або логічних умов. Найбільш повне дослідження досягається у випадку отримання явних математичних співвідношень, які пов'язують шукані величини з параметрами системи та початковими умовами. Однак реалізація такого підходу можлива переважно для відносно простих систем. У випадку складних систем виникає необхідність спрощення реальних процесів, що дозволяє формалізувати їх поведінку та відобразити взаємодію між окремими елементами.

За умов, коли складність і багатофакторність процесів у системі не дозволяє адекватно описати їх аналітичними методами, доцільним є застосування прийомів імітаційного моделювання. У межах цього підходу окремі елементи системи описуються за допомогою алгоритмів, які відтворюють можливі сценарії її функціонування. Використання імітаційних моделей дає змогу, спираючись на початкові дані та параметри системи, здійснювати дослідження в конкретних умовах і отримувати інформацію щодо можливих результатів. Водночас прогностні можливості імітаційних моделей є обмеженішими порівняно з аналітичними.

Окрему групу становлять статистичні моделі, що базуються на положеннях теорії ймовірності. Вони дозволяють оцінювати не окремі події, а узагальнені характеристики випадкових процесів, причому точність таких оцінок зростає зі збільшенням обсягу досліджуваних даних. Теорія ймовірності виступає математичним інструментом для опису

закономірностей випадкових явищ. Застосування статистичних моделей є тісно пов'язаним із аналізом емпіричних даних у конкретній предметній області [15].

У задачах дослідження пасажиропотоків найбільш доцільним є використання статистичного підходу, оскільки він дозволяє враховувати динамічний та ймовірнісний характер транспортних процесів. Зокрема, зміни умов функціонування системи та настання окремих подій мають випадковий характер, що зумовлює необхідність аналізу стохастичних взаємозв'язків.

2.4. Розробка транспортної моделі.

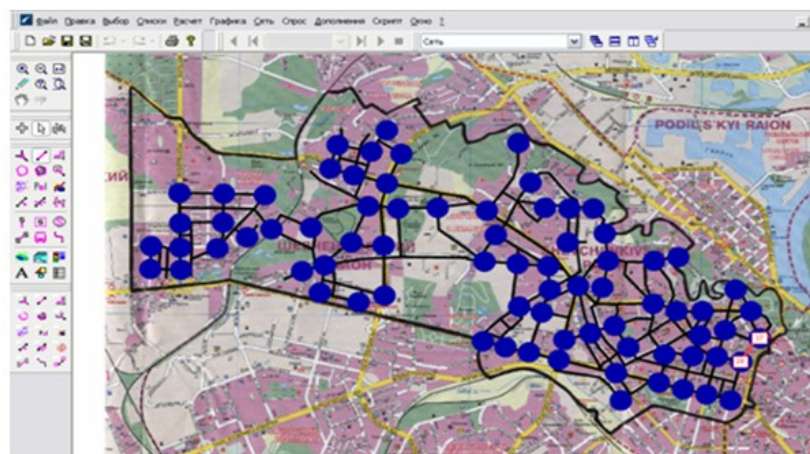
Початковим етапом моделювання є імпорт картографічної основи міста з подальшим приведенням її масштабних параметрів у відповідність до вимог PTV VISION VISUM. Зазначене зображення використовується як підкладка для подальшого відображення елементів транспортної мережі. В якості базового фонового картографічного зображення можуть застосовуватися файли різних форматів, зокрема: *.GIF, *.JPG, *.PSD, *.PNG, *.TIF, тощо. Під час формування транспортної моделі маршрутної мережі м. Києва (у межах Шевченківського району) було використано картографічний матеріал у форматі *.JPG, приклад якого наведено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 Бекграунд Шевченківського району м. Києва

Бекграунд (фонове картографічне зображення) застосовується як основа для формування цифрового представлення транспортної системи адміністративного району. На наступному етапі здійснюється визначення видів транспорту із встановленням для кожного з них відповідних параметрів, зокрема найменування, а також граничних значень швидкості руху.

З метою спрощення процесу моделювання вулично-дорожньої мережі (ВДМ) вводиться класифікація відрізків за їх функціональним призначенням і характеристиками. Для кожної категорії відрізків задається індивідуальна назва та сукупність параметрів, серед яких: допустима швидкість руху транспортних засобів, пропускна здатність, перелік транспортних систем, що можуть використовувати дану ділянку, кількість смуг руху, тощо. Побудова транспортної схеми розпочинається з нанесення вузових елементів, які відображають зміну геометричних характеристик ВДМ, режимів руху, рівня пропускної спроможності, а також розташування зупиночних пунктів. Надалі зазначені вузли поєднуються відрізками відповідних типів. Кожному відрізку присвоюється назва та виконується уточнення його параметрів, зокрема швидкісних режимів, пропускної здатності та переліку дозволених видів транспорту. Відповідний етап моделювання показано на рисунку 2.3.

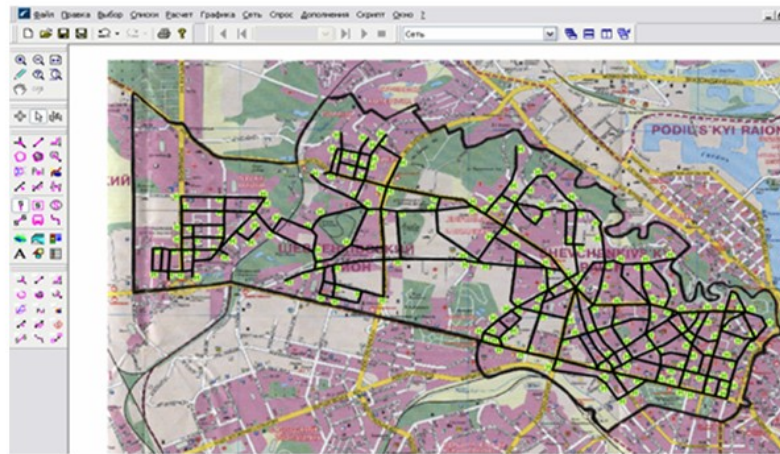


Умовні позначення:

- - відрізки;
- - вузлові точки.

Рисунок 2.3 Вузли та відрізки ВДМ Шевченківського району м. Києва

На наступному етапі здійснюється нанесення зупинок громадського транспорту.

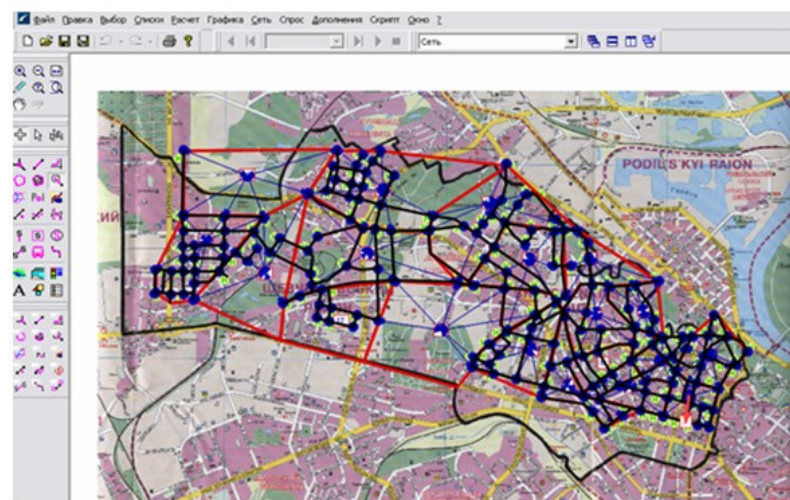


Умовні позначення:

Ⓜ - місця розташування зупиночних пунктів.

Рисунок 2.4 Зупиночні пункти громадського транспорту в Шевченківському районі м. Києва

Наступним кроком є створення транспортних районів. Далі транспортні райони з'єднуються з вузловими точками через примикання.



Умовні позначення:

— - межі транспортних районів;

— - примикання транспортних районів до вузлових точок.

Рисунок 2.5 Транспортні райони об'єкту дослідження

На наступному етапі до програмного середовища PTV VISION VISUM імпортовано маршрути МПТ загального користування, перелік яких наведено в таблиці 2.1. Для моделювання параметри функціонування маршрутів, зокрема час початку та завершення роботи, а також інтервали руху, встановлюються відповідно до графіків експлуатації у часовому діапазоні з 5:00 до 24:00.

Реалізація зазначеного етапу забезпечує формування моделі маршрутної мережі Шевченківського району м. Києва, що виступає ключовим інструментом для обґрунтування управлінських рішень щодо розвитку транспортної системи. Водночас для забезпечення її повноцінного функціонування необхідним є подальше визначення матриці кореспонденцій.

3. ВИЗНАЧЕННЯ МАТРИЦІ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ

3.1. Здійснення аналітичних розрахунків.

У межах виконання цього етапу здійснюється оцінка обсягів відправлення та прибуття пасажирів для кожного транспортного району, загальна кількість яких у даному випадку становить 19. На наступному кроці проводиться ідентифікація точок в'їзду на територію Шевченківського району.



Умовні позначення:

▲ - в'їзди в Шевченківський район.

Рисунок 3.1 Точки в'їзду на територію Шевченківського району м. Києва

Наступним етапом є розрахунок інтервалів руху громадського транспорту.

$$I_i = \frac{60}{I}, \quad (3.1)$$

де I_i – інтервал руху транспортних засобів, хв.

У даному розділі подальші розрахунки наведено для автобусного маршруту № 185.

$$I_{\square} = \frac{60}{8} \approx 8 \text{ од./год.}$$

Необхідну кількість пасажиромісць для в'їзду № 1 може бути визначено наступним чином:

$$I_{\text{пм}} = \sum_i^{N_M} I_i \cdot q_i, \quad (3.2)$$

де q_i – кількість пасажирів, що знаходяться в середині транспортного засобу, чол.

$$I_{\text{пм}} = (8 \cdot 43) + (5 \cdot 46) + (9 \cdot 46) = 988 \text{ пас.}$$

Результати розрахунків параметрів в'їздів до Шевченківського району м. Києва наведено у таблиці нижче.

Таблиця 3.1

Параметри в'їздів до Шевченківського району м. Києва

№ маршруту	Назва маршруту	Інтервал, од./год.	Кількість посадочних місць, од.
1 В'їзд			
185	Туполева-Кадетський Гай	8	988
186	Святошин-Стеценка	5	
501	Салютна-Григоровича	9	
2 В'їзд			
469	Заболотного-Лук'янівська	4	11347
406	Інтернаціональна-музей ВВВ	5	

№ маршруту	Назва маршруту	Інтервал, од./год.	Кількість посадочних місць, од.
532	Терещенківська-Космонавтів	4	
3 В'їзд			
469	Заболотного-Лук'янівська	4	746
527	Овруцька-Лісова	4	
18	Сошенка-Майдан Незалежності	6	
558	Виноградар-Залізничний Вокзал	5	
4 В'їзд			
185	Туполєва-Кадетський Гай	8	4474
186	Святошин-Стеценка	5	
429	Тулузи-Хрещатик	5	
501	Салютна-Григоровича	9	
564	Пестеля-Контрактова пл.	4	
19	Дорогожичі-Космонавтів	4	
5 В'їзд			
404	Нивки-Петрівка	9	19098
564	Пестеля-Контрактова пл.	4	
Лінія метро	Подільсько-Вигурівська	10	
6 В'їзд			
164	Південний Вокзал-Північна	4	2644
165	Пл. Львівська-Пл. Перемоги	7	
168	Лаврухіна-Лебедева-Кумача	9	

№ маршруту	Назва маршруту	Інтервал, од./год.	Кількість посадочних місць, од.
166	Лаврухіна-Міське кладовище	8	
223	Туполева-Південний Вокзал	4	
227	Діагностичний Центр-Гай	6	
7	Шулявська-Чорнобильська	4	
14	Автогенний завод-Контрактова	4	
7 В'їзд			
168	Лаврухіна-Лебедева-Кумача	9	13236
223	Туполева-Південний Вокзал	4	
227	Діагностичний Центр-Гай	6	
469	Заболотного-Лук'янівська	5	
527	Овруцька-Лісова	5	
26	Просп.Свободи-Нивки	4	
14	Автогенний завод-Контрактова	4	
Лінія метро	Святошинсько-Броварська	12	
8 В'їзд			
189	Чорнобильська-Володимирська	4	1601
199	Ушакова-Палац Україна	5	
209Д	Ломоносова-Залізничний вокзал	4	
228	Гречка-Університет	7	
231	Бульвар Шевченка-Гай	5	
404	Нивки-Петрівка	6	

№ маршруту	Назва маршруту	Інтервал, од./год.	Кількість посадочних місць, од.
429	Тулузи-Хрещатик	5	
433	Жолудєва-Бульвар Шевченка	12	
450	Інститут цукру-Інститут цукру	5	
568	Терещенківська-Аеропорт	5	
570	Толстого-Ушинського	5	
575	Терещенківська-Сирецька	4	
9 В'їзд			
159	Пл. Шевченка-М. Незалежності	5	1637
406	Інтернаціональна-музей ВВВ	4	
19	Дорогожичі-Космонавтів	6	
227	Діагностичний Центр-Гай	5	
568	Терещенківська-Аеропорт	5	
10 В'їзд			
189	Чорнобильська-Володимирська	4	40669
199	Ушакова-Палац Україна	5	
228	Гречка-Університет	7	
433	Жолудєва-Бульвар Шевченка	12	
450	Інститут цукру-Інститут цукру	5	
570	Толстого-Ушинського	5	
575	Терещенківська-Сирецька	4	
26	Просп. Свободи-Нивки	4	

№ маршруту	Назва маршруту	Інтервал, од./год.	Кількість посадочних місць, од.
5	Бірицька-Повітрофлоцька	4	
15	Автогенний завод-Старовокзальна	4	
Лінія метро	Святошинсько-Броварська	12	
Лінія метро	Подільсько-Вигурівська	8	

Загальну кількість пасажиромісць може бути розраховано наступним чином:

$$N_{\text{пм}} = \sum_i^{N_i} P_{\text{пмі}}. \quad (3.3)$$

$$N_{\text{пм}} = 107150 \text{ пас.}$$

Для проведення подальших розрахунків треба визначити кількість пасажирів по прибуттю (НО) та відправленню (НР).

$$HO = \sum_s^{N_B} P_{\text{в'їзд}}, \quad (3.4)$$

де $P_{\text{в'їзд}}$ – кількість пасажирів, що прибули з s -го в'їзду, чол.

$$HO = 76492 \text{ пас.}$$

$$HR = \sum_s^{N_B} P_{\text{виїзд}}, \quad (3.5)$$

де $P_{\text{виїзд}}$ – кількість пасажирів, що виїхали з s -го виїзду, чол.

$$HP = 38658 \text{ пас.}$$

З метою здійснення коректних розрахунків слід брати до уваги відсоток пасажирів, які проїжджають транзитом через район. Для м. Києва даний показник становить 25%.

$$HO_T = HO \cdot 0,25, \quad (3.6)$$

$$HO_T = 76492 \cdot 0,25 = 19123 \text{ пас.}$$

$$HP_T = HP \cdot 0,25, \quad (3.7)$$

$$HP_T = 38658 \cdot 0,25 = 11394 \text{ пас.}$$

Відповідно, різницею між загальною кількістю пасажирів і транзитними є ті, що залишились в районі.

$$HO_{\text{зал.}} = HO - HO_T, \quad (3.8)$$

$$HO_{\text{зал.}} = 76492 - 19123 = 53098 \text{ пас.}$$

$$HP_{\text{зал.}} = HP - HP_T, \quad (3.9)$$

$$HP_{\text{зал.}} = 38658 - 11394 = 19264 \text{ пас.}$$

На наступному етапі необхідно визначити, скільки чоловік знаходиться в Шевченківському районі.

$$N_{ш-ш} = \frac{S_{ш}}{S_{м}} \cdot N_{ш-м} \cdot K, \quad (3.10)$$

де $S_{ш}$ – площа району, кв.км.;

$S_{м}$ – площа міста, кв.км.;

$N_{ш-м}$ – пасажери, що виїжджають з району в місто, чол.

$$N_{ш-ш} = \frac{27}{820} \cdot 53098 \cdot 2 = 5437 \text{ пас.}$$

Пасажири, які прибули в район з інших частин міста визначаються наступним чином.

$$HO_{зал.} = N_{ш-м} + N_{ш-ш}. \quad (3.11)$$

$$HO_{зал.} = N_{м-ш} + N_{ш-ш}. \quad (3.12)$$

$$HO_{зал.} = 5437 + 19123 = 24560 \text{ пас.}$$

$$HP_{зал.} = 5437 + 53098 = 58535 \text{ пас.}$$

Розподіл пасажирів по транспортним районам здійснено наступним чином:

$$HO_i = \frac{S_{тр}}{S_p} \cdot HO_{внутр.}, \quad (3.13)$$

де $S_{тр}$ – площа транспортного району, кв.км.

$$HO_1 = \frac{1,4}{27} \cdot 58535 = 3035 \text{ пас.}$$

На наступному етапі кожному транспортному району, з урахуванням його площі, присвоюється оцінка в діапазоні від 1 до 5 балів. Додатково встановлюється рейтинговий показник, що відображає чисельність населення та зайнятих осіб у межах району, у межах інтервалу від 0,5 до 2 балів. Узагальнений (скоригований) показник визначається на основі поєднання зазначених оцінок.

$$S_b = S_i \cdot P \cdot P, \quad (3.14)$$

де S_i P , P – коефіцієнти, що враховують площу, кількість мешканців та працюючих жителів.

$$S_{1b} = 3 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 2,16.$$

Результати проведених розрахунків наведено у таблиці нижче.

Таблиця 3.2

Результати проведених розрахунків

Площа транспортного району, км ²	Щільність		Скорегований бал	Кількість пасажирів, чол.
	Проживання, %	Робота, %		
3	0,8	0,9	2,16	3035
3	1	1,4	4,2	2818
2	0,7	1,5	2,1	3686
4	1,5	1,1	6,6	2385
3	1,2	1	3,6	1951
4	1,6	1,8	11,52	2818
2	0,8	1,2	1,92	4336
1	0,9	1	0,9	2385
5	1,7	0,9	7,65	3035

Площа	Щільність		Скорегований	Кількість
транспортного	0,5	1,4	0,4	пасажирів,
4	1,5	1,2	7,2	2602
2	0,9	1,7	3,06	2818
3	1,1	1,1	3,63	2602
2	0,8	1,5	2,4	3902
4	1,1	1,9	8,36	2168
4	1,2	1,5	7,2	2168
2	1	1,2	2,4	3035
4	1,5	1,6	9,6	2385
3	1,3	1,8	7,02	1734

Після формалізації вихідних параметрів виконується формування матриці трудових кореспонденцій із застосуванням гравітаційного підходу та використанням табличного процесора Excel. Ємнісні характеристики транспортних районів у окремих випадках можуть набувати нульових значень, зокрема за наявності транспортних розв'язок. Це пояснюється тим, що на ділянках мережі з інтенсивними пасажиропотоками відсутні операції посадки та висадки пасажирів, унаслідок чого відповідні райони не формують локальних обсягів попиту. Значення ємностей транспортних районів наведені у додатку А.

Отримані результати розрахунку матриці кореспонденцій подано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Результати визначення матриці кореспонденцій для Шевченківського району м. Києва

Райони відправлення	Номер	Райони прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	0	0	18	13	0	0	78	0	12	278	33	0	185	5	349	304	252	173
	2	86	0	0	0	8	0	48	26	0	4	103	13	0	77	2	146	0	93	67
	3	146	0	78	8	0	0	90	32	0	6	110	11	0	81	2	161	0	111	81
	4	34	1	0	3	6	0	49	8	0	2	48	5	0	37	1	71	0	44	32
	5	34	12	138	7	14	81	0	20	0	4	90	11	0	72	2	129	115	82	63
	6	79	0	62	9	11	37	0	0	0	2	49	3	258	34	1	78	65	45	0
	7	342	5	115	45	57	72	11	65	161	4	118	24	824	182	3	209	247	109	0
	8	10	16	65	1	2	0	3	2	71	0	4	1	0	5	0	7	8	3	2
	9	0	5	247	0	464	0	24	0	129	46	0	124	0	786	12	896	0	200	444
	10	15	0	8	2	2	0	1	1	78	0	5	0	0	5	0	8	9	5	4
	11	108	0	0	16	21	0	124	34	209	3	52	10	0	46	1	49	52	42	21
	12	0	770	9	220	214	0	0	268	7	48	0	0	0	0	12	0	268	494	0
	13	14	0	0	2	2	43	0	3	0	0	3	1	67	5	0	2	4	2	0
	14	69	0	0	284	370	98	0	471	0	43	447	116	81	448	5	0	313	258	155
	15	0	0	182	527	562	32	786	770	0	98	0	248	32	410	16	616	0	824	494
	16	648	448	0	0	320	0	5	363	0	32	0	88	63	551	5	343	557	0	179
	17	1373	0	0	186	233	0	46	305	0	23	303	77	41	456	1	215	348	187	0
	18	0	124	0	124	575	86	0	0	0	0	0	464	72	0	522	0	0	0	0
	19	284	370	0	0	0	20	0	4	90	0	0	0	2	2	146	123	93	67	0

4. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО РАЙОНУ

4.1. Визначення поточних параметрів маршрутної мережі.

Найбільш складною з точки зору організації транспортного обслуговування територією м. Києва є його історична частина, до складу якої входить Шевченківський район. У межах цього району фіксуються одні з найнижчих показників швидкості руху міського пасажирського транспорту порівняно з іншими районами міста. Високий рівень автомобілізації зумовив значне перевантаження ВДМ: кількість транспортних засобів, що щоденно обслуговують маршрути, перевищує 5,5 тис. одиниць і має тенденцію до зростання. Хоча збільшення кількості перевізників частково пом'якшило транспортні проблеми, це водночас виявило суттєві недоліки в організації їх діяльності, зокрема відсутність належного контролю, порушення вимог безпеки, тощо.

Зокрема, спостерігається відсутність ефективної диспетчеризації, систематичне недотримання графіків руху, скорочення кількості транспортних засобів на маршрутах у періоди зниження попиту, а також їх функціонування переважно у години пікового навантаження. Це призводить до зниження рівня транспортного обслуговування населення. Умови руху ускладнюються регулярним виникненням заторів, які стали типовим явищем для ВДМ району. Існуюча інфраструктура не забезпечує належної пропускної спроможності та потребує модернізації і впровадження комплексних рішень, спрямованих на оптимізацію транспортних потоків.

У процесі розробки варіантів маршрутної мережі особливий акцент робиться на розвитку МПТ загального користування як більш ефективного засобу перевезення пасажирів. Аналіз показує, що для перевезення 5-7 тис. пасажирів за годину в одному напрямку необхідна різна кількість смуг руху залежно від типу транспортного засобу. Так, наприклад, електротранспорт

забезпечує найвищу ефективність використання простору, тоді як автобуси середньої місткості та індивідуальний транспорт займають значно більше простору.

Серед можливих підходів до вирішення транспортних проблем району розглядаються як інфраструктурні заходи (будівництво магістралей, багаторівневих розв'язок, перехоплюючих паркінгів), що характеризуються значними фінансовими витратами, так і оптимізація функціонування МПТ загального користування, що є більш гнучким інструментом управління.

Існуюча система організації перевезень, орієнтована на високу щільність маршрутної мережі та забезпечення регулярності руху в умовах інтенсивного автомобільного трафіку не повною мірою відповідає сучасним потребам, особливо в періоди пікового навантаження. Маршрутні мережі характеризуються високою інерційністю щодо управлінських впливів, що ускладнює оперативну оцінку ефективності прийнятих рішень. Відсутність об'єктивного аналізу результатів впроваджених заходів не дозволяє гарантувати їх доцільність, що зумовлює необхідність впровадження нових підходів до управління системою пасажирських перевезень, здатних адаптуватися до змінних умов функціонування та попиту.

Результати моделювання дозволяють здійснити комплексну оцінку параметрів маршрутної мережі Шевченківського району. На основі аналізу пасажиропотоків, тривалості поїздок, часу пересування та кількості пересадок визначається доцільність коригування маршрутів міського пасажирського транспорту. В умовах зростання інтенсивності руху швидкість пересування МПТ загального користування в окремих випадках наближається до швидкості пішохідного руху.

Обчислення параметрів існуючого варіанту маршрутної мережі виконуються у програмному середовищі PTV VISION VISUM із використанням матриць кореспонденцій. У рамках моделювання визначаються середні показники довжини та тривалості поїздок пасажирів, а також інтенсивність пасажиропотоків на окремих ділянках мережі.

Результати розрахунків наведено у додатку Б.

Функціональні можливості програмного продукту PTV VISION VISUM забезпечують візуалізацію транспортної мережі з відображенням різноманітних характеристик, зокрема інтенсивності руху, швидкості, пропускної спроможності, пасажиропотоків та інших параметрів. Передбачено також інструменти класифікації елементів мережі (відрізків, вузлів, зупинок) за заданими ознаками з їх графічним виокремленням.

Крім того, програмне забезпечення дозволяє здійснювати калібрування моделі шляхом коригування її параметрів, а також ручного уточнення інтенсивності транспортних потоків на основі наявних даних, що сприяє підвищенню достовірності результатів моделювання.

4.2. Розробка рекомендацій щодо удосконалення маршрутної мережі.

Найбільш коректним підходом до формування раціональної маршрутної мережі є застосування евристичних алгоритмів із безпосереднім залученням проєктувальника до процесу формування оптимального набору маршрутів. Такий підхід зумовлений тим, що навіть сучасні математичні моделі функціонування маршрутних мереж не здатні повною мірою врахувати всі аспекти та наслідки роботи МПТ загального користування.

Спроби створення універсальної та вичерпної моделі на сучасному етапі не є доцільними, оскільки її реалізація потребує значних ресурсів і часу, співставного з періодами природних змін ключових параметрів транспортного процесу. У зв'язку з цим основне призначення моделей полягає у забезпеченні точного розрахунку експлуатаційних характеристик маршрутів та параметрів переміщення пасажирів для заданої конфігурації маршрутної мережі, що є базовим елементом усіх алгоритмів маршрутизації.

Прийняття рішення щодо вибору раціонального варіанта маршрутної мережі доцільно покладати на фахівця-проєктувальника, який здатний врахувати чинники, не відображені у моделі, та адаптувати рішення до специфіки конкретного міського середовища. Водночас інтерактивні

алгоритми мають властивість орієнтувати результати на існуючу структуру мережі, що, однак, обумовлено прагненням отримати практично аналогічний варіант. Разом із тим за участю проєктувальника можлива швидша генерація нетипових рішень порівняно з використанням жорстко формалізованих алгоритмів, хоча такі варіанти можуть мати переважно теоретичну, а не прикладну цінність.

Вибір оптимального рішення здійснюється в межах визначеної множини альтернативних маршрутів, склад якої істотно впливає на результати задачі маршрутизації. За фіксованої конфігурації мережі та заданих кінцевих пунктів маршрутів, множина альтернатив визначається допустимим відхиленням траси від найкоротшого шляху між транспортними районами.

У реальних умовах транспортні мережі характеризуються наявністю значної кількості варіантів пересування між районами, які мають близькі значення довжини. З урахуванням варіативності часу поїздки та обмеженої чутливості пасажирів до його змін, такі альтернативні маршрути можуть бути конкурентоспроможними. Ігнорування подібних варіантів унеможлиблює досягнення обґрунтованого рішення. Водночас урахування всіх можливих шляхів є недоцільним, оскільки це призводить до надмірного збільшення кількості малоефективних альтернатив і ускладнює розв'язання задачі.

Зростання кількості допустимих варіантів маршрутної мережі супроводжується підвищенням трудомісткості розрахунків через необхідність аналізу ширшого спектра альтернатив. Однак цей процес обмежується наявними ресурсами, зокрема кількістю залучених спеціалістів і часовими рамками виконання робіт. Практично осяжна кількість варіантів, які можуть бути опрацьовані протягом обмеженого часу, є значно меншою за теоретично можливу кількість альтернатив навіть для відносно простих мереж.

Беручи до уваги вищевказане, у рамках даної кваліфікаційної роботи формування варіантів маршрутів здійснюється відповідно до визначеного алгоритму, який наведено на рисунку нижче.

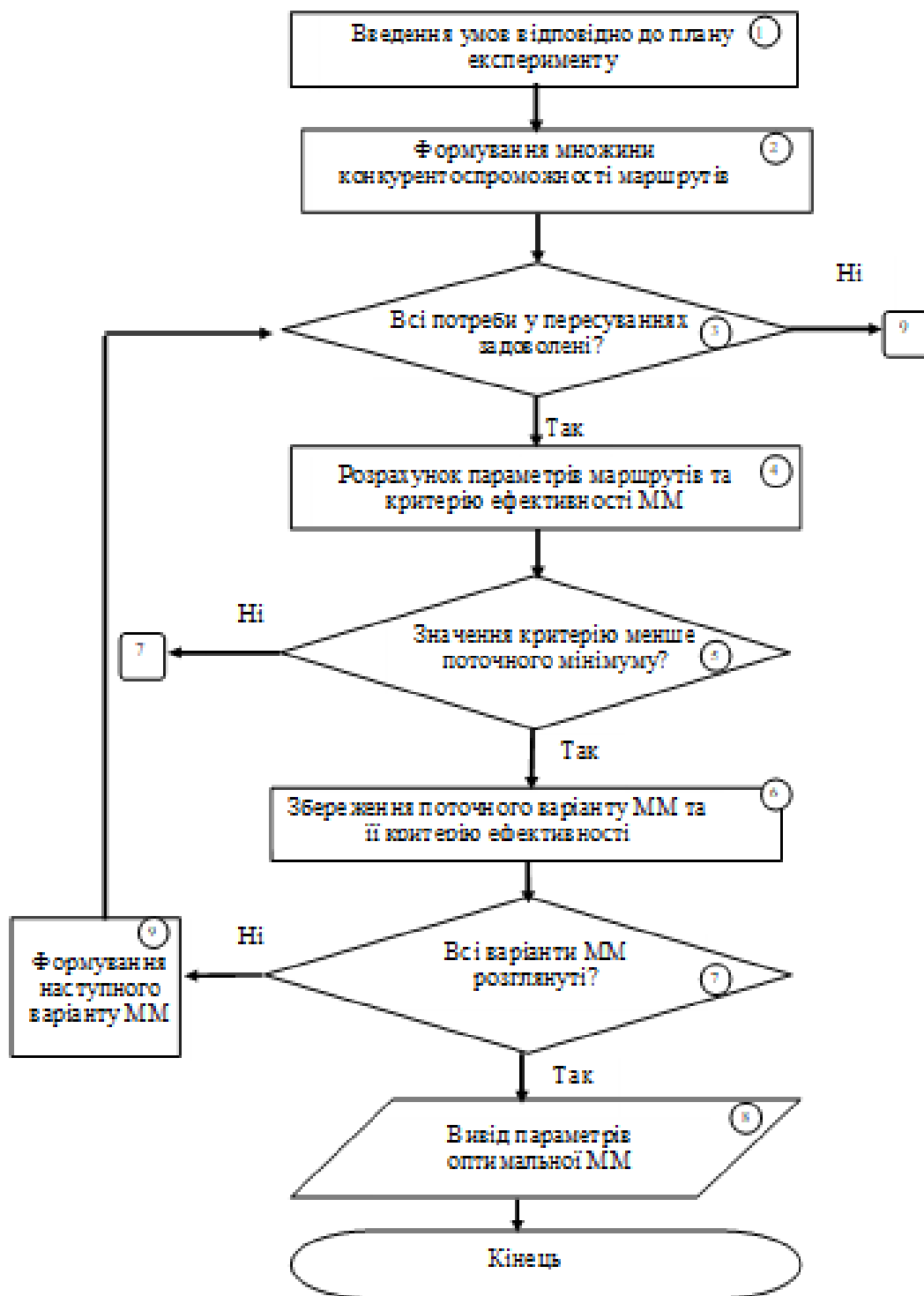


Рисунок 4.1 Алгоритм удосконалення маршрутної мережі

З метою підвищення ефективності функціонування маршрутної мережі запропоновано комплекс заходів щодо оптимізації окремих маршрутів МПТ загального користування:

Передбачається подовження маршруту №199, що зумовлено значним

дублюванням ним трас інших маршрутів (№185, 23, 231, 26, 406, 433, 35, 404, 564, 7) на бульварі Тараса Шевченка, де спостерігається висока інтенсивність транспортних потоків і значне завантаження ВДМ.

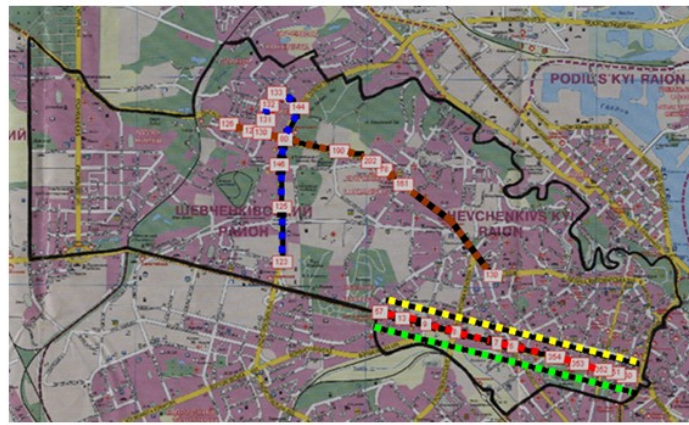
Пропонується коригування траси маршруту №166 у зв'язку з наявністю на відповідній території потужних пунктів формування та тяжіння пасажиропотоків (зокрема, кінотеатр «Київська Русь», районна поліклініка, відділення поштового зв'язку, торговельні об'єкти) та недостатнім рівнем транспортного обслуговування цієї ділянки (маршрути №168, 209Д, 450).

Для маршруту №404 запропоновано зміну траси із проходженням через бульвар Тараса Шевченка, а також вулиці Златоустівську, Січових Стрільців і Мельникова. Метою таких змін є підвищення швидкості сполучення та часткове зниження рівня заторів на окремих ділянках мережі.

Модифікація маршруту №433 також спрямована на зменшення транспортного навантаження. Передбачається його перенаправлення з бульвару Тараса Шевченка на вулицю Володимирську з подальшим рухом до вулиці Великої Житомирської та організацією кільцевої схеми через вулицю Ярославів Вал.

Для маршруту №558 пропонується зміна траси з продовженням до вулиці Щербаківського. Таке рішення обґрунтоване необхідністю покращення транспортного обслуговування зон масового відпочинку (парк «Нивки», дитяча залізниця) та об'єктів спеціального призначення (Лук'янівське кладовище, військове кладовище, Бабин Яр), що дозволить підвищити рівень задоволення попиту на культурно-побутові поїздки населення.

Порівняльні характеристики базового та запропонованого варіантів маршрутної мережі наведено на рисунках нижче.

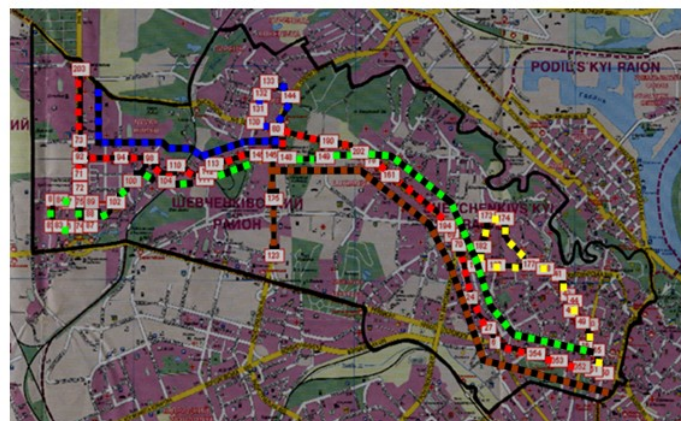


Умовні позначення:

- - маршрут 199;
- - маршрут 433;
- - маршрут 404;
- - маршрут 166;
- - маршрут 558.

Рисунок 4.2 – Базова схема маршрутної мережі

У результаті впровадження реорганізаційних заходів маршрутної мережі відповідно до наведених рекомендацій сформовано уточнену конфігурацію базових маршрутів у Шевченківському районі м. Києва. Візуалізацію оновлених базових маршрутних схем для зазначеного району наведено на рисунку 4.3.



Умовні позначення:

- - скорегований маршрут 199;
- - скорегований маршрут 433;
- - скорегований маршрут 404;
- - скорегований маршрут 166;
- - скорегований маршрут 558.

Рисунок 4.3 Удосконалений варіант маршрутної мережі

Коригування маршрутної мережі орієнтоване на зниження інтенсивності транспортних потоків, зменшення щільності руху та підвищення ефективності функціонування МПТ загального користування. Урахування зазначених показників і їх оптимізація створюють передумови для формування раціональної структури маршрутної мережі.

4.3. Оцінка запропонованих рішень.

Процес пасажирських перевезень має комплексний вплив на різні аспекти суспільного розвитку, зокрема соціальний, економічний, технічний, демографічний, екологічний та естетичний. Кожен із зазначених напрямів функціонування маршрутних систем характеризується власною сукупністю показників. Наразі оцінювання роботи МПТ загального користування здійснюється за широким спектром індикаторів (понад п'ятдесят), які доцільно систематизувати у чотири ключові групи: економічні, технічні, соціальні та екологічні. Серед них особливе значення має соціальний критерій ефективності [16].

З метою здійснення аналізу доцільно визначити середнє значення часу пересування $\bar{t}_{\text{ПТЗ}}$, часу поїздки $\bar{t}_{\text{П}}$ та частоту пересадок $\bar{\mu}$. Для цього необхідно використати наступні залежності:

$$\bar{t}_{\text{ПТЗ}} = \frac{\sum_{i,j}^n h_{ij} \cdot t_{\text{ПТЗ}ij}}{\sum_{i,j}^n h_{ij}}, \quad (4.1)$$

де $t_{\text{ПТЗ}ij}$ – час пересування між пунктами i та j , який визначено за допомогою моделі, розробленої у програмному забезпеченні PTV VISION VISUM, хв.

$$t_{\Pi} = \frac{\sum_{i,j}^n h_{ij} \cdot t_{\Pi ij}}{\sum_{i,j}^n h_{ij}}, \quad (4.2)$$

де $t_{\Pi ij}$ – час поїздки між пунктами i та j , який визначено за допомогою моделі, розробленої у програмному забезпеченні PTV VISION VISUM, хв.

$$\bar{\mu}_{\Pi} = \frac{\sum_{i,j}^n h_{ij} \cdot \mu_{\Pi ij}}{\sum_{i,j}^n h_{ij}}, \quad (4.3)$$

де $\mu_{\Pi ij}$ – частота пересадок між пунктами i та j , яку визначено за допомогою моделі, розробленої у програмному забезпеченні PTV VISION VISUM, хв.

Шляхом використання вищевказаних залежностей здійснено розрахунок значень показників для базового варіанту маршрутної мережі Шевченківського району. Як ілюстрацію наведено приклад обчислення часу пересування, тоді як інші показники визначаються за аналогічною методикою.

$$\bar{t}_{\Pi \Pi 3} = \frac{(0 \cdot 0) + (10,58 \cdot 2,3) + (7,37 \cdot 12,8) + \dots + (14,38 \cdot 5,8) + (0 \cdot 0)}{4082,77} = 14,61 \text{ хв.}$$

Застосовуючи функцію ефективності можливо розрахувати продуктивність роботи маршрутної мережі [8]

$$y = 83,25 - 1,029 \cdot \bar{t}_{\Pi} - 9,227 \cdot \gamma_{\Pi} - 10,443 \cdot \Pi_{\Pi} - 11,430 \cdot \bar{\mu}_{\Pi}, \quad (4.4)$$

де γ_{Π} – коефіцієнт заповнення салону.

Коефіцієнт заповнення салону відображає рівень ефективності використання транспортного засобу залежно від фактичної кількості пасажирів. Його низькі значення свідчать про використання транспортних засобів із надлишковою пасажиромісткістю порівняно з реальним попитом на перевезення.

$$y_{\Pi} = \frac{Q_{\Phi}}{q_{\Pi}}, \quad (4.5)$$

де Q_{Φ} – фактична кількість пасажирів, пас.;

q_{Π} – номінальна пасажиромісткість, пас.

Обчислення зазначених показників здійснюється для маршруту №166.

$$y_{\Pi} = \frac{20}{25} = 0,8.$$

$$y = 83,25 - 1,029 \cdot 6,92 - 9,227 \cdot 0,08 - 10,443 \cdot 3 - 11,430 \cdot 0,17 = 45,91 \text{ \%}.$$

Підсумкові результати обчислень для інших варіантів наведено в таблиці нижче.

Таблиця 4.1

Результати розрахунку показників функціонування маршрутної мережі

Номер варіанту	Середній час пересування, хв.	Середній час поїздки, хв.	Середня частота пересадок , од.	Коефіцієнт заповнення салону	Функція ефективності, %
Базовий	14,61	7,64	0,23	0,92	43,40
1	14,59	6,92	0,17	0,8	45,91
2	14,50	6,87	0,15	0,81	46,07
3	13,42	5,54	0,20	0,84	46,59

4	14,56	7,59	0,13	0,76	46,03
5	14,58	7,58	0,19	0,77	45,51

У результаті проведених розрахунків встановлено, що при впровадженні заходів щодо коригування маршрутної мережі Шевченківського району м. Києва, у середньому, буде отримано скорочення часу пересування на 0,28 хв.; часу поїздки на 0,74 хв.; частоти пересадок на 0,1. Функція ефективності зросла, в середньому, на 2,62 %, що свідчить про ефективність пропонованих рішень.

Після внесення відповідних змін фіксується зниження середніх витрат часу на пересування, перебування у транспортному засобі та кількості пересадок, що, у свою чергу, сприяє зростанню швидкості сполучення. Узагальнююча функція ефективності підтверджує позитивний характер виявлених змін.

Запропоновані заходи також призводять до зменшення інтенсивності транспортних потоків і щільності дорожнього руху, що є одними з ключових завдань при удосконаленні маршрутної мережі.

Подовження маршрутів міського пасажирського транспорту дає змогу знизити потребу в пересадках, що є особливо важливим для забезпечення зв'язності між житловими масивами та основними центрами формування і тяжіння пасажиропотоків.

Крім того, з огляду на недостатній рівень транспортного обслуговування зон масового відпочинку, організація прямих маршрутних зв'язків із селитебними територіями сприяє підвищенню загальної ефективності функціонування мережі.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота спрямована на дослідження шляхів підвищення ефективності функціонування маршрутної мережі Шевченківського району м. Києва.

В умовах трансформації економічної системи сучасні міста стикаються з двома ключовими проблемами у сфері міських пасажирських перевезень: недостатнім рівнем матеріально-технічного та фінансового забезпечення, необхідного для надання якісних транспортних послуг, а також низьким рівнем розвитку сервісної складової, що негативно впливає на стан ринку транспортних послуг.

Аналіз існуючих підходів до моделювання маршрутних мереж свідчить, що найбільш доцільним є застосування імітаційного моделювання. У межах такого підходу складна транспортна система описується сукупністю алгоритмів, які відтворюють можливі сценарії її функціонування. Використання відповідних алгоритмічних процедур дає змогу, на основі вихідних характеристик системи та фактичних параметрів її роботи, адекватно відобразити реальні процеси та оцінити поведінку системи в конкретних умовах.

Для аналізу транспортних процесів і вирішення задач оперативного транспортного планування доцільно застосовувати програмний комплекс PTV VISION VISUM, що забезпечує моделювання різних видів транспорту та дозволяє розв'язувати широкий спектр прикладних задач.

Ключовою метою побудови моделі є отримання точних значень транспортних показників функціонування маршрутів, а також характеристик переміщення пасажирів для заданої конфігурації маршрутної мережі.

У процесі моделювання транспортної системи важливе значення має матриця кореспонденцій, яка використовується при обґрунтуванні змін у структурі маршрутної мережі МПТ загального користування.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що при впровадженні

заходів щодо коригування маршрутної мережі Шевченківського району м. Києва, у середньому, буде отримано скорочення часу пересування на 0,28 хв.; часу поїздки на 0,74 хв.; частоти пересадок на 0,1. Функція ефективності зросла, в середньому, на 2,62 %, що свідчить про ефективність запропонованих рішень.

Дослідження показало, що формування ефективної маршрутної мережі доцільно здійснювати із застосуванням евристичних алгоритмів за безпосередньої участі фахівця-проектувальника. Це пояснюється тим, що навіть високорозвинені моделі не здатні повною мірою врахувати всі аспекти функціонування транспортної системи та наслідки її змін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Rouhieh B. Modeling and optimizing route choice for multimodal transportation networks : PhD thesis. Montreal : Concordia University, 2016. 186 p.
2. Заблоцький Г. А. Дослідження закономірностей розподілу пасажиропотоків на мережах міського пасажирського транспорту : дис. ... канд. техн. наук. Київ, 1999. 192 с.
3. Заблоцький Г. А. Транспорт у місті. Київ : Будівельник, 1996. 96 с.
4. Ayar Turan Ş. Multimodal integration in transit system based on CBD accessibility: the case of Ankara : master's thesis. Ankara : Middle East Technical University, 2020. 140 p.
5. Utku A., Kaya S. K. New deep learning-based passenger flow prediction model // Transportation Research Record. 2023. Vol. 2677, No. 3. P. 1–17.
6. Kırlangıçoğlu C. Modeling passenger flows in public transport stations // Journal of Human Sciences. 2015. Vol. 12, No. 1. P. 1485–1501.
7. Ben-Akiva M. E., Lerman S. R. Some estimation results of a simultaneous model of auto ownership and mode choice to work // Transportation Research. 1974. Vol. 3, No. 4. 17 p.
8. Горбачов П. Ф. Удосконалення схем маршрутів автобусів у найбільших містах : дис. ... канд. техн. наук. Харків, 1993. 164 с.
9. Маруніч В. С. Підвищення ефективності пасажирських маршрутних систем міст : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.22.01. Київ : УТУ, 1996. 18 с.
10. Гульчак О. Д. Підвищення ефективності міських пасажирських перевезень на основі удосконалення організації руху автобусів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.22.01. Київ : НТУ, 2005. 19 с.
11. Вдовиченко В. О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.22.01. Київ : НТУ, 2004. 19 с.

12. Григоров М. А. Моделювання та керування транспортними потоками у великих містах : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.13.06. Одеса : ОНПУ, 2005. 18 с.
13. Понкратов Д. П. Розподіл транспортних кореспонденцій по альтернативних шляхах прямування : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.22.01. Харків : ХНАМГ, 2007. 19 с.
14. PTV Group. PTV VISUM 2023 User Manual [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://support.ptvgroup.com> (дата звернення: 17.04.2026).
15. Stopher P. R., Meyburg A. H. Urban transportation modeling and planning. Lexington : Lexington Books, 1975. 345 p.
16. Горбачов П. Ф., Любий Є. В. Обґрунтування критерію оцінки ефективності функціонування пасажирських маршрутних мереж // наукова стаття. Харків : ХНАДУ, 2009. 5 с.

ДОДАТКИ

Додаток А Ємність транспортних районів по прибуттю та відправленню

Таблиця А1 – Ємність транспортних районів у межах об'єкту моделювання, пас.

Номер транспортного району	Ємність району	
	Прибуття, пас.	Відправлення, пас.
1	1012	2023
2	1409	546
3	1843	952
4	795	1590
5	650	1321
6	1453	526
7	1373	1003
8	795	3541
9	1193	734
10	1012	2023
11	1622	935
12	759	2276
13	1301	1523
14	939	1879
15	867	1735
16	1951	1563
17	723	1445
18	542	1626
19	1518	1416

Додаток Б Результат розрахунків параметрів скорегованого та базового варіантів маршрутної мережі

Таблиця Б.1 – Тривалість пересування для скорегованого маршруту 166, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	5,58	7,37	9,12	7,67	7,97	10,14	13,72	4,12	8,01	9,96	18,93	9,05	12,28	14,70	15,18	11,31	23,23	15,40
	2	5,68	0	7,00	9,32	8,23	7,64	9,72	14,60	5,08	7,69	10,54	18,52	9,17	12,31	14,62	15,10	11,27	23,10	15,32
	3	7,23	7,10	0	10,67	9,60	8,38	10,98	15,45	6,07	8,95	11,62	19,77	10,31	13,39	15,76	16,24	12,41	24,25	16,45
	4	9,30	9,32	10,67	0	11,42	11,15	13,74	17,23	7,86	11,63	13,57	22,56	12,23	15,60	18,28	18,76	14,92	26,79	18,97
	5	7,86	8,12	9,39	11,55	0	9,83	12,72	15,78	6,40	10,10	11,70	21,55	10,62	13,53	16,05	16,52	12,74	24,53	16,79
	6	7,73	7,75	8,52	11,25	9,99	0	11,63	15,85	6,48	9,59	11,83	20,47	10,40	13,30	16,29	16,77	12,93	24,80	16,97
	7	10,26	9,86	10,98	13,85	12,82	11,60	0	18,57	9,21	11,59	14,51	22,44	13,10	16,19	18,50	18,98	15,16	26,98	19,20
	8	13,86	14,49	15,46	17,46	15,88	15,87	18,55	0	11,78	15,58	17,30	27,25	15,85	18,68	21,21	21,68	17,96	29,68	21,97
	9	4,36	5,06	6,10	8,09	6,50	6,52	9,19	11,78	0	6,23	7,45	17,90	6,37	9,05	11,61	12,07	8,37	20,07	12,36
	10	7,99	7,75	9,10	11,63	9,99	9,66	11,75	15,55	6,20	0	11,17	20,17	9,55	12,12	14,67	15,13	11,43	23,13	15,44
	11	9,87	10,50	11,52	13,63	11,66	11,91	14,53	17,29	7,45	11,27	0	22,78	10,47	13,30	15,88	16,33	12,68	24,32	16,59
	12	19,03	18,66	19,99	22,66	21,60	20,69	22,63	27,16	17,82	20,22	22,70	0	21,08	23,68	26,22	26,68	22,98	34,67	26,93
	13	8,90	9,17	10,32	12,29	10,63	10,45	13,15	15,89	6,32	9,65	10,47	21,13	0	11,60	14,18	14,63	10,98	22,62	14,89
	14	12,22	12,32	13,28	15,45	13,80	13,41	16,16	19,07	9,42	12,60	13,63	23,99	11,93	0	15,83	16,31	12,63	24,30	16,51
	15	14,62	14,64	15,74	18,24	16,09	15,76	18,62	21,42	11,80	14,97	15,95	26,33	14,25	16,32	0	18,92	15,23	26,90	18,60
	16	15,12	15,13	16,25	18,74	16,65	16,32	19,12	21,99	12,37	15,55	16,57	26,91	14,87	16,66	18,83	0	14,28	24,07	15,77
	17	11,15	11,25	12,22	14,71	12,81	12,36	15,09	17,99	8,34	11,52	12,50	22,85	10,80	11,72	14,49	14,37	0	22,35	14,05
	18	23,16	23,12	24,24	26,75	24,58	24,25	27,11	29,90	20,29	23,47	24,42	34,80	22,72	24,60	26,90	24,48	22,35	0	24,19
	19	15,34	15,35	16,46	18,96	16,86	16,53	19,33	22,19	12,58	15,75	16,76	27,10	15,06	16,82	18,93	16,07	14,38	24,17	0

Таблиця Б.2 – Час поїздки для скорегованого маршруту 166, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	3,12	2,20	3,78	3,74	4,99	5,08	3,08	4,39	3,27	3,53	5,47	7,27	7,40	3,93	3,09	7,46	5,99	7,61
	2	2,11	0	3,54	5,12	4,84	3,10	5,79	2,94	3,94	6,29	3,52	6,99	4,19	4,14	5,84	5,49	4,61	5,32	5,26
	3	4,34	2,32	0	4,78	4,69	7,46	7,73	4,22	3,40	3,61	6,43	6,48	6,58	5,01	6,74	9,22	8,86	4,29	4,29
	4	3,76	0,00	3,77	0	4,73	4,83	5,59	6,22	3,27	5,61	6,19	6,01	4,53	6,84	5,26	8,59	8,11	7,74	8,31
	5	2,43	3,08	2,77	4,12	0	5,74	3,75	6,01	4,02	5,27	3,36	6,92	4,11	5,16	6,24	6,08	5,72	6,36	7,43
	6	3,70	2,38	3,65	3,13	3,30	0	4,83	3,10	2,59	5,89	3,93	9,85	4,66	5,35	5,53	9,95	8,63	8,54	8,62
	7	3,13	2,80	4,92	2,77	5,24	7,87	0	3,53	3,19	6,51	4,20	6,64	3,18	3,62	5,05	5,20	6,84	6,20	7,53
	8	2,18	2,18	6,98	3,38	4,25	7,96	3,36	0	4,73	4,12	4,22	6,14	5,15	5,84	4,22	4,03	4,52	8,61	6,34
	9	3,25	2,91	3,88	5,43	5,67	6,47	2,98	4,63	0	5,83	5,10	7,34	5,34	6,56	5,48	4,34	7,53	6,39	8,45
	10	2,92	2,24	3,58	5,27	2,96	4,97	3,55	6,73	5,98	0	3,09	5,83	8,81	4,45	6,27	8,25	5,12	8,67	6,86
	11	2,76	3,28	5,57	8,61	6,74	6,10	4,68	2,22	4,56	8,33	0	4,84	6,92	8,94	5,07	5,86	4,36	6,04	8,57
	12	3,84	4,03	4,80	4,95	5,59	5,19	4,24	3,07	7,73	5,64	3,91	0	9,18	6,03	5,95	8,89	4,92	9,03	7,22
	13	2,11	3,71	3,64	4,13	4,31	9,06	4,12	5,51	5,92	6,23	3,94	3,30	0	4,56	5,56	5,78	5,18	5,99	8,36
	14	3,84	3,55	3,15	6,21	5,01	4,08	3,34	3,08	2,21	9,83	4,12	3,54	4,99	0	6,53	5,74	7,87	6,45	7,11
	15	2,60	2,48	4,86	2,74	5,40	3,93	4,70	6,15	2,15	4,66	3,71	5,91	8,13	4,72	0	7,12	5,17	5,54	7,74
	16	3,02	6,86	3,92	3,48	5,48	3,93	3,36	7,95	4,31	7,02	3,92	3,38	5,62	5,90	4,74	0	5,09	3,99	8,45
	17	3,69	2,56	4,11	3,05	7,67	3,75	3,91	5,88	5,53	5,94	4,99	3,21	6,35	6,82	7,12	6,23	0	7,69	7,87
	18	2,43	3,61	5,16	2,70	5,63	4,12	4,99	6,97	3,55	6,14	6,00	7,83	6,12	7,13	6,87	7,12	4,46	0	9,87
	19	2,95	4,37	4,61	3,78	5,90	4,52	4,63	5,49	7,91	5,09	3,84	8,82	6,76	5,99	8,45	8,27	5,76	6,93	0

Таблиця Б.3 – Частота пересадок для скорегованого варіанту маршруту 166, од.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	0,12	0,05	0,01	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,07	0,06	0,11	0,08	0,11	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09
	2	0,44	0	0,05	0,61	0,03	0,05	0,15	0,10	0,09	0,08	0,09	0,12	0,09	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	3	0,08	0,15	0	0,01	0,05	0,07	0,81	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	1,06
	4	0,05	0,09	0,04	0	0,21	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05	0,10	0,06	0,11	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08
	5	0,02	0,03	0,03	0,90	0	0,05	0,03	0,03	0,13	0,04	0,06	0,10	0,06	0,12	0,11	0,09	0,11	1,09	0,09
	6	0,08	0,15	0,10	0,21	0,05	0	0,71	0,01	0,01	0,03	0,14	0,07	0,05	0,10	1,07	0,06	0,07	0,06	0,06
	7	0,14	0,16	0,07	0,15	0,11	0,01	0	0,09	0,08	0,03	0,05	0,07	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	1,06
	8	0,05	1,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,09	0	0,66	0,05	0,07	1,04	0,07	0,14	0,13	0,10	0,13	0,10	0,10
	9	1,05	0,06	0,04	0,05	0,05	0,15	0,08	0,81	0	0,05	0,71	0,04	0,12	0,16	0,16	1,12	0,16	0,12	0,11
	10	0,08	0,08	0,11	0,08	0,06	0,11	0,11	0,02	0,02	0	0,06	0,03	0,06	0,15	0,15	0,11	0,15	0,11	0,10
	11	0,07	0,07	0,05	0,06	0,07	0,06	0,09	0,07	1,20	0,07	0	0,07	0,88	0,12	0,12	0,07	0,12	0,07	0,06
	12	0,09	0,09	0,13	0,19	0,09	1,12	0,12	0,03	0,03	0,72	0,06	0	0,06	0,15	0,15	0,11	0,15	0,11	0,10
	13	0,08	1,00	0,09	0,06	0,07	0,06	0,09	0,07	0,08	0,12	0,09	0,07	0	1,12	0,12	0,07	0,12	0,07	0,06
	14	0,08	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07	0,09	0,06	0,07	0,07	1,04	0,06	0,04	0	0,03	0,03	1,03	0,03	0,04
	15	1,08	1,08	0,10	0,08	0,17	0,08	0,10	0,07	0,08	0,08	0,05	0,08	0,05	0,56	0	0,09	0,62	0,19	0,05
	16	0,08	0,08	1,10	0,08	0,07	0,07	1,09	0,16	0,07	0,07	0,14	0,07	0,04	0,02	0,02	0	0,02	0,02	0,07
	17	0,10	0,10	0,12	0,10	0,11	0,12	0,12	1,11	0,12	1,12	0,11	0,12	0,11	0,09	0,13	0,72	0	0,23	0,05
	18	0,08	0,08	0,10	0,08	0,07	0,08	0,10	0,07	0,08	0,08	0,05	0,08	0,05	0,02	0,62	0,67	0,41	0	0,03
	19	1,08	0,08	0,10	0,08	1,07	0,08	0,10	0,07	0,08	0,08	0,05	0,07	0,05	0,13	0,05	0,03	0,05	0,05	0

Таблиця Б.4 – Тривалість пересування для скорегованого маршруту 404, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	5,58	7,37	9,12	7,67	7,96	10,14	13,72	4,12	8,01	10,01	18,95	9,03	12,25	14,68	15,10	11,28	23,15	15,32
	2	5,68	0	7,00	9,32	8,23	7,64	9,72	14,59	5,06	7,70	10,54	18,53	9,16	12,30	14,62	15,06	11,27	23,06	15,28
	3	7,23	7,09	0	10,67	9,60	8,38	10,98	15,45	6,07	8,96	11,60	19,78	10,27	13,37	15,75	16,15	12,39	24,17	16,37
	4	9,30	9,32	10,67	0	11,42	11,15	13,75	17,23	7,86	11,63	13,62	22,58	12,24	15,56	18,26	18,66	14,89	26,69	18,87
	5	7,86	8,12	9,39	11,55	0	9,83	12,71	15,78	6,40	10,10	11,71	21,56	10,64	13,53	16,04	16,45	12,74	24,46	16,72
	6	7,73	7,75	8,52	11,25	9,99	0	11,63	15,85	6,48	9,59	11,84	20,49	10,38	13,29	16,27	16,66	12,91	24,70	16,87
	7	10,26	9,86	10,98	13,85	12,81	11,60	0	18,57	9,21	11,59	14,50	22,44	13,07	16,17	18,49	18,91	15,15	26,92	19,13
	8	13,86	14,48	15,46	17,46	15,88	15,87	18,54	0	11,78	15,58	17,30	27,25	15,85	18,68	21,21	21,58	17,96	29,58	21,87
	9	4,36	5,05	6,10	8,09	6,50	6,52	9,18	11,78	0	6,23	7,45	17,90	6,37	9,05	11,61	12,03	8,37	20,02	12,30
	10	7,99	7,76	9,11	11,63	9,99	9,66	11,76	15,55	6,20	0	11,18	20,17	9,55	12,12	14,67	15,08	11,43	23,07	15,38
	11	9,87	10,49	11,52	13,63	11,66	11,91	14,52	17,29	7,45	11,27	0	22,78	10,47	13,30	15,88	16,33	12,68	24,32	16,58
	12	19,05	18,69	20,01	22,68	21,60	20,71	22,64	27,17	17,82	20,22	22,72	0	21,08	23,68	26,22	26,63	22,98	34,61	23,87
	13	8,88	9,17	10,30	12,29	10,63	10,45	13,14	15,89	6,32	9,65	10,47	21,13	0	11,60	14,18	14,63	10,98	22,62	14,88
	14	12,20	12,32	13,26	15,44	13,80	13,41	16,14	19,07	9,42	12,60	13,63	23,99	11,93	0	15,83	16,31	12,63	24,30	16,51
	15	14,60	14,63	15,72	18,22	16,09	15,76	18,61	21,42	11,80	14,97	15,95	26,33	14,25	16,32	0	18,92	15,23	26,90	18,60
	16	15,11	15,13	16,23	18,73	16,65	16,32	19,11	21,99	12,37	15,55	16,57	26,91	14,87	16,66	18,83	0	14,28	24,07	15,77
	17	11,14	11,25	12,21	14,70	12,81	12,36	15,08	17,99	8,34	11,52	12,50	22,85	10,80	11,72	14,49	14,37	0	22,35	14,05
	18	23,14	23,12	24,22	26,73	24,58	24,25	27,10	29,90	20,29	23,47	24,42	34,80	22,72	24,60	26,90	24,48	22,35	0	21,10
	19	15,33	15,34	16,44	18,94	16,86	16,53	19,32	22,19	12,58	15,75	16,76	27,10	15,06	16,82	18,93	16,07	14,38	24,17	0

Таблиця Б.5 – Час поїздки для скорегованого маршруту 404, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	3,36	2,12	4,35	4,26	4,35	5,27	3,08	4,39	4,04	5,71	5,57	4,74	8,57	5,13	5,48	7,70	6,43	5,96
	2	4,25	0	3,35	3,24	4,80	3,112	8,01	3,10	8,21	4,02	4,29	9,31	5,45	4,85	6,04	5,23	4,84	5,20	6,75
	3	4,34	2,47	0	2,37	4,69	4,37	6,28	4,22	4,01	4,39	5,30	8,94	6,83	7,36	6,11	7,69	5,01	7,71	6,16
	4	3,35	2,36	3,77	0	4,27	6,37	5,11	6,22	4,33	6,03	7,68	8,82	5,41	9,68	6,05	7,09	9,22	9,48	6,40
	5	2,15	3,08	2,77	4,37		5,29	5,14	6,01	4,02	5,26	4,50	6,41	9,54	5,34	9,07	7,21	5,40	7,45	8,48
	6	4,70	2,53	4,36	3,36	3,30	0	6,13	3,10	5,88	6,71	4,21	6,30	5,17	5,50	8,82	8,26	6,95	9,11	6,67
	7	3,31	2,99	3,36	2,95	5,09	5,92	0	3,72	6,27	8,08	5,23	8,24	6,92	4,59	8,32	4,53	6,20	7,13	4,07
	8	3,12	2,91	4,70	3,36	3,67	5,96	7,18	0	7,27	5,49	5,22	5,95	6,25	8,42	6,22	5,96	6,25	6,40	9,91
	9	2,16	3,95	3,88	3,23	2,37	6,47	8,14	6,37	0	7,37	6,28	6,12	6,40	9,21	5,48	6,98	7,53	7,18	9,58
	10	2,72	3,55	3,50	2,56	3,82	4,50	5,07	5,36	6,36	0	5,27	6,48	7,32	7,29	6,27	6,18	8,20	6,49	7,36
	11	3,44	4,44	5,57	2,09	4,67	6,10	8,95	5,22	6,37	8,83	0	4,81	7,36	8,56	7,07	6,40	9,04	6,42	7,69
	12	3,71	4,51	4,73	3,61	5,47	5,12	4,15	7,30	5,04	5,37	3,48	0	5,57	9,14	5,95	6,65	6,49	6,75	8,01
	13	4,39	5,78	4,96	2,13	4,31	4,91	6,05	5,51	6,35	6,23	6,20	7,37	0	8,13	5,56	7,40	8,02	6,41	6,69
	14	3,91	3,67	2,56	4,61	5,01	4,08	3,16	8,48	5,22	9,83	9,41	5,39	7,11	0	8,93	8,29	7,38	8,85	7,11
	15	4,69	2,14	3,81	2,83	5,40	3,93	4,94	6,15	4,21	4,66	5,04	6,39	5,47	6,46	0	6,39	8,75	7,79	8,95
	16	4,18	4,86	3,71	3,60	5,48	3,93	3,94	7,95	4,31	7,02	7,39	3,76	6,92	5,90	8,90	0	7,94	5,85	8,38
	17	3,80	3,71	3,19	3,24	6,69	1,75	7,97	5,88	5,34	5,94	4,99	3,21	6,35	5,13	8,29	6,89	0	6,95	6,84
	18	4,72	3,28	4,10	3,80	5,63	4,12	4,92	6,97	5,53	6,14	5,10	8,21	5,36	4,78	7,13	8,27	6,98	0	8,38
	19	3,08	4,95	5,61	3,91	5,90	4,52	4,51	5,49	7,91	5,09	3,84	4,82	6,18	5,99	8,29	5,89	7,98	5,38	0

Таблиця Б.6 – Частота пересадок для скорегованого варіанту маршруту 404, од.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	0,12	0,43	0,13	0,14	0,11	0,02	0,03	0,01	0,01	0,04	1,01	0,03	0,04	0,03	0,14	0,03	0,04	0,06
	2	0,05	0	0,54	0,62	0,07	0,09	0,01	0,03	0,02	0,01	1,04	0,11	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	1,05	0,07
	3	0,04	0,02	0	0,12	0,05	0,17	0,16	0,04	0,03	0,08	0,03	0,10	0,03	0,03	0,06	0,03	0,12	0,03	0,04
	4	0,34	0,51	0,01	0	0,09	0,18	0,05	0,02	0,01	0,01	0,03	0,14	0,05	0,04	0,12	0,03	0,02	0,03	0,04
	5	0,11	0,03	0,09	0,32	0	0,17	0,04	0,02	0,01	1,11	0,04	0,07	0,15	0,05	0,06	0,07	1,05	0,07	0,08
	6	0,05	0,03	0,14	0,56	0,03	0	0,08	0,03	0,03	0,01	0,04	0,16	0,05	0,06	1,18	0,13	0,12	0,03	1,04
	7	0,03	1,00	1,00	0,03	0,05	0,12	0	0,04	0,03	0,18	0,02	0,15	1,02	0,02	0,04	0,02	0,71	0,02	0,04
	8	0,56	0,01	0,02	0,18	0,10	0,02	0,03	0	0,22	0,09	0,02	0,10	0,11	0,13	0,09	0,02	0,16	0,02	0,03
	9	0,31	0,01	0,01	0,12	0,13	0,02	0,03	0,17	0	0,17	0,20	0,10	1,26	0,13	0,03	0,02	0,14	0,02	1,00
	10	0,01	0,01	0,03	0,01	0,08	0,05	0,03	0,15	0,13	0	0,09	0,01	0,15	1,12	0,11	0,01	0,13	0,11	0,02
	11	0,08	0,04	0,10	0,10	0,01	1,11	0,09	0,02	0,16	0,20	0	0,48	0,13	0,02	0,11	0,10	0,12	0,12	0,02
	12	0,01	0,01	0,05	0,01	0,05	0,05	0,04	0,27	0,25	0,17	0,01	0	0,12	0,02	0,11	1,01	0,01	0,01	0,02
	13	1,05	0,07	0,07	0,11	0,11	0,12	0,10	0,22	1,00	0,20	0,06	0,33	0	0,12	0,11	0,14	0,01	0,30	0,02
	14	0,14	0,14	0,11	1,16	0,15	0,14	0,13	1,13	0,12	0,13	0,12	0,14	0,11	0	0,56	0,15	0,09	0,08	0,03
	15	0,05	0,06	0,05	0,03	0,05	0,04	1,09	0,02	1,01	0,01	0,01	0,08	0,10	0,16	0	0,19	0,17	0,07	0,21
	16	0,05	1,07	0,05	0,04	0,05	0,04	0,10	0,02	0,01	0,02	0,01	0,08	0,18	0,01	0,21	0	0,12	1,01	0,42
	17	0,16	0,16	0,14	0,13	0,18	0,17	0,14	0,16	0,16	0,16	0,12	0,13	1,12	0,12	0,65	0,51	0	0,71	0,56
	18	0,05	0,06	1,05	0,03	0,06	0,04	1,10	0,02	0,01	0,02	1,00	0,05	0,21	0,14	0,76	0,09	0,09	0	0,32
	19	1,06	0,07	0,06	1,04	0,06	0,05	0,10	0,12	0,14	0,64	0,01	0,51	0,81	1,01	0,14	0,13	0,10	0,17	0

Таблиця Б.7 – Тривалість пересування для скорегованого маршруту 199, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	5,58	7,37	9,12	7,67	7,96	10,14	13,72	4,12	8,01	10,01	18,94	9,03	12,25	14,68	15,10	11,28	23,14	15,32
	2	5,68	0	7,00	9,32	8,23	7,64	9,72	14,59	5,06	7,70	10,54	18,53	9,16	12,30	14,62	15,06	11,27	23,05	15,28
	3	7,23	7,09	0	10,67	9,60	8,38	10,98	15,45	6,07	8,95	11,60	19,78	10,27	13,37	15,74	16,15	12,39	24,17	16,37
	4	9,30	9,32	10,67	0	11,42	11,15	13,75	17,23	7,86	11,63	13,62	22,57	12,24	15,56	18,25	18,65	14,89	16,65	18,86
	5	7,86	8,12	9,39	11,55	0	9,83	12,71	15,78	6,40	10,10	11,71	21,56	10,64	13,53	16,05	16,45	12,74	24,56	16,72
	6	7,73	7,75	8,52	11,25	9,99	0	11,63	15,85	6,48	9,59	11,84	20,48	10,38	13,29	16,27	16,66	12,91	21,70	16,86
	7	10,26	9,86	10,98	13,85	12,81	11,60	0	18,57	9,20	11,59	14,50	22,44	13,07	16,17	18,49	18,91	15,15	26,91	19,13
	8	13,86	14,48	15,46	17,46	15,88	15,87	18,54	0	11,78	15,58	17,30	27,25	15,85	18,68	21,21	21,58	17,96	29,58	21,87
	9	4,36	5,05	6,10	8,09	6,50	6,52	9,18	11,78	0	6,23	7,45	17,90	6,37	9,05	11,61	12,03	8,37	20,02	12,30
	10	7,99	7,75	9,11	11,63	9,99	9,66	11,76	15,55	6,20	0	11,18	20,17	9,55	12,12	14,67	15,08	11,43	23,07	15,38
	11	9,87	10,49	11,52	13,63	11,66	11,91	14,52	17,29	7,45	11,27	0	22,78	10,47	13,30	15,88	16,33	12,68	24,32	16,58
	12	19,04	18,67	20,00	22,67	21,60	20,70	22,64	27,16	17,82	20,22	22,72	0	21,08	23,68	26,22	26,63	22,98	29,61	23,87
	13	8,88	9,16	10,30	12,29	10,63	10,45	13,14	15,89	6,32	9,65	10,47	21,13	0	11,60	14,18	14,63	10,98	22,62	14,88
	14	12,20	12,31	13,26	15,45	13,80	13,41	16,14	19,07	9,42	12,60	13,63	23,99	11,93	0	15,83	16,31	12,63	24,30	16,51
	15	14,60	14,63	15,72	18,22	16,09	15,76	18,61	21,42	11,80	14,97	15,95	26,33	14,25	16,32	0	18,92	15,23	26,90	18,60
	16	15,10	15,12	16,23	18,72	16,65	16,32	19,11	21,99	12,37	15,55	16,57	26,91	14,87	16,66	18,83	0	14,28	24,07	15,77
	17	11,14	11,24	12,21	14,70	12,81	12,36	15,07	17,99	8,34	11,52	12,50	22,85	10,80	11,72	14,49	14,37	0	22,35	12,05
	18	23,14	23,11	24,22	26,73	24,58	24,25	27,10	29,90	20,29	23,47	24,42	34,80	22,72	24,60	26,90	24,48	22,35	0	14,11
	19	15,33	15,34	16,44	18,94	16,86	16,53	19,32	22,19	12,58	15,75	16,76	27,10	15,06	16,82	18,93	16,09	14,38	23,17	0

Таблиця Б.8 – Час поїздки для скорегованого маршруту 199, хв

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	6,56	4,65	4,23	5,43	5,61	4,72	5,13	9,48	7,18	6,17	6,16	8,04	6,00	5,22	9,75	5,01	9,67	9,70
	2	7,82	0	4,87	5,91	4,56	4,86	4,93	7,73	8,55	7,81	8,75	9,52	8,83	6,07	8,71	8,24	5,33	5,61	8,51
	3	7,58	4,67	0	8,57	4,77	5,53	6,47	7,64	7,62	7,55	5,31	7,14	9,62	7,33	6,65	9,79	6,74	6,13	6,43
	4	5,39	5,64	4,17	0	7,26	3,33	4,33	6,39	6,97	8,10	5,58	9,55	8,77	5,64	9,07	6,35	9,04	8,49	8,58
	5	7,42	4,05	5,85	6,74	0	4,74	7,33	6,43	7,218	6,74	6,41	9,47	6,38	5,87	6,05	7,50	8,35	9,60	9,47
	6	8,05	5,37	6,74	6,38	5,41	0	4,28	6,61	7,61	9,58	9,66	6,88	4,88	6,35	6,71	4,17	6,83	6,11	6,46
	7	4,10	5,07	6,67	5,98	9,66	8,46	0	8,35	8,18	7,01	5,09	7,25	5,20	7,34	6,84	6,59	6,85	6,43	6,62
	8	4,77	6,03	6,67	6,93	7,04	4,87	8,37	0	6,91	7,64	6,78	4,41	6,72	7,05	4,52	4,76	6,33	9,55	7,80
	9	5,14	5,95	7,06	4,83	8,99	4,96	8,20	5,38	0	6,38	7,24	4,39	5,11	5,92	5,98	7,92	5,61	8,86	8,12
	10	7,71	7,82	5,92	7,55	6,24	6,59	7,44	6,67	6,67	0	6,31	5,33	6,36	5,25	9,67	7,54	9,27	6,68	8,17
	11	6,67	6,60	5,17	6,20	7,06	5,85	8,44	6,70	7,29	6,68	0	7,21	6,38	6,05	7,02	6,94	7,01	6,69	8,78
	12	8,71	8,97	3,25	5,71	8,96	5,22	6,21	5,34	5,30	6,73	6,42	0	6,45	8,67	7,30	6,51	6,45	6,16	6,07
	13	7,49	7,50	3,39	6,35	6,50	6,04	9,24	6,68	8,33	6,68	5,38	7,05	0	6,06	7,02	6,93	7,00	6,69	8,83
	14	7,74	8,10	7,36	6,92	6,93	7,10	8,95	6,29	6,70	6,82	5,87	6,35	4,04	0	6,94	4,69	7,31	6,47	7,38
	15	7,86	8,13	4,59	7,72	7,28	7,92	5,18	6,89	7,91	7,94	5,10	7,91	5,37	5,48	0	6,38	6,48	5,46	8,19
	16	7,74	8,07	3,39	7,53	6,87	7,39	7,56	6,30	7,04	7,06	5,42	6,67	8,25	6,77	6,67	0	6,67	6,67	6,67
	17	7,79	5,42	4,63	5,02	6,72	5,20	5,88	5,99	4,20	5,22	8,99	6,34	9,02	8,61	6,56	7,14	0	5,37	9,03
	18	7,81	7,96	5,21	7,67	7,14	7,82	5,00	6,78	7,74	7,79	5,10	7,86	7,19	6,67	4,38	5,49	4,38	0	6,08
	19	7,88	8,19	5,27	7,67	7,15	7,70	4,63	6,73	7,52	7,55	5,10	7,37	5,03	7,92	7,39	6,33	6,94	5,47	0

Таблиця Б.9 – Частота пересадок для скорегованого варіанту маршруту 199, од.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	0,08	0,06	0,04	0,16	0,05	0,11	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,17	0,15	1,11	0,56
	2	0,06	0	0,03	0,22	0,42	0,11	0,02	0,03	0,01	0,01	0,04	0,02	0,04	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,06
	3	0,03	0,03	0	0,21	0,07	0,08	0,01	0,13	0,02	0,01	0,05	0,01	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,07
	4	0,04	0,02	0,12	0	0,05	0,10	0,17	0,04	0,03	0,11	0,03	0,09	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04
	5	0,54	0,04	0,01	0,08	0	0,13	0,13	0,02	0,01	0,01	0,13	0,08	0,05	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04
	6	0,32	0,03	0,14	0,14	0,08	0	0,04	0,02	0,01	0,12	0,04	0,07	0,05	0,15	0,06	0,07	0,06	0,08	0,09
	7	0,05	0,02	0,12	0,20	0,03	0,12	0	0,03	0,23	0,01	0,04	0,08	0,05	0,06	1,02	0,03	0,22	0,03	0,04
	8	0,03	0,02	1,00	0,02	0,05	0,43	0,01	0	0,03	0,12	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,94
	9	1,42	0,01	0,02	0,31	0,12	0,02	0,03	0,01	0	0,12	0,02	0,11	0,01	0,03	0,02	1,00	0,02	0,02	0,03
	10	0,23	0,01	0,01	0,14	0,16	0,02	0,03	0,34	0,11	0	0,24	0,11	1,26	0,03	0,13	0,02	0,02	0,02	0,03
	11	0,01	0,21	0,04	0,01	0,09	0,05	0,04	0,13	0,04	0,05	0	0,21	0,06	0,02	0,01	0,01	0,31	0,01	0,02
	12	0,08	0,05	0,10	0,10	0,11	0,11	0,09	0,02	0,5	0,20	0,56	0	0,07	0,02	0,11	0,15	0,01	0,22	0,02
	13	0,01	0,54	0,05	0,01	0,06	0,05	0,04	1,30	0,27	0,34	0,01	0,07	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
	14	0,05	0,07	0,07	0,11	0,11	0,12	1,10	0,22	1,00	0,20	0,52	0,33	0,05	0	0,01	0,71	0,01	0,43	0,02
	15	0,14	0,15	0,12	1,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,11	0,56	0	0,14	1,00	0,67	0,03
	16	0,05	1,07	0,05	0,03	0,15	1,04	0,10	0,02	0,01	0,01	0,01	0,06	0,04	0,14	0,04	0	1,00	0,56	0,43
	17	0,05	0,07	0,05	0,04	0,05	0,04	0,10	0,02	0,01	0,02	0,01	0,11	0,08	0,01	1,05	0,14	0	1,00	0,32
	18	0,16	0,16	0,14	0,13	0,18	0,17	0,14	0,16	0,16	0,16	0,12	0,13	0,12	0,07	0,06	0,16	0,35	0	0,07
	19	1,05	0,07	0,05	0,03	0,16	0,04	0,10	0,02	0,01	0,02	0,01	0,43	1,00	0,54	0,08	0,67	0,43	0,42	0

Таблиця Б.10 – Тривалість пересування для скорегованого маршруту 433, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	5,58	7,37	9,12	7,67	7,96	10,14	13,72	4,12	8,01	10,01	18,96	9,02	12,24	14,67	15,10	11,28	23,14	15,32
	2	5,68	0	7,04	9,32	8,23	7,64	9,72	14,59	5,06	7,70	10,55	18,54	9,16	12,31	14,62	15,06	11,27	23,06	15,28
	3	7,23	7,09	0	10,67	9,60	8,38	10,98	15,44	6,07	8,95	11,60	19,79	10,27	13,37	15,75	16,15	12,39	24,18	16,37
	4	9,30	9,32	10,67	0	11,42	11,15	13,75	17,23	7,86	11,63	13,62	22,59	12,24	15,55	18,25	18,65	14,89	26,68	18,86
	5	7,86	8,12	9,39	11,55	0	9,83	12,71	15,78	6,40	10,10	11,71	21,56	10,64	13,53	16,04	16,45	12,74	24,46	16,72
	6	7,73	7,75	8,52	11,25	9,99	0	11,63	15,85	6,48	9,59	11,84	20,49	10,38	13,29	16,27	16,66	12,91	24,70	16,87
	7	10,26	9,86	10,98	13,85	12,81	11,60	0	18,57	9,21	11,59	14,50	22,44	13,07	16,18	18,49	18,92	15,15	26,92	19,13
	8	13,86	14,48	15,46	17,46	15,88	15,87	18,54	0	11,78	15,58	17,30	27,25	15,85	18,68	21,21	21,58	17,96	29,58	21,87
	9	4,36	5,05	6,10	8,09	6,50	6,52	9,18	11,78	0	6,23	7,45	17,90	6,37	9,05	11,61	12,03	8,37	20,02	12,30
	10	7,99	7,76	9,11	11,63	9,99	9,66	11,76	15,55	6,20	0	11,18	20,17	9,55	12,12	14,67	15,08	11,43	23,07	15,38
	11	9,87	10,50	11,52	13,63	11,66	11,91	14,52	17,29	7,45	11,27	0	22,78	10,47	13,30	15,88	16,33	12,68	24,32	16,58
	12	19,06	18,70	20,01	22,68	21,60	20,71	22,64	27,16	17,82	20,22	22,72	0	21,08	23,68	26,22	26,63	22,98	34,61	26,87
	13	8,88	9,17	10,30	12,29	10,63	10,45	13,14	15,89	6,32	9,65	10,47	21,13	0	11,60	14,18	14,63	10,98	22,62	14,88
	14	12,20	12,32	13,26	15,44	13,80	13,41	16,15	19,07	9,42	12,60	13,63	23,99	11,93	0	15,83	16,31	12,63	24,30	16,51
	15	14,59	14,63	15,72	18,22	16,09	15,76	18,61	21,42	11,80	14,97	15,95	26,33	14,25	16,32	0	18,92	15,23	26,90	18,60
	16	15,10	15,13	16,23	18,72	16,65	16,32	19,11	21,99	12,37	15,55	16,57	26,91	14,87	16,66	18,83	0	14,28	24,07	15,77
	17	11,14	11,25	12,21	14,70	12,81	12,36	15,08	17,99	8,34	11,52	12,50	22,85	10,80	11,72	14,49	14,37	0	22,35	14,05
	18	23,14	23,12	24,23	26,73	24,58	24,25	27,10	29,90	20,29	23,47	24,42	34,80	22,72	24,60	26,90	24,48	22,35	0	24,19
	19	15,33	15,35	16,45	18,94	16,86	16,53	19,33	22,19	12,58	15,75	16,76	27,10	15,06	16,82	18,93	16,07	14,38	24,17	0

Таблиця Б.11 – Час поїздки для скорегованого маршруту 433, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	5,95	4,65	6,42	5,43	5,58	7,16	8,62	8,41	7,14	6,13	8,11	8,01	10,58	10,19	9,71	10,08	9,63	9,66
	2	5,55	0	4,87	6,54	6,69	8,57	9,24	9,36	8,53	7,78	8,68	8,87	8,77	10,60	10,31	10,01	10,27	9,93	10,01
	3	7,58	4,84	0	5,69	4,77	6,44	5,47	7,71	5,69	6,31	5,31	7,11	9,61	7,30	6,63	6,38	7,20	6,11	10,64
	4	5,39	5,35	4,17	0	6,55	5,33	8,52	6,39	6,97	7,92	5,58	9,45	8,70	10,56	9,06	8,63	9,04	8,48	8,58
	5	7,42	4,29	4,09	6,55	0	7,42	4,31	6,43	7,22	6,34	6,41	9,45	6,38	11,59	11,06	9,75	10,89	9,60	9,47
	6	8,05	4,55	5,46	7,43	5,41	0	5,42	8,15	7,61	8,67	4,97	6,84	8,81	9,64	6,70	6,41	8,26	6,10	10,65
	7	4,08	5,50	6,67	4,32	6,11	8,46	0	8,37	8,20	6,79	5,07	7,24	5,18	7,28	6,78	6,54	7,98	6,38	10,66
	8	4,77	5,99	6,67	6,93	7,04	8,65	8,40	0	6,64	5,76	6,78	4,38	6,72	13,70	10,45	11,05	10,33	9,55	10,41
	9	5,14	5,92	7,06	8,33	8,99	9,65	8,24	7,55	0	5,54	7,38	4,35	8,21	15,92	10,60	12,18	11,61	8,86	11,18
	10	6,89	7,73	10,56	7,54	6,23	11,15	10,43	6,67	6,67	0	6,31	7,33	6,36	15,25	11,97	11,75	14,93	11,67	10,82
	11	6,66	6,56	5,17	6,20	7,06	8,47	8,45	6,70	7,65	6,68	0	7,24	8,42	11,60	11,68	6,69	11,70	6,69	8,78
	12	6,00	8,25	13,15	8,46	8,95	12,06	12,19	6,32	9,11	8,72	6,42	0	6,45	14,87	11,73	11,65	14,64	11,62	10,61
	13	4,73	7,45	8,33	6,35	6,50	6,04	9,24	6,68	8,33	6,68	9,16	7,07	0	11,61	11,80	6,69	11,70	6,69	8,83
	14	5,73	8,06	8,75	6,92	6,93	7,10	8,95	6,29	6,70	6,82	5,87	6,36	7,40	0	6,94	8,34	5,34	6,47	7,38
	15	4,32	8,08	10,17	7,72	7,28	7,92	9,52	6,89	7,91	7,94	5,10	7,91	7,44	7,56	0	6,67	9,44	7,54	6,64
	16	7,16	8,02	9,86	7,53	6,87	7,39	9,27	6,30	7,04	7,06	4,15	6,67	8,25	6,77	8,65	0	6,67	6,67	6,67
	17	7,37	10,12	11,74	10,01	10,67	11,52	11,46	11,30	7,20	8,22	8,99	9,23	10,90	8,61	6,56	7,44		7,56	7,53
	18	8,68	8,03	10,24	7,67	7,14	7,82	9,50	6,78	7,74	7,79	5,50	7,86	6,64	6,67	7,56	8,64	7,55	0	6,08
	19	8,74	8,14	10,07	7,67	7,15	7,70	9,47	6,73	7,52	7,55	5,10	7,37	5,03	7,92	8,65	7,33	6,65	8,74	0

Таблиця Б.12 – Частота пересадок для скорегованого варіанту маршруту 433, од.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	0,79	0,77	0,67	0,10	0,84	0,07	0,17	0,74	0,90	0,56	1,40	0,82	0,42	0,30	0,33	0,29	0,33	0,54
	2	0,51	0	0,16	0,36	0,13	0,31	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,03	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,06
	3	0,76	0,15	0	0,24	0,06	0,21	0,01	0,02	0,02	0,01	0,04	0,01	0,05	0,04	1,04	0,05	1,13	0,05	0,07
	4	0,04	0,02	0,14	0	0,04	0,13	0,23	0,04	0,03	0,61	0,03	0,12	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04
	5	0,53	0,68	0,01	0,24	0	0,72	0,31	0,02	0,01	0,01	0,03	0,81	0,05	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04
	6	0,13	0,02	0,13	0,32	0,09	0	0,04	0,02	0,01	0,11	1,04	0,07	0,05	0,05	0,06	0,07	0,05	1,07	0,08
	7	0,05	0,12	0,17	0,12	0,03	0,23	0	0,03	0,03	0,01	0,04	0,14	0,05	0,06	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04
	8	0,03	0,02	1,41	0,02	0,05	0,24	0,13	0	0,03	0,14	0,02	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
	9	0,14	0,01	0,12	0,35	0,15	0,02	0,03	0,10	0	0,12	0,02	0,10	0,01	1,33	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
	10	0,61	0,01	0,01	0,26	0,16	0,02	0,03	0,31	0,61	0	0,01	0,10	1,26	0,03	0,03	0,02	0,54	0,02	0,03
	11	0,11	0,71	0,04	0,01	0,09	0,05	0,04	0,31	0,52	0,31	0	0,14	0,37	0,12	0,11	1,01	0,01	0,01	1,02
	12	0,08	0,04	0,10	0,10	0,01	0,11	0,09	0,02	0,21	0,20	0,14	0	0,53	0,02	0,12	0,06	0,21	0,09	0,01
	13	0,41	1,07	0,05	0,01	0,06	0,05	0,04	0,30	0,27	0,31	0,01	0,13	0	0,02	0,01	0,01	0,11	0,01	0,06
	14	0,05	0,07	0,07	1,11	0,11	0,12	0,10	0,22	1,24	0,20	0,14	0,33	0,41	0	0,41	0,41	0,01	0,13	0,12
	15	0,14	0,14	0,11	0,16	0,15	0,14	0,13	1,13	0,12	0,13	0,12	0,14	0,11	0,63	0	0,06	0,51	0,34	0,03
	16	0,05	0,06	0,05	0,03	0,05	0,04	0,10	0,02	0,01	1,01	0,01	0,01	0,09	0,52	0,12	0	0,31	0,13	0,54
	17	0,05	0,07	0,06	0,04	0,05	0,04	0,10	0,02	0,01	0,02	0,01	0,09	0,15	0,01	0,09	0,14	0	0,12	0,53
	18	1,16	0,16	0,14	0,13	0,18	1,17	0,14	0,16	0,16	0,16	0,12	0,13	0,12	0,43	0,71	0,43	0,31	0	0,02
	19	0,05	0,06	0,05	0,03	0,06	0,04	0,10	0,02	0,01	0,02	0,01	0,06	0,13	0,43	0,53	0,26	0,53	0,12	0

Таблиця Б.13 – Тривалість пересування для скорегованого маршруту 558, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	5,29	7,37	9,12	7,67	7,97	10,14	13,72	4,12	8,01	10,01	18,93	10,05	12,28	14,70	15,12	11,31	23,17	15,35
	2	5,68	0	7,00	9,32	8,23	7,64	9,72	14,60	5,08	7,69	10,55	18,52	9,17	12,31	14,62	15,07	11,27	23,06	15,28
	3	7,23	7,10	0	10,67	9,60	8,38	10,98	15,45	6,07	8,95	11,61	19,77	10,28	13,39	15,76	16,17	12,41	24,19	16,38
	4	9,30	9,32	10,67	0	11,42	11,15	13,74	17,23	7,86	11,63	13,62	22,56	12,24	15,60	18,28	18,68	14,92	26,72	18,89
	5	7,86	8,12	9,39	11,55	0	9,83	12,72	15,78	6,40	10,10	11,71	21,55	10,64	13,53	16,05	16,45	12,74	24,46	16,72
	6	7,73	7,75	8,52	11,25	9,99	0	11,63	15,85	6,48	9,59	11,84	20,47	10,38	13,29	16,29	16,69	12,93	24,72	16,89
	7	10,26	9,86	10,98	13,85	12,82	11,60	0	18,57	9,21	11,59	14,51	22,44	13,08	16,19	18,50	18,93	15,16	26,93	19,14
	8	13,86	14,49	15,46	17,46	15,88	15,87	18,55	0	11,78	15,58	17,30	27,25	15,85	18,68	21,21	21,58	17,96	29,58	21,87
	9	4,36	5,06	6,10	8,09	6,50	6,52	9,19	11,78	0	6,23	7,45	17,90	6,37	9,05	11,61	12,03	8,37	20,02	12,30
	10	7,99	7,75	9,10	11,63	9,99	9,66	11,75	15,55	6,20	0	11,18	20,17	9,55	12,12	14,67	15,08	11,43	23,07	15,38
	11	9,87	10,50	11,52	13,63	11,66	11,91	14,53	17,29	7,45	11,27	0	22,78	10,47	13,30	15,88	16,33	12,68	24,32	16,58
	12	19,03	18,66	19,99	22,66	21,60	20,69	22,63	27,16	17,82	20,22	22,72	0	21,08	23,68	26,22	26,63	22,98	34,61	26,87
	13	8,90	9,17	10,32	12,29	10,63	10,45	13,15	15,89	6,32	9,65	10,47	21,13	0	11,60	14,18	14,63	10,98	22,62	14,88
	14	12,22	12,32	13,28	15,45	13,80	13,41	16,16	19,07	9,42	12,60	13,63	23,99	11,93	0	15,83	16,31	12,63	24,30	16,51
	15	14,62	14,64	15,74	18,24	16,09	15,76	18,62	21,42	11,80	14,97	15,95	26,33	14,25	16,32	0	18,92	15,23	26,90	18,60
	16	15,05	15,08	16,14	18,64	16,58	16,21	19,03	21,85	12,18	15,37	16,26	26,68	14,55	15,45	18,10	0	14,28	24,07	15,77
	17	11,14	11,24	12,22	14,71	12,77	12,33	15,09	17,97	8,32	11,49	12,49	22,84	10,79	11,81	14,49	14,37	0	22,35	14,05
	18	23,08	23,07	24,14	26,65	24,52	24,15	27,02	29,77	20,11	23,30	24,12	34,57	22,41	22,88	25,65	24,42	22,28	0	22,45
	19	15,21	15,25	16,27	18,77	16,72	16,35	19,18	21,98	12,27	15,48	16,32	26,78	14,60	15,39	18,07	16,07	14,33	24,29	0

Таблиця Б.14 – Час поїздки для скорегованого маршруту 558, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	4,43	5,97	5,16	6,93	5,10	5,08	8,29	7,39	8,01	7,48	11,02	11,03	11,04	10,03	7,04	10,03	10,04	10,06
	2	5,71	0	6,74	5,74	7,15	6,09	7,01	7,94	7,02	9,01	8,04	10,01	8,05	10,04	10,04	9,05	9,03	11,05	9,07
	3	4,34	6,02	0	8,93	6,89	8,84	6,73	5,22	6,03	9,00	9,03	10,00	6,03	10,03	9,02	9,03	9,02	9,03	8,04
	4	5,18	5,72	5,38	0	7,64	7,64	8,89	6,22	7,01	6,01	8,03	8,00	10,05	9,04	7,02	7,03	6,02	8,03	8,04
	5	6,01	5,31	7,74	7,53	0	5,74	5,04	6,01	7,01	8,13	5,04	9,07	10,05	7,05	8,06	8,07	9,06	8,08	7,09
	6	4,70	6,38	6,64	6,74	9,55	0	5,83	5,31	8,03	7,01	6,04	6,00	9,05	7,55	9,02	8,84	8,02	7,03	8,04
	7	4,13	8,04	5,92	7,72	5,24	7,89	0	5,29	6,03	8,00	7,02	6,00	8,02	9,43	8,02	6,02	8,02	8,02	9,04
	8	5,82	5,22	6,98	7,65	6,78	7,96	6,36	0	8,67	7,58	8,02	7,11	7,01	8,42	8,02	7,02	7,02	7,02	10,03
	9	6,65	9,07	8,79	6,83	7,53	6,47	9,79	6,87	0	6,65	7,67	8,10	8,26	9,21	8,03	5,02	6,02	8,02	9,03
	10	5,92	5,22	5,75	5,27	9,30	9,65	5,50	5,66	6,68	0	7,50	6,75	7,00	7,29	9,01	5,01	8,01	5,01	8,08
	11	7,63	4,33	5,57	8,61	6,74	7,61	8,85	8,02	7,56	9,88	0	6,67	7,63	8,56	8,01	5,00	7,01	6,00	7,22
	12	5,84	4,03	4,80	6,46	5,59	5,19	6,42	7,31	7,28	7,84	8,01	0	6,91	9,14	9,01	8,01	9,01	6,01	8,02
	13	5,11	6,71	6,64	6,11	8,43	9,06	7,10	7,22	7,65	9,62	7,75	8,33	0	8,13	7,56	6,00	8,01	6,00	7,06
	14	4,04	5,52	7,11	6,21	5,01	6,41	6,13	8,13	6,12	9,83	9,41	6,14	11,50	0	7,78	7,89	7,94	7,84	8,03
	15	4,60	6,25	8,60	7,39	5,40	9,28	7,09	8,02	7,01	6,55	8,01	8,84	8,64	8,83	0	6,78	6,94	7,03	7,84
	16	5,85	6,21	9,70	5,60	7,98	6,51	8,49	6,05	9,04	6,12	8,24	8,03	8,02	6,33	7,21	0	7,01	5,83	7,98
	17	5,06	8,71	7,41	6,65	8,05	8,33	8,53	9,17	6,17	7,06	7,14	8,14	7,14	8,83	7,52	8,98	0	7,89	8,09
	18	7,81	10,41	7,18	9,65	8,12	8,12	8,11	8,56	6,16	7,93	8,03	8,04	9,03	10,90	9,99	6,99	7,84	0	5,97
	19	9,40	9,55	8,06	6,40	8,42	9,53	9,12	8,05	10,04	9,20	9,03	9,04	8,02	8,74	7,64	7,94	8,84	8,94	0

Таблиця Б.15 – Частота пересадок для скорегованого варіанту маршруту 558, од

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	0,08	0,05	0,01	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,07	0,06	0,11	0,08	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	2	0,65	0	0,05	0,31	0,03	0,05	0,05	0,10	0,09	0,08	0,09	0,12	0,09	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	3	0,08	0,15	0	0,01	0,05	0,08	0,23	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06
	4	0,05	0,05	0,04	0	0,17	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,10	0,06	0,11	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09
	5	0,02	0,03	0,03	0,22	0	0,05	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,10	0,06	0,12	0,11	0,10	0,11	0,10	0,09
	6	0,08	0,15	0,61	0,17	0,05	0	0,32	0,01	0,01	0,03	0,04	0,07	0,05	0,10	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06
	7	0,14	0,16	0,07	0,15	0,11	0,01	0	0,09	0,08	0,03	0,05	0,07	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07
	8	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,09	0	0,08	0,05	0,07	0,04	0,07	0,14	0,13	0,11	0,13	0,11	0,10
	9	0,05	1,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,08	0,09	0	0,05	1,12	0,04	0,12	0,16	0,16	0,12	0,16	0,12	0,11
	10	0,08	0,08	0,11	0,08	0,06	0,11	0,11	0,02	0,02	0	0,06	0,03	0,06	0,15	0,15	0,12	0,15	0,12	0,11
	11	0,07	0,07	0,05	0,06	0,07	0,06	1,09	0,07	0,05	0,07	0	0,07	0,16	1,12	0,12	0,07	0,12	0,07	0,06
	12	0,09	0,09	1,13	0,09	0,09	0,12	0,12	0,03	1,03	0,10	0,06	0	0,06	0,15	0,15	0,12	0,15	0,12	0,11
	13	0,08	0,08	0,09	0,06	0,07	0,06	0,09	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0	0,12	0,12	0,07	0,12	0,07	0,06
	14	0,08	0,08	0,09	0,07	1,06	0,07	0,09	1,06	0,07	0,07	0,04	0,06	0,04	0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
	15	0,08	0,08	0,10	0,08	0,07	1,08	0,10	0,07	0,08	1,08	0,05	0,08	0,05	0,14	0	0,07	1,09	1,12	1,05
	16	0,09	0,09	0,11	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	0,11	1,09	0,09	0,13	0	0,02	0,02	0,07
	17	1,10	0,10	0,14	0,10	0,20	0,11	0,16	0,11	0,11	0,12	0,10	0,12	0,10	0,09	0,11	1,01	0	0,14	0,05
	18	0,09	0,08	0,11	1,09	0,10	0,08	0,11	0,10	0,07	0,16	0,11	0,12	0,11	0,12	0,20	0,08	0,08	0	0,03
	19	0,10	0,10	0,12	0,10	0,30	0,18	0,17	0,09	0,13	0,12	0,14	0,11	0,10	0,12	0,17	0,03	0,04	0,04	0

Таблиця Б.16 – Тривалість пересування для базового варіанту мережі, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	10,58	7,37	9,12	7,67	7,97	10,14	13,72	4,12	8,01	10,01	18,93	9,05	12,28	14,70	15,12	11,31	23,17	15,35
	2	5,68	0	7,00	9,32	8,23	7,64	9,72	14,60	5,08	7,69	10,55	18,52	9,57	12,31	14,62	15,07	11,27	23,06	15,28
	3	7,23	7,10	0	10,67	9,60	8,38	10,98	15,45	6,07	8,95	11,61	19,77	10,28	13,39	15,76	16,17	12,41	24,19	16,38
	4	9,30	9,32	10,67	0	11,42	11,15	13,74	17,23	7,86	11,63	13,62	22,56	12,24	15,60	18,28	18,68	14,92	26,72	18,89
	5	7,86	8,12	9,39	11,55	0	9,83	12,72	15,78	6,40	10,10	11,71	21,55	10,64	13,53	16,05	16,45	12,74	24,46	16,72
	6	7,73	7,75	8,52	11,25	9,99	0	11,63	15,85	6,48	9,59	11,84	20,47	10,38	13,29	16,29	16,69	12,93	24,72	16,89
	7	10,26	9,86	10,98	13,85	12,82	11,60	0	18,57	9,21	11,59	14,51	22,44	13,08	16,19	18,50	18,93	15,16	26,93	19,14
	8	13,86	14,49	15,46	17,46	15,88	15,87	18,55	0	11,78	15,58	17,30	27,25	15,85	18,68	21,21	21,58	17,96	29,58	21,87
	9	12,36	5,06	6,10	8,09	6,50	6,52	9,19	11,78	0	6,23	7,45	17,90	6,37	9,05	11,61	12,03	8,37	20,02	12,30
	10	7,99	7,75	9,10	11,63	9,99	9,66	11,75	15,55	6,20	0	11,18	20,17	9,55	12,12	14,67	15,08	11,43	23,07	15,38
	11	9,87	10,50	11,52	13,63	11,66	11,91	14,53	17,29	7,45	11,27	0	22,78	10,47	13,30	15,88	16,33	12,68	24,32	16,58
	12	19,03	18,66	19,99	22,66	21,60	20,69	22,63	27,16	17,82	20,22	22,72	0	21,08	23,68	26,22	26,63	22,98	34,61	26,87
	13	8,90	9,17	10,32	12,29	10,63	10,45	13,15	15,89	6,32	9,65	10,47	21,13	0	11,60	14,18	14,63	10,98	22,62	14,88
	14	12,22	12,32	13,28	15,45	13,80	13,41	16,16	19,07	9,42	12,60	13,63	23,99	11,93	0	15,83	16,31	12,63	24,30	16,51
	15	14,62	14,64	15,74	18,24	16,09	15,76	18,62	21,42	11,80	14,97	15,95	26,33	14,25	16,32	0	18,92	15,23	26,90	18,60
	16	15,12	15,13	16,25	18,74	16,65	16,32	19,12	21,99	12,37	15,55	16,57	26,91	14,87	16,66	18,83	0	14,28	24,07	15,77
	17	11,15	11,25	12,22	14,71	12,81	12,36	15,09	17,99	8,34	11,52	12,50	22,85	10,80	11,72	14,49	14,37	0	22,15	14,05
	18	23,16	23,12	24,24	26,75	24,58	24,25	27,11	29,90	20,29	23,47	24,42	34,80	22,72	24,60	26,90	24,48	22,35	0	21,19
	19	15,34	15,35	16,46	18,96	16,86	16,53	19,33	22,19	12,58	15,75	16,76	27,10	15,06	16,82	18,93	16,07	14,38	24,17	0

Таблиця Б.17 – Час поїздки для базового варіанту мережі, хв.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	5,07	6,66	5,67	5,76	7,99	5,08	7,29	7,39	8,32	10,75	10,47	8,99	12,11	10,14	13,42	7,46	10,25	15,91
	2	7,43	0	6,54	6,56	8,84	6,1	8,79	9,41	9,94	7,63	9,31	10,7	9,34	14,19	5,84	10,16	6,12	8,13	6,77
	3	6,34	6,32	0	5,56	6,69	9,43	5,21	7,22	8,01	7,61	8,39	6,48	8,33	5,78	12,74	13,05	8,86	7,91	10,06
	4	8,89	5,01	5,38	0	6,34	5,44	6,06	6,22	8,33	8,12	7,68	6,01	5,41	8,06	9,26	10,04	6,28	7,8	4,29
	5	6,03	4,08	5,77	5,45	0	6,63	7,75	6,01	6,24	5,27	8,5	6,92	7,95	7,34	6,24	7,49	5,72	7,76	8,71
	6	6,7	6,38	5,56	5,23	6,55	0	5,65	8,1	5,88	6,29	9,07	8,53	5,17	8,5	5,53	10,66	8,63	7,36	5,29
	7	7,13	6,8	7,56	7,21	7,24	8,53	0	5,29	8,42	6,51	9,08	6,64	9,1	9,32	5,05	10,96	6,84	9,1	9,09
	8	6,65	6,18	6,98	8,45	7,45	9,8	6,36	0	6,66	7,12	6,22	6,14	7,23	8,42	9,22	5,96	9,52	6,4	9,91
	9	4,76	6,07	8,79	5,51	7,42	6,47	4,79	6,63	0	6,32	7,74	7,65	6,4	10,21	5,48	6,98	7,53	7,02	5,75
	10	5,92	5,22	5,75	5,27	9,57	7,15	7,5	8,65	9,43	0	6,01	7,87	7,15	7,29	9,27	6,18	5,12	6,49	5,93
	11	7,18	7,33	9,56	6,61	6,74	6,1	7,68	5,25	5,43	7,88	0	4,84	6,54	9,56	5,73	9,04	8,36	4,16	6,87
	12	5,84	9,03	9,8	6,95	7,59	5,19	8,24	7,44	9,28	6,24	5,82	0	5,69	5,14	8,95	6,65	9,92	6,75	9,2
	13	5,11	8,71	6,64	8,2	8,31	5,19	5,12	5,51	8,75	9,62	6,53	4,99	0	8,13	5,56	9,83	8,78	6,13	6,69
	14	4,38	8,36	5,11	6,21	8,01	9,08	5,38	8,48	6,22	10,83	9,41	5,39	7,99	0	6,81	7,15	5,54	7,34	7,11
	15	9,6	6,25	4,86	9,39	9,4	8,93	9,47	6,15	8,21	11,61	9,71	6,53	6,43	7,56	0	8,56	8,78	7,56	5,43
	16	10,3	6,86	5,39	10,48	7,48	7,93	7,93	7,95	6,31	7,02	7,39	7,67	5,45	5,9	7,31	0	7,34	8,57	9,38
	17	5,69	5,62	8,11	8,34	6,69	10,49	7,91	5,88	5,53	8,94	10,99	8,32	6,35	9,53	7,1	5,89	0	8,12	8,13
	18	12,62	6,36	5,16	7,05	9,63	11,12	10,99	6,97	5,53	6,14	9,95	6,42	6,76	7,12	9,65	8,06	5,09	0	5,82
	19	5,95	6,44	6,1	7,78	10,9	9,52	8,63	5,49	7,91	9,01	10,42	8,82	6,18	8,99	6,87	7,43	6,67	6,05	0

Таблиця Б.18 – Частота пересадок для базового варіанту мережі, од.

Район відправлення	Номер	Район прибуття																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1	0	0,13	0,05	0,01	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,07	0,06	0,11	0,08	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	2	0,54	0	0,05	0,63	0,03	0,05	0,05	0,10	0,09	0,08	0,09	0,12	0,09	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	3	0,08	0,15	0	0,01	0,05	0,10	0,56	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	1,06	0,06
	4	0,05	0,34	0,04	0	0,57	0,03	1,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,10	0,06	0,11	0,09	1,09	0,09	0,08	1,09
	5	0,02	1,03	0,03	0,45	0	0,05	0,03	0,03	0,03	1,04	0,06	0,10	0,06	0,12	0,11	0,10	1,11	0,10	0,09
	6	0,08	0,15	0,34	0,46	0,05	0	0,43	0,01	0,01	0,03	0,04	0,07	0,05	0,10	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06
	7	0,14	0,16	0,07	0,15	0,11	0,01	0	0,09	0,08	0,03	0,05	0,07	0,05	1,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07
	8	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,09	0	0,62	0,05	0,07	0,04	0,07	0,14	0,13	0,11	0,13	0,11	1,10
	9	1,05	0,06	0,04	1,06	0,05	0,05	0,08	0,83	0	0,05	0,56	0,04	0,12	0,16	0,16	1,12	0,16	0,12	0,11
	10	0,08	0,08	0,11	0,08	0,06	1,11	0,11	0,02	0,02	0	0,06	0,03	0,06	0,15	0,15	0,12	1,15	0,12	0,11
	11	0,07	0,07	0,05	0,06	0,07	0,06	0,09	0,07	0,04	0,07	0	0,07	0,56	0,12	0,12	0,07	0,12	1,07	0,06
	12	0,09	0,09	0,13	0,09	0,09	0,12	0,12	0,03	0,03	0,42	0,06	0	0,06	0,15	0,15	0,12	0,15	0,12	0,11
	13	1,08	0,08	0,09	0,06	0,07	0,06	0,09	0,07	0,08	0,07	0,72	0,07	0	0,12	0,12	0,07	0,12	0,07	0,06
	14	0,08	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07	1,09	0,06	1,07	0,07	0,04	1,06	0,04	0	1,03	0,03	0,03	0,03	0,04
	15	1,08	0,08	1,10	0,08	0,07	2,08	0,10	0,07	0,08	0,08	1,05	0,08	0,05	0,67	0	0,42	0,62	0,32	1,05
	16	0,08	0,08	0,10	0,08	0,07	0,07	0,09	0,06	0,07	1,07	0,04	0,07	0,04	0,02	0,02	0	0,02	0,02	0,07
	17	0,10	2,10	0,12	0,10	1,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	1,12	1,11	0,09	0,13	0,41	0	0,22	0,05
	18	1,08	0,08	0,10	1,08	0,02	0,08	0,10	0,07	0,08	0,08	0,05	0,08	0,05	0,02	0,67	0,78	1,52	0	0,03
	19	0,08	1,08	1,10	0,08	0,07	1,08	0,13	0,07	1,08	0,08	1,05	0,07	0,05	1,03	0,05	0,03	0,05	0,05	0