

**Міністерство освіти і науки України
Університет митної справи та фінансів**

**Факультет інноваційних технологій
Кафедра транспортних технологій та міжнародної логістики**

Кваліфікаційну роботу магістра
допущено до захисту
В.о. завідувача кафедри транспортних
технологій та міжнародної логістики,
к.т.н., доцент

А.І. Кузьменко

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
на тему:
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА
ПРИМІСЬКОМУ АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

Виконав: студент групи Т22-1м
Спеціальності 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)
Немога Віталій Валерійович

Керівник: _____
(підпис)

доцент кафедри транспортних технологій та
міжнародної логістики, к.т.н.

Леснікова Ірина Юріївна

Рецензент _____
(підпис)

доцент кафедри транспортних технологій та
міжнародної логістики к. т. н.,

Халіпова Наталя Володимирівна

Дніпро
2024

Міністерство освіти і науки України
Університет митної справи та фінансів

Факультет інноваційних технологій
Кафедра транспортних технологій та міжнародної логістики
Ступінь вищої освіти – магістр
Спеціальність 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри транспортних
технологій та міжнародної логістики
к.т.н., доц.,

_____ А.І. Кузьменко
(підпис)

«07» листопада 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА
студента групи Т22-1м
Немоги Віталія Валерійовича

1. Тема роботи: Підвищення ефективності пасажирських перевезень на приміському автомобільному транспорті.

Керівник кваліфікаційної роботи магістра: Леснікова Ірина Юріївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій та міжнародної логістики

затверджено наказом ректора УМСФ від від «22» грудня 2023 р. № 1006кс.

2. Дата подання студентом готової роботи: «01» лютого 2024 р.

3. Вихідні дані:

3.1. Статистичні дані приміських пасажирських перевезень населення Київської області.

3.2. Таблиця – міста Київської області та їх географічні координати

№	Назва міста	Кількість мешканців, тис.осіб	Населення, що працює тис.чол	Координати	
				Х, с. д.	У, пн.ш
1	Київ	980,9	578,4	30°31'25"	50°27'00"
2	Біла Церква	612, 7	311,5	30°07'00"	49°47'44"
3	Бровари	229, 8	138,3	30°47'25"	50°30'41"
4	Бориспіль	110,03	58,1	30°57'03"	50°21'04"
5	Ірпінь	104,16	53,9	30°14'41"	50°31'10"
6	Фастів	70,32	42,6	29°55'05"	50°04'29"
7	Вишневе	46, 09	21,1	30°21'29"	50°23'13"
8	Буча	44, 2	19,9	30°14'06"	50°32'47"
9	Боярка	40,04	24,8	30°17'44"	50°19'44"
10	Обухів	31,6	18,7	30°39'24"	50°07'48"

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, потрібних для опрацювання):

4.1.Проаналізувати сучасного стану пасажирських автомобільних перевезень Київської області;

4.2.Проаналізувати методи побудови матриці пасажирських кореспонденцій;

4.3.Скласти алгоритм розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій із використанням гравітаційного методу;

4.4.Розрахувати пасажиропотік між містами Київської області

4.5.Зазначити способи переміщення пасажирів за маршрутом м. Вишневе – м. Київ;

4.6.Визначити способи удосконалення перевізного процесу.

5. Перелік графічних матеріалів:

5.1. Аналіз стану пасажирських автомобільних перевезень в Київській області.

5.2. Аналіз стану доріг та покриття в Київській області.

5.3.Алгоритм розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій із використанням гравітаційного методу.

5.4. Розробка фізичної та математичної моделей.

5.5. Моделювання пасажиропотоку між містами Київської області

5.6. Моделювання пасажиропотоку між містами Київської області.

5.7. Визначення ефективності пасажирських перевезень на приміському автомобільному транспорті.

5.8. Схеми дублюючих (тимчасових) маршрутів.

6. Дата видачі завдання «22» вересня 2023 р.

Студент-магістрант _____
(підпис)

В. В. Немога

Керівник кваліфікаційної роботи магістра _____ І. Ю. Леснікова
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Немога В. В. Підвищення ефективності пасажирських перевезень на приміському автомобільному транспорті

Кваліфікаційна робота магістра на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 275 «Транспортні технології». Університет митної справи та фінансів, Дніпро, 2024.

Кваліфікаційна робота магістра присвячена аналізу стану пасажирського транспорту та автодорожнього господарства Київської області, розробці математичної моделі процесу перевезень на приміському автомобільному транспорті на підставі методів розрахунку матриці між містами Київської області за умов невизначеності вихідних даних. Проаналізовано варіанти переміщення населення з м. Вишневе до м. Києва та на основі отриманих результатів запропоновано можливі шляхи удосконалення перевізного процесу в рамках обраного маршруту.

THE SUMMARY

Nemoga V. V. Increasing the efficiency of passenger transport on suburban road transport

Master's qualification work for obtaining an educational degree «master» in specialty 275 «Transport technologies». University of Customs and Finance, Dnipro, 2024.

The master's qualification work is devoted to the analysis of the state of passenger transport and road management of the Kyiv region, the development of a mathematical model of the process of transportation on suburban road transport based on the methods of calculating the matrix between the cities of the Kyiv region under conditions of uncertainty of the initial data. Options for moving the population from Vyshneve to Kyiv were analyzed and, based on the results, possible ways to improve the transportation process within the selected route were proposed.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Підвищення ефективності пасажирських перевезень на приміському автомобільному транспорті» 82 с., 28 рис., 10 табл., 30 джерел, 2 додатка на 13 стор.

Мета роботи: аналіз параметрів моделювання транспортних потоків у вулично-дорожній мережі мегаполісу на підставі застосування методів математичного моделювання і сучасних способів планування і управління транспортною системою у складних умовах великих міст.

Об'єкт – пасажирські перевезення.

Предметом є міжміські автобусні пасажирські перевезення.

Методи дослідження: методи системного аналізу, методи теорії графів, цілочислового лінійного програмування та статистичного аналізу.

У процесі роботи були виконані наступні **завдання:**

- проаналізовано сучасний стан пасажирських автомобільних перевезень Київської області;
- проаналізовано методи побудови матриці пасажирських кореспонденцій;
- складено алгоритм розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій із використанням гравітаційного методу;
- розроблено математичну модель процесу перевезень на приміському автомобільному транспорті за умов невизначеності вихідних даних;
- розрахований пасажиропотік між найбільшими містами Київської області та зазначено способи переміщення пасажирів за маршрутом м. Вишневе – м. Київ;
- запропоновано шляхи удосконалення перевізного процесу.

Результати роботи можуть бути застосованими для подальших досліджень у напрямку розвитку теорії моделювання теорії моделювання схеми маршрутів міжміських перевезень пасажирів.

Ключові слова: ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, МІЖМІСЬКЕ СПОЛУЧЕННЯ, ІНТЕНСИВНІСТЬ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПАСАЖИРІВ, МАТРИЦЯ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ	10
1.1 Аналіз стану пасажирських автомобільних перевезень в Київській області..	10
1.2 Аналіз стану доріг та покриття в Київській області	17
1.3. Аналіз наукових робіт у сфері визначення матриці пасажирських кореспонденцій.....	22
2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ МАТРИЦІ ПАСАЖИРСЬКИХ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ ТА СКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ	28
2.1 Постановка задачі.....	28
2.2 Алгоритм розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій із використанням гравітаційного методу	28
2.3 Розробка фізичної моделі процесу перевезень на приміському автомобільному транспорті.....	33
2.4 Розробка математичної моделі	35
3 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ПРИМІСЬКОМУ АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ.....	37
3.1 Розрахунок матриці пасажирських кореспонденцій для міст Київській області.....	38
3.2 Розробка ефективного маршруту м. Вишневе – м. Київ.....	45
4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ПРИМІСЬКОМУ АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ.....	48
4.1 Розрахунок кількості пасажирів, що може бути перевезена за базовим та пропонованим варіантом	48
4.2 Визначення економічної ефективності	51
4.3 Рекомендації для удосконалення перевізного процесу пасажирів	54
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
Додаток А. Проміжні розрахунки.....	70
Додаток Б. Графічні аркуші	74

					КРМ 275 17 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	<i>Підвищення ефективності пасажирських перевезень на приміському автомобільному транспорті</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Немога В.В.</i>					6	82
<i>Перевір.</i>		<i>Леснікова І.Ю</i>						
<i>Реценз.</i>		<i>Халіпова Н.В.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Кузьменко А.І</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Кузьменко А.І</i>				УМСФ, гр. Т22-1м		

ВСТУП

Площа Київської області – 28 131 км² (8-ма за цим показником в Україні), населення на 2016 рік становить 1,7 млн осіб. В області 25 районів, 24 міст, у тому числі 12 обласного значення, 30 селищ міського типу, загалом 1127 населених пунктів. Область має розвинений залізничний транспорт (експлуатаційна довжина залізниці – 1100 км) та мережу автомобільних доріг (7760 км, в тому числі з твердим покриттям – 7489 км).

Пасажирські перевезення в межах області здійснюються автомобільним та залізничним транспортом. Діюча мережа автобусних маршрутів Київської області включає в себе 170 приміських автобусних маршрутів загального користування та 343 міжміських автобусних маршрутів. Перевезення пасажирів здійснюють 2473 автобуси 94 приватних перевізників.

На сьогодні діюча маршрутна мережа не є оптимальною і не враховує швидкі зміни транспортних потоків та перспективу розвитку області, оскільки формувалась і вдосконалювалась тільки на основі вигідності для перевізників і не завжди враховує інтереси пасажирів. Відсутність об'єктивних даних щодо пасажиропотоків та фактичних об'ємів перевезень призводить до появи нелегальних перевізників, які оперативно займають нові ніші, що призводить до зниження якості та безпечності пасажирських перевезень.

В області не проводились дослідження фактичних пасажирських потоків, до цього часу не існує комплексної програми розвитку транспортної системи Київської області. Такий стан не дає можливості залучати довгострокові інвестиції в транспортний сектор і знижує інвестиційну привабливість регіону в цілому. Залучення інвестицій для модернізації парку транспортних засобів для перевезення пасажирів автобусним та залізничним транспортом визначене одним з пріоритетних для держави у Аналітичній доповіді до Щорічного Послання Президента України до Верховної Ради України «Про внутрішнє і зовнішнє становище у 2016 році».

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				7
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Крім того, для забезпечення належної якості послуг пасажиром з боку перевізників необхідний дієвий контроль за виконанням ними зобов'язань за укладеними договорами на перевезення. Нинішня система контролю тільки шляхом виїзних перевірок, без використання сучасних технічних засобів не дає можливості повного контролю, що відображається і на якості послуг, і на надходженнях до бюджету.

Мета роботи полягає у розгляді існуючої транспортної мережі міст Київської області, аналіз стану пасажирського транспорту, розробка параметрів перевезення пасажирів міськими та міжміськими сполученнями зі застосуванням гравітаційного методу при складанні матриці кореспонденцій. А також розгляді рейсових автобусів на маршруті м. Вишневе – м. Київ з метою аналізу забезпеченості потреб населення на даному маршруті.

Об'єктом кваліфікаційної роботи магістра виступають пасажирські перевезення.

Предметом є міжміські автобусні пасажирські перевезення.

Методи дослідження: методи системного аналізу, методи теорії графів, цілочислового лінійного програмування та статистичного аналізу.

У процесі роботи були виконані наступні завдання:

- проаналізовано сучасний стан пасажирських автомобільних перевезень Київської області;
- проаналізовано методи побудови матриці пасажирських кореспонденцій;
- складено алгоритм розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій із використанням гравітаційного методу;
- розроблено математичну модель процесу перевезень на приміському автомобільному транспорті за умов невизначеності вихідних даних;

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				8
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

- розрахований пасажиропотік між найбільшими містами Київської області та зазначено способи переміщення пасажирів за маршрутом м. Вишневе – м. Київ (метро «Либідська»);
- запропоновано шляхи удосконалення перевізного процесу. Результати роботи можуть бути застосованими для подальших досліджень у напрямку розвитку теорії моделювання схеми маршрутів перевезень вантажів між населеними пунктами Київської області.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз стану пасажирських автомобільних перевезень в Київській області

Пасажирські перевезення займають дуже вагомую роль для населення будь-якої країни, адже це спосіб переміщення людей від одного місця до іншого. Саме правальність побудови маршрутів, частота та вибір транспортного засобу є ключовими аспектами для наукової діяльності. У даній кваліфікаційній роботі магістра буде розглянуто способи удосконалення міжміських перевезень пасажирів Київської області. Розглянемо статистичні дані щодо пасажирських перевезень за останні роки.



Рисунок 1.1 – Дорожня інфраструктура Київської області [1]

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				10
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Київська область загалом досить добре покрита мережею транспортних шляхів міжнародного, державного та обласного значення. Виняток стосується крайніх північних малозаселених районів області, які менш інтегровані у транспортну мережу і знаходяться на значній відстані від м.Києва.

Через територію області проходять 3 міжнародних транспортних коридори (№ 3, 7 і 9) та залізниці за 5 магістральними напрямками. На території області знаходиться найбільший в Україні аеропорт міжнародного класу «Бориспіль» [2].

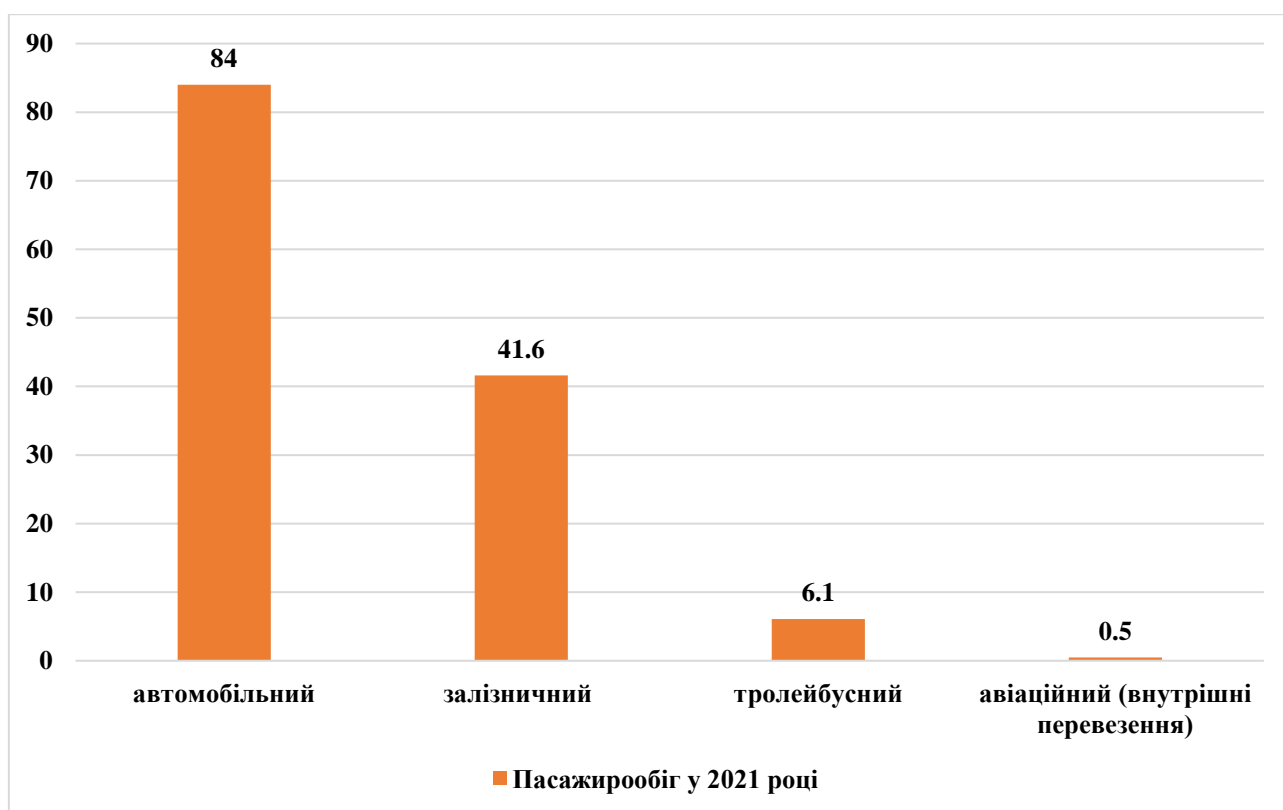


Рисунок 1.2 – Пасажируобіг у 2021 році за видами транспорту

У зв'язку зі зниженням попиту на послуги пасажирського транспорту через підвищення вартості тарифів протягом 2017-2021 років спостерігається зменшення обсягів пасажирських перевезень. За 2021 рік послугами пасажирського транспорту скористалися 132,3 млн пасажирів (на 4,8% менше порівняно з 2020 роком), у тому числі автомобільним транспортом (з

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

урахуванням перевезень фізичними особами-підприємцями) – 84,0 млн пасажирів, залізничним транспортом – 41,6 млн пасажирів (з урахування перевезень міською електричкою у м. Києві), тролейбусним - 6,1 млн пасажирів, авіаційним (вітчизняними авіакомпаніями) – 551,0 тис. пасажирів. Пасажирообіг (без урахування перевезень міською електричкою у м. Києві) становив 7805,8 млн пас.км або 109,1% до обсягів 2017 року [2].

Згідно з маршрутною мережею приміських та міжміських автобусних маршрутів загального користування, які не виходять за межі території Київської області, в тому числі тих, які проходять від м. Києва до населених пунктів регіону, у Київській області функціонує 515 маршрутів, з них 277 приміських та 238 міжміських маршрутів [3].

За інформацією операторів стільникового зв'язку щоденна маятникова міграція населення з Київської області у місто Київ і навпаки залежно від сезону становить понад 500 тис. осіб.

Конку rentною перевагою Київської області є найбільший в Україні Міжнародний аеропорт «Бориспіль», що займає площу майже 1 тис. га, на якій розташовані чотири пасажирські термінали і поштово-вантажний комплекс, а також дві злітно-посадочні смуги довжиною 4 км і 3,5 км відповідно. На жаль, після вторгнення росії на суверенні кордони України робота аеропорту тимчасово призупинена. Однак, після перемоги відновлення роботи та інфраструктури стане одним з ключових напрямків діяльності. Потребує оновлення електротранспорт області [3].

Воєнний стан та загарбницькі дії окупантів негативно вплинули і на пасажирські перевезення загалом : зруйновані дороги, пошкоджені повністю або частково транспортні засоби, енергетична криза, яка впливає на ціноутворення, наявність блокпостів, що збільшує час у рейсі тощо [2].

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				12
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Таблиця 1.1 – Пасажирські перевезення у січні 2022 року

	Пасажирообіг		Кількість перевезених пасажирів	
	млн.пас.км	у % до січня 2021р.	тис.	у % до січня 2021р.
Транспорт¹	350,1	140,8	7149,0	130,8
з нього:				
автомобільний	146,4	133,3	5225,8	142,5
водний	–	–	–	–
авіаційний	–	–	–	–
міський електротранспорт	–	–	–	–
у тому числі:				
тролейбусами	0,7	25,3	127,8	25,3
трамваями	–	–	–	–
поїздами метрополітену	–	–	–	–

¹ З урахуванням обсягів відправлених вантажів залізничним транспортом, за даними регіональної філії виробничого підрозділу Київської дирекції залізничних перевезень «Укрзалізниця» [3].

Як видно з таблиці 1.1 – на початок 2022 року була тенденція щодо збільшення кількості пасажирообігу у порівнянні з попереднім роком. Однак станом на 2022 та 2023 роки ситуація змінилась. У Києві на автобусні маршрути виходить лише 36% від довоєнного випуску, на тролейбусні – 52%, на трамвайні – 46%. Особливо відчутним є зменшення кількості випусків у пікові години [3].

На кінець 2016 року на маршрути щодня виходило близько 330 автобусів, із яких 180 працювали впродовж усього дня, а 150 підсилювали маршрути в ранкову та вечірню години пік. У 2020-2021 роках місто отримало 200 нових автобусів. У результаті у лютому 2022 на маршрути щодня виходило вже понад 500 автобусів, 265 з яких – у пікові години [4].

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				13
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат



Рисунок 1.3 – Автобусний парк Київської області [5]

У березні більшість автобусів перестала перевозити пасажирів – на маршрути виходило лише 150 автобусів, у серпні – 181 автобус. Серед них суттєво зменшилася частка пікових – таких випусків лише десять на усе місто. Решта автобусів щодня залишаються в автопарках [4].

Наприклад, раніше найменший інтервал мав маршрут А99 – 2,3 хвилини, А114 та А17+18 – до десяти хвилин. Нині ж найменші інтервали наступні: А99 – 9 хвилин, А114 – 12 хвилин, А17+18 в сумі 14 хвилин. Інтервали інших автобусних маршрутів перевищують 20 хвилин.

2016 року на маршрути виходило близько 420 тролейбусів, то до лютого 2022 їх залишилося лише 320. У першу чергу скорочення відбувалося шляхом зниження пікових випусків на всіх маршрутах. Втім, у лютому ще залишалося близько 95 пікових випусків, які вранці та ввечері виходили на маршрути [4].

Станом на 31 липня на маршрути виходило 165 тролейбусів із яких пікових – лише 14. Згідно з аналізом, замість 5-7 хвилин інтервали складають 12-21 хвилину.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				14
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат



Рисунок 1.4 – Тролейбусний парк Києва [6]

До лютого 2022 трамваї мали найбільш стабільний випуск серед інших видів транспорту – він становив близько 212 вагонів, з яких 86 працювали лише у годину пік.



Рисунок 1.5 – Трамвайний парк Києва [7]

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

У березні на лінії залишилося близько 30 вагонів, у серпні – 97 одиниць, із яких лише 15 пікові. Зокрема, Борщагівський швидкісний працює в половину своєї потужності, інтервали на інших маршрутах сягають понад 20 хвилин. Складемо порівняльну діаграму 1.6 щодо кількості транспорту на маршрутах Києва [4].

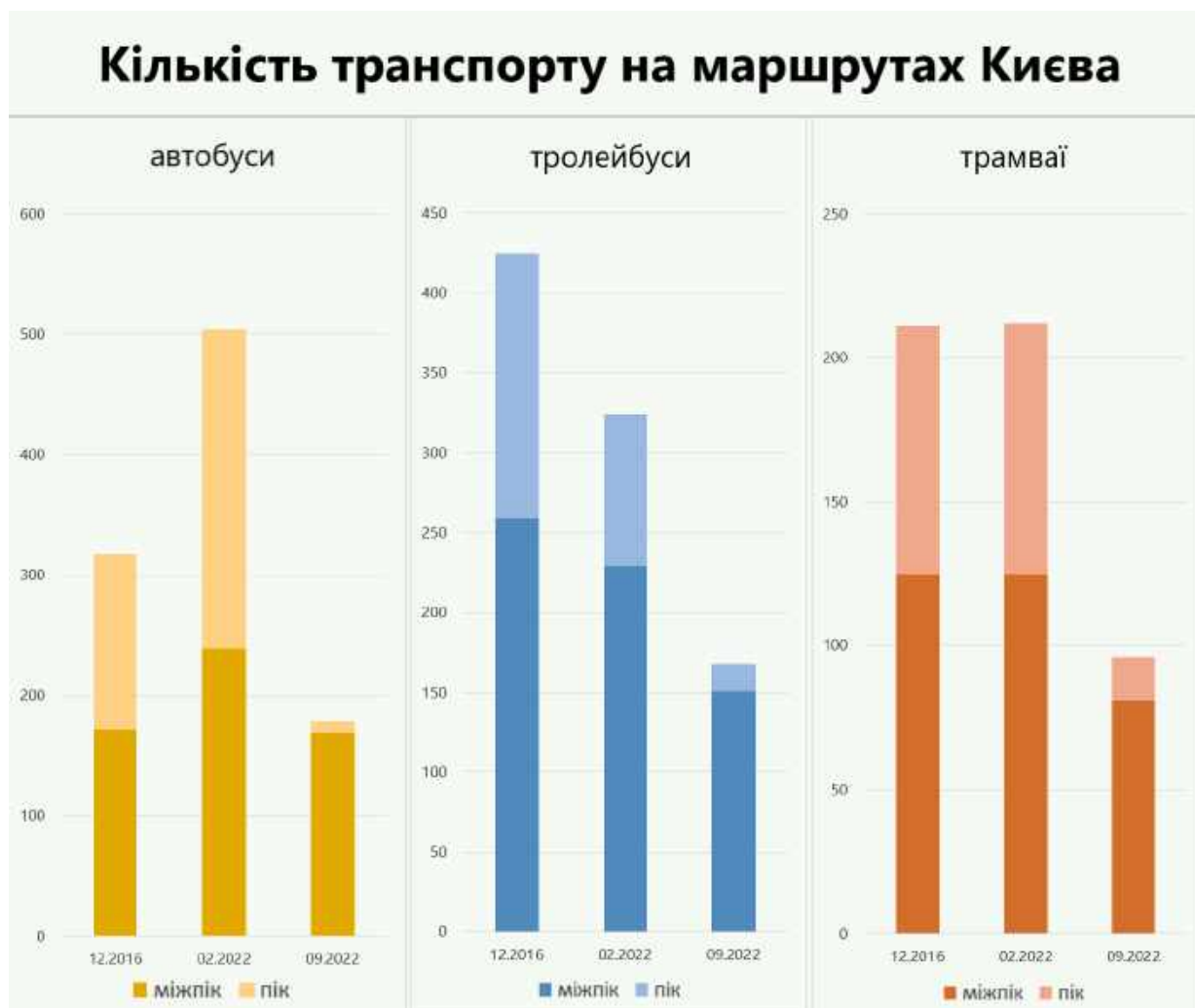


Рисунок 1.6 – Кількість транспорту на маршрутах Києва [4]

Таким чином, щодня в депо та автопарках залишається щонайменше 300 автобусів, 150 троллейбусів та 100 трамвайних вагонів, які курсували на маршрутах ще у лютому [4].

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				16
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

У цілому по країні, протягом січня-вересня 2023 року перевезено близько 1,49 млрд пасажирів. Це на 26,4% більше від аналогічного періоду 2022 року. Пасажирообіг у січні-вересні 2023 року склав близько 28,87 млрд пасажиро-кілометрів. Це на 23,2% більше від аналогічного періоду 2022 року.

Відомо, що у 2022 році перевезення вантажів скоротилося на 49%, а пасажирів – на 40%. Також раніше було відомо, що у 2021 році перевезення пасажирів зросли на 3,3% порівняно з попереднім роком, а вантажоперевезення – на 3,5% [4].

1.2 Аналіз стану доріг та покриття в Київській області

Надалі розглянемо статистичні дані щодо автомобільних доріг та дорожньої інфраструктури. Щільність автомобільних доріг загального користування з твердим покриттям державного та місцевого значення у Київській області становить 297,5 км на тис. кв. кілометрів при середньому показнику по Україні – 278,2 км [9].

Територією області пролягають 3 міжнародних транспортних коридори: Критський № 3 (суміщається з автомобільною дорогою М-06 Київ- Чоп (Е-40)), Критський № 9 (суміщається з автомобільними дорогами М-01 Київ-Чернігів-Нові Яриловичі (Е-95) та М-05 Київ-Одеса (Е-95)), Європа - Азія (суміщається з автомобільними дорогами М-06 Київ-Чоп (Е-40) та М-03 Київ-Харків-Довжанський (Е-40)) [9].

Мережа доріг загального користування Київської області становить 8615,6 км, на них розміщено 485 мостів та шляхопроводи загальною протяжністю 15082 погонних метри [8].

Мережа доріг загального користування державного значення Київської області становить 2236,2 км, в тому числі: міжнародних - 428,8 км, національних - 382,8 км, регіональних - 708,2 км, територіальних - 716,4 км. Зокрема в розрізі категорій загальна протяжність закріплених доріг включає: I-ї категорії - 419,3 км, II категорії - 809,0 км, III категорії - 679,4 км, IV категорії - 328,5 кілометра [8].

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				17
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Мережа автомобільних доріг загального користування місцевого значення Київської області загальною протяжністю 6375,5 км, з них: обласних - 4171,8 км, районних - 2203,7 км, 277 мостів та шляхопроводів загальною протяжністю 6137,8 погонних метри [9].

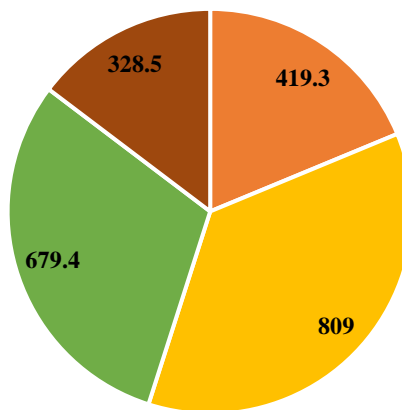


Рисунок 1.7 – Дороги загального користування державного значення Київської області, км

З метою забезпечення безпечного, безперебійного та комфортного проїзду по автодорогах загального користування протягом 2017-2021 років у Київській області активізувались роботи з будівництва, реконструкції та ремонту автомобільних доріг загального користування. Обсяг фінансування робіт зріс з 251,7 млн грн у 2017 році до 949,5 млн грн у 2021 році, або у 4,7 рази [8].

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				18
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Категорії доріг державного значення Київської області, км



■ 1 категорія ■ 2 категорія ■ 3 категорія ■ 4 категорія

Рисунок 1.8 – Категорії доріг державного значення Київської області, км



- Втратили несучу спроможність
- не відповідають нормативним показникам по рівності
- не відповідають сучаснім нормативним вимогам, дорожнє покриття є деформованим

Рисунок 1.9 – Стан автомобільних доріг загального користування [9]

Фінансування дорожнього господарства Київської області у 2021 році здійснювалося за рахунок коштів митного експерименту в сумі 1343,2 млн грн, субвенції з державного бюджету місцевим бюджетам на фінансування будівництва, реконструкції, ремонту і утримання автомобільних доріг, а також вулиць і доріг комунальної власності у населених пунктах у сумі 548, 9 млн грн (із них 439,2 млн грн були спрямовані на експлуатаційне утримання

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

автомобільних доріг, а 109,8 млн грн використані на капітальний ремонт та реконструкцію доріг комунальної власності), коштів обласного бюджету - 122,9 млн гривень [8].

У 2021 році проведено заходи із капітального, поточного та середнього ремонту автомобільних доріг місцевого значення на суму 641,4 млн грн та влаштовано понад 630 тис.кв.м (майже 90 км) дорожнього покриття, а також відремонтовано 48 км доріг загального користування державного значення на суму 338,1 млн гривень.

За рахунок коштів субвенції виконано дорожньо-будівельних та ремонтних робіт на 50 дорогах та вулицях населених пунктів області і при цьому укладено майже 145,1 тис.кв.м дорожнього покриття. За рахунок коштів обласного бюджету виконані роботи з будівництва, реконструкції та ремонту 76 об'єктів дорожнього господарства на суму 122,9 млн грн (влаштовано понад 145 тис.кв.м дорожнього покриття та тротуарів)[8].

Протягом 2021 року тривала робота з вирішення низки проблемних питань, пов'язаних з будівництвом ВКАД, зокрема, розроблено та подано для проходження комплексної державної експертизи в ДП «Укрдержбудекспертиза» проектну документацію двох ділянок ВКАД. Загальна вартість проектних робіт становить 169,4 млн гривень [8].

Отже, у першому розділі було проаналізовано проблематику дослідження, зазначено основні дослідження та вчених, що вивчали, розвивали тему пасажирських перевезень. Було наведений детальний аналіз стану міжміських пасажирських перевезень Київської області. Досліджено дорожнє господарство Київської області: типи, стан доріг.

З метою відновлення зруйнованої та пошкодженої під час бойових дій дорожньої інфраструктури області, виконання запланованих обсягів робіт з будівництва, реконструкції та ремонту мережі автомобільних доріг області, удосконалення системи контролю експлуатаційного стану автодоріг та за параметрами безпеки на 2023 рік передбачені такі основні завдання та заходи:

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				20
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

- ❖ продовження реалізації заходів Програми розвитку автомобільних доріг у Київській області на 2020-2022 роки, затвердженої рішенням Київської обласної ради від 15 жовтня 2020 року № 908-36-VII, після затвердження рішенням Київської обласної ради проекту змін до неї, що передбачають продовження терміну її реалізації на 2023 рік;
- ❖ проведення необхідного обсягу робіт з відновлення пошкодженої дорожньої інфраструктури області, збільшення обсягів та підвищення якості робіт з будівництва, реконструкції та ремонту мережі автомобільних доріг області;
- ❖ продовження обстеження технічного стану, паспортизація автомобільних доріг місцевого значення загального користування, штучних споруд на них;
- ❖ здійснення капітальних ремонтів штучних споруд на автомобільних дорогах загального користування місцевого значення, що пошкоджені внаслідок військової агресії російської федерації проти України;
- ❖ продовження робіт з будівництва, реконструкції, ремонту і утримання автомобільних доріг загального користування місцевого значення, вулиць і доріг комунальної власності в населених пунктах Київської області;
- ❖ забезпечення ефективного проведення габаритно-вагового контролю транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів, які рухаються автомобільними дорогами загального значення шляхом влаштування місць для розташування пересувних пунктів габаритно-вагового контролю;
- ❖ продовження робіт з модернізації системи вуличного освітлення шляхом встановлення сонячних елементів живлення;
- ❖ ліквідація місць концентрації дорожньо-транспортних пригод та ліквідація ділянок з підвищеною аварійністю;
- ❖ встановлення дорожнього огородження та дорожніх знаків на автомобільних дорогах поза межами населених пунктів [32].

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				21
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

1.3. Аналіз наукових робіт у сфері визначення матриці пасажирських кореспонденцій

Формування матриці кореспонденцій є центральною та найбільш складним завданням, з математичної точки зору, у всіх дослідженнях, пов'язаних із суттєвими структурними чи параметричними змінами транспортних потоків міської мережі.

Це можуть бути різні переміщення пасажирів або транспорту між будь-якими парами пунктів транспортної мережі, що кореспондують, з різними цілями. При всьому різноманітті підходів до формування таких матриць досить чітко простежується поділ їх на два великі класи [10, 11]: екстраполяційні та імовірнісні.

Екстраполяційні методи формування матриці кореспонденцій ґрунтуються на використанні даних обстеження існуючого стану розподілу потоків пасажирів та транспорту між кореспондуючими районами із застосуванням для прогнозуючих розрахунків пропорційних коефіцієнтів зростання. Існують такі основні методи цього класу:

- метод єдиного коефіцієнта зростання;
- метод середніх коефіцієнтів зростання;
- Детройтський метод;
- метод Фратару.

У методі єдиного коефіцієнта зростання [14] як вихідну інформацію використовуються фактичні величини кореспонденцій між транспортними районами міста та прогноз їх зростання. Але у зв'язку з тим, що він не враховує динаміку розвитку співвідношень між окремими параметрами міста, і, відповідно, призводить до грубих помилок, на практиці він використовується досить рідко. В основному – лише для наближених оцінок можливих транспортних потоків в умовах проектування окремих елементів міста на найближчу перспективу.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				22
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Метод середніх коефіцієнтів зростання [12], як і попередній, ґрунтується на матеріалах обстеження існуючих кореспонденцій між районами. Для розрахунків використовуються середні коефіцієнти зростання кожного з транспортних районів, які розраховуються виходячи з фактичного і прогнозованого потоків цих районів. Хоча середні коефіцієнти зростання і враховують різні темпи розвитку тих чи інших районів міста, однак, при значному зростанні рухливості населення, появі нових житлових масивів або великих промислових зон, цей метод призводить до великих похибок, а тому в проектній практиці майже не застосовується.

Детройтський метод [13], вперше застосований під час проектування системи магістралей Детройту в 1953 р., на відміну методу середніх коефіцієнтів, крім коефіцієнтів зростання окремих районів враховує ще й коефіцієнт зростання для міста. Він не складний для розрахунків, але дозволяє отримати більш високу точність прогнозу, ніж у попередньому методі. Однак він має деякі недоліки. Зокрема такий прогноз може значно відрізнятись від остаточних кореспонденцій. І ця відмінність буде тим більшою, чим більше відрізняються темпи зростання окремого району від міста загалом.

Метод Фратара [13] був розроблений на початку 50-х років минулого сторіччя США професором Томасом Дж. Фратаром. У ньому використовують ітераційний процес наближення до остаточного рішення. Причому результати розрахунку кожного проміжного кроку є вихідними для наступного. Цей процес ведеться доти, доки буде досягнуто рівність між заздалегідь визначеною величиною транспортного обороту району та сумою кореспонденцій, отриманої результаті розрахунку цього району. Метод Фратара набув найбільшого поширення серед усіх екстраполяційних методів формування матриці кореспонденцій. Трудомісткі розрахунки, передбачені цим способом, виконуються, зазвичай, з допомогою комп'ютера [14].

У практиці транспортного моделювання та планування екстраполяційні методи широкого поширення не набули. Це пов'язано з тим, що для

Виконав	Немога В.В.			<i>KPM 275 17 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				23
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

проведення розрахунків необхідно мати інформацію про фактичні кореспонденції між транспортними районами міста. А отримання реальних даних про такі кореспонденції є надзвичайно трудомістким, а часто й нездійсненним завданням. До того ж, ці методи не зовсім адекватно враховують динаміку розвитку структури міста, що особливо важливо при будівництві швидкісних ліній громадського транспорту або швидкісних магістралей. Екстраполяційні методи в основному використовуються при низьких темпах зростання міст та невеликих термінах прогнозу – не більше 5-7 років [12].

Імовірнісні методи формування матриці кореспонденцій, звані часто також синтетичними, набули найбільшого поширення у перспективному плануванні розвитку транспорту. Кореспонденції у разі визначаються виходячи з емпіричних чи теоретичних залежностей двох районів від чисельності їх населення, кількості місць застосування праці, умов поїздок, розміщення районів у плані міста та інших, подібних, чинників. Ці методи більш глибоко та повно враховують зміни у розміщенні житлових та промислових утворень, транспортної мережі, у системі культурно-побутового обслуговування населення тощо [10].

Перша математична модель кореспонденції між двома транспортними районами з'явилася понад сто років тому, коли віденський інженер фон Лілль сформулював свій знаменитий закон руху пасажирського транспорту [11]. Він досліджував залізничні пасажирські перевезення за напрямком Відень - Брюнн - Прага і вивів математичну залежність, яка згодом набула широкого поширення при розрахунках міських пасажирських потоків і була названа «гравітаційною моделлю». Гравітаційні моделі отримали таку назву через те, що вони аналогічні закону гравітаційного тяжіння. Вони величини кореспонденцій прямо пропорційні обсягам відправлень з одного транспортного району та прибуття до іншого, і назад пропорційні відстані між цими районами.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				24
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Традиційна та найбільш поширена гравітаційна модель побудована на підставі наступної гіпотези:

$$b_{ij} = K \cdot HO_i \cdot HP_j \cdot f(c) \quad (1.1)$$

Де b_{ij} – потенційні кореспонденції між районами i та j ;

K – колибровочний коефіцієнт; HO_i – об'єм виїзду із району i (місткість району за відправленням); HP_j – об'єм прибуття в район j (місткість району за прибуттям); i – номер району зародження кореспонденції; j – номер району завершення кореспонденції.

При цьому повинні виконуватися наступні обмеження, які забезпечують умову збалансованої матриці кореспонденції [15].

$$\sum_{j=1}^n h_{ij} = HO_i, i = \overline{1, n} \quad (1.2)$$

При цьому повинні виконуватись також такі обмеження, які забезпечують умову збалансованості матриці кореспонденцій [15]:

$$\sum_{i=1}^n h_{ij} = HP_j, j = \overline{1, n} \quad (1.3)$$

Де n – кількість транспортних районів.

Визначення розрахункових кореспонденцій між транспортним районами виконується на основі наступного відношення.

$$h_{ijk} = \frac{HO_i \cdot HP_j \cdot k_{ijk} \cdot d_{ij}}{\sum_{j=1}^n (HP_j \cdot k_{ijk} \cdot d_{ij})} \quad (1.4)$$

Де h_{ijk} – розрахункові кореспонденції між районами i та j на k -й ітерації;

d_{ij} – функція тяжіння між районами i та j ;

Виконав	Немога В.В.			KPM 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

k_{ijk} – вирівнюючий коефіцієнт тяжіння їздок з району i в j на k -й ітерації.

Формування матриці кореспонденцій у разі виконується з допомогою ітераційної процедури, що ведеться до того часу, поки стане $k_{ijk} = 1$ [15].

До переваг традиційної гравітаційної моделі можна віднести доступність вихідної інформації та простоту виконання розрахунків. Як недолік слід відзначити те, що існуючий варіант реалізації не є суворо обґрунтованим з математичної точки зору, оскільки розрахункова формула лише відображає загальні зв'язки між параметрами моделі, але не гарантує повної аналогії кореспонденцій між транспортними районами міста та силою взаємного тяжіння фізичних тіл [15].

Найбільш досконалим із усіх запропонованих гравітаційних методами є метод, розроблений В.А. Вдовиченком [10]. Він ґрунтується на тому, що існують такі кореспонденції, при яких сума квадратів їх відхилення від потенційних (теоретичних) буде мінімальною при збалансованості матриці кореспонденцій за ємностями транспортних районів:

$$F(h_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (d_{ij} - h_{ij})^2 \rightarrow \min_{h_{ij} \in \Omega} \quad (1.5)$$

$$\Omega: \sum_{j=1}^n h_{ij} = HO_i, i = \overline{1, n} \quad (1.6)$$

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

де цільова функція $F(h_{ij})$ – сума квадратів відхилення кореспонденцій від їх потенційних значень;

Змінні h_{ij} – шукані кореспонденції

Отже, можна зробити наступні висновки:

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				26
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

1. У найкращих гравітаційних методах формування матриці кореспонденції не враховується вимога на невід'ємність кореспонденцій.

2. Облік вимоги невід'ємності кореспонденцій тягне за собою переклад задачі визначення елементів матриці кореспонденцій з розряду задач оптимізації при обмеженнях у вигляді рівностей у розряд завдань математичного програмування [15].

3. Переклад завдання пошуку кореспонденцій у розряд завдань математичного програмування вимагає залучення до її вирішення прямих методів оптимізації [15].

Виконав	Немога В.В.			<i>КРМ 275 17 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ МАТРИЦІ ПАСАЖИРСЬКИХ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ ТА СКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

2.1 Постановка задачі

У даній кваліфікаційній роботі магістра розглядається завдання з розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій Київської області та визначенні шляхів удосконалення пересезення пасажирів за маршрутом м.Вишневе – м. Київ. Для цього необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати сучасного стану пасажирських автомобільних перевезень Київської області;
- проаналізувати методи побудови матриці пасажирських кореспонденцій;
- скласти алгоритм розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій із використанням гравітаційного методу;
- розробити математичну модель процесу перевезень на приміському автомобільному транспорті
- розрахувати пасажиропотік між містами Київської області
- зазначити способи переміщення пасажирів за маршрутом м. Вишневе – м. Київ;
- визначити способи удосконалення перевізного процесу за обраним маршрутом.

2.2 Алгоритм розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій із використанням гравітаційного методу

У даний час, зі збільшенням населення мегаполісів, очевидно, зростає навантаження і на їх транспортні системи. У кожній із них принципово важливим завданням є спостереження і регулювання транспортних потоків, тобто переміщень усередині цієї системи. Математично переміщення

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				28
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

пасажирів всередині транспортної системи описуються матрицею кореспонденцій.

Одним із найскладніших завдань при визначенні характеристик транспортних потоків є саме отримання матриці кореспонденцій. Для створення графічної моделі здійснено укрупнене районування в спосіб, запропонований в [16], з визначенням ємностей мегарайонів та відстаней між їх центрами на основі аналізу наявної інформації відкритих джерел в INTERNET [17-21].

Запропонований алгоритм розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій із використанням гравітаційного методу наведено на рис. 2.3 та 2.4. Прийняті в блок-схемі позначення:

l_{ij} – довжина найкоротшого шляху між i -м та j -м районами, км;

V – швидкість руху транспортного засобу, км/год;

N_p – кількість мешканців району, тис. чол.;

H_j – трудова ємність району, тис. чол.;

N_m – чисельність населення міста, тис. чол.;

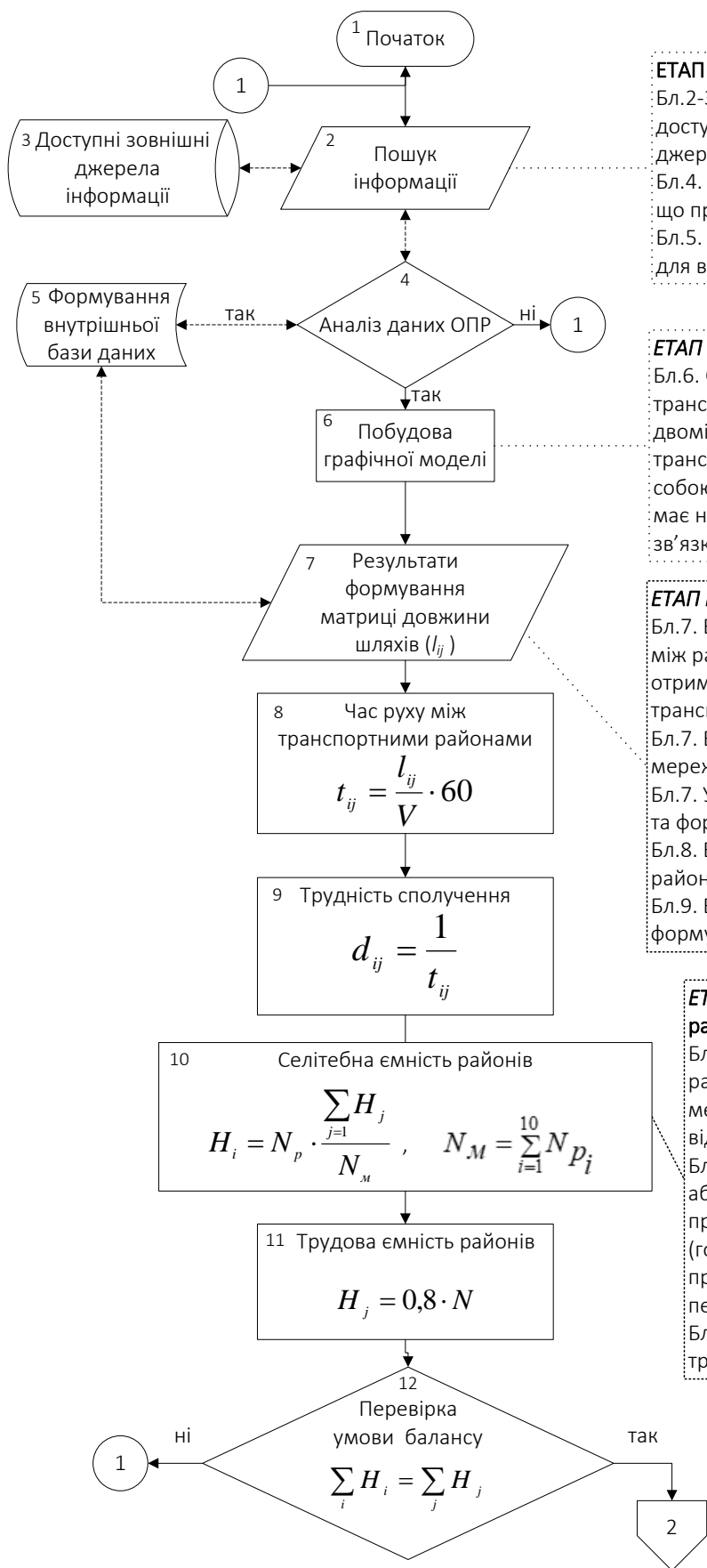
N – кількість робочих місць у районі, тис. чол.;

k_j – коефіцієнт балансування.

Алгоритм містить такі етапи:

Етап I. Формування вихідних даних для вирішення задачі – отримання інформації з доступних джерел та аналіз її особою, що приймає рішення (ОПР). Після перевірки на релевантність формується внутрішня база даних (блоки 1-5) [22].

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат



ЕТАП I. Формування вихідних даних.

Бл.2-3. Пошук та аналіз інформації із доступних зовнішніх баз даних (Internet-джерел).
Бл.4. Відбір релевантної інформації особою, що приймає рішення (ОПР).
Бл.5. Формування внутрішньої бази даних для вирішення поставленої задачі.

ЕТАП II. Побудова графічної моделі.

Бл.6. Створення координатної моделі транспортної мережі. Відображення у двовірній системі координат центрів транспортних районів та зв'язування їх між собою. Центр кожного транспортного району має не менше трьох і не більше чотирьох зв'язків з іншими центрами.

ЕТАП III. Визначення параметрів мережі.

Бл.7. Визначення довжини шляхів пересування між районами на основі даних вимірювання за отриманою координатною моделлю транспортної мережі.
Бл.7. Вибір серед існуючих в транспортній мережі зв'язків найкоротших.
Бл.7. Упорядкування результатів вимірювань та формування матриці довжини шляхів (l_{ij}).
Бл.8. Визначення часу руху між транспортними районами та формування матриці (t_{ij})
Бл.9. Визначення трудності сполучення та формування матриці (d_{ij})

ЕТАП IV. Визначення місткості транспортних районів.

Бл.10. Визначення селітебної ємності районів, що представляє кількість мешканців району, або кількість відправлень (H_i)
Бл.11. Визначення трудової ємності району або кількості прибуття (H_j). Визначається в припущенні, що в певний період часу (годину "пік") в райони прибуває 80% всіх працюючих та культурно-побутові пересування у цей час відсутні.
Бл.12. Перевірка умову балансу місткості транспортних районів.

Рисунок 2.1 – Етапи 1-4 блок-схеми алгоритму формування маршрутів пасажирських перевезень на основі гравітаційного методу [22].

Виконав	Немога В.В.			KPM 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

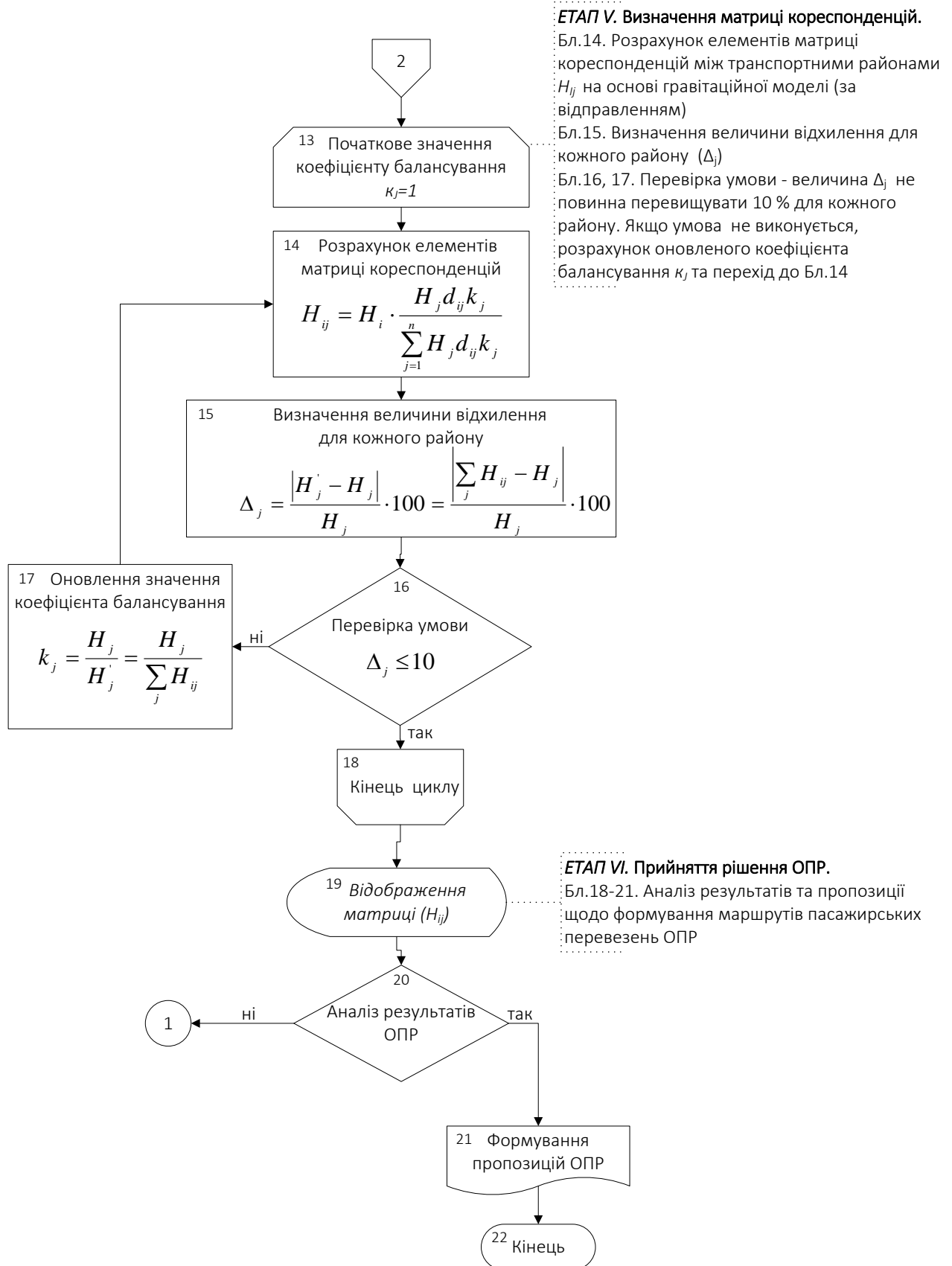


Рисунок 2.2 – Етапи 5-7 блок-схеми алгоритму формування маршрутів пасажирських перевезень на основі гравітаційного методу [22].

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				31
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Етап II. Створення координатної моделі транспортної мережі. Для цього потрібно у двомірній системі координат в масштабі відобразити центри транспортні райони та зв'язати їх між собою, щоб центр кожного транспортного району мав не менше трьох і не більше чотирьох зв'язків з іншими центрами (блок 6).

Етап III. Визначення довжини шляхів пересування між районами на основі даних вимірювання за отриманою координатною моделлю транспортної мережі. Вибір найкоротших зв'язків серед існуючих в транспортній мережі (l_{ij}) та їх упорядкування (блок 7) [22]. Визначення часу руху між транспортними районами і трудності сполучення (блоки 8, 9).

Етап IV. Визначення місткості транспортних районів та перевірка умови балансу (блоки 10-12).

Етап V. Визначення матриці кореспонденцій на основі реалізації ітераційного процесу з оновленням коефіцієнта балансування на кожній ітерації, поки не буде досягнуто задану точність для кожного з районів (блоки 13-18).

Етап VI. Аналіз отриманих рішень та формування пропозицій щодо маршрутів пасажирських перевезень (блоки 19-21) [22].

Отже, у даному розділі було розглянуто поняття матриці пасажирських кореспонденцій, методи, класи та основні методи визначення матриці пасажирських кореспонденцій. Були наведені формули для розрахунків для кожного з методів, визначені недоліки й переваги у розрахунках. Для обраного гравітаційного методу був описаний алгоритм розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				32
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

2.3 Розробка фізичної моделі процесу перевезень на приміському автомобільному транспорті

Моделювання перевезення пасажирів на приміському транспорті є задачею дуже важливою та кропіткою. Адже необхідно враховувати дуже багато факторів, які впливають на кількість пасажирів, що необхідно перевезти. У даній кваліфікаційній роботі магістра буде розглянуто розрахунок кількості переміщуваних пасажирів за напрямом м. Вишневе – м.Київ (у нашому випадку кінцевим пунктом буде станція метро «Либідська»). Для цього прбудуємо фізичну модель перевезень на приміському автомобільному транспорті (рисунок 2.3-2.5).

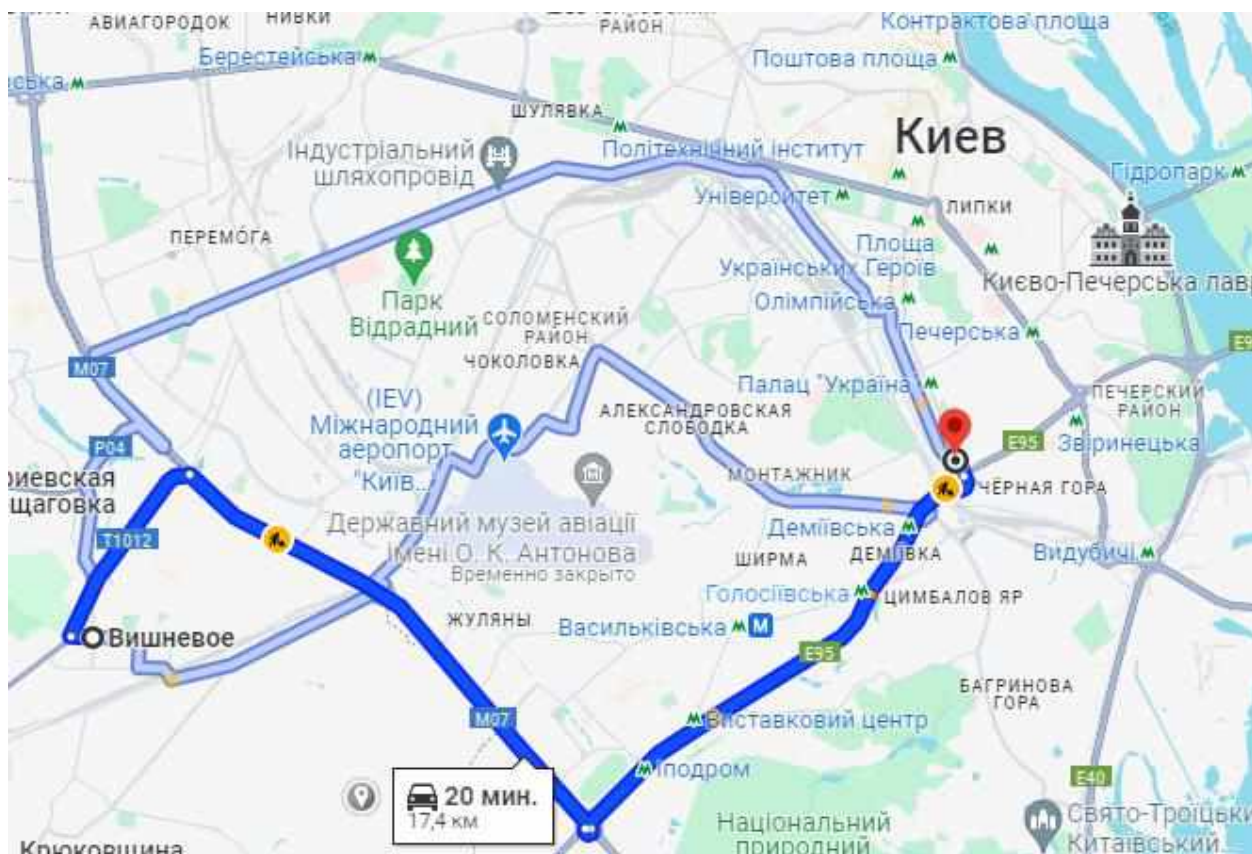


Рисунок 2.3 – Маршрут №1 автомобільним транспортом від м.Вишневе – м Київ (станція метро «Либідська»)

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				33
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

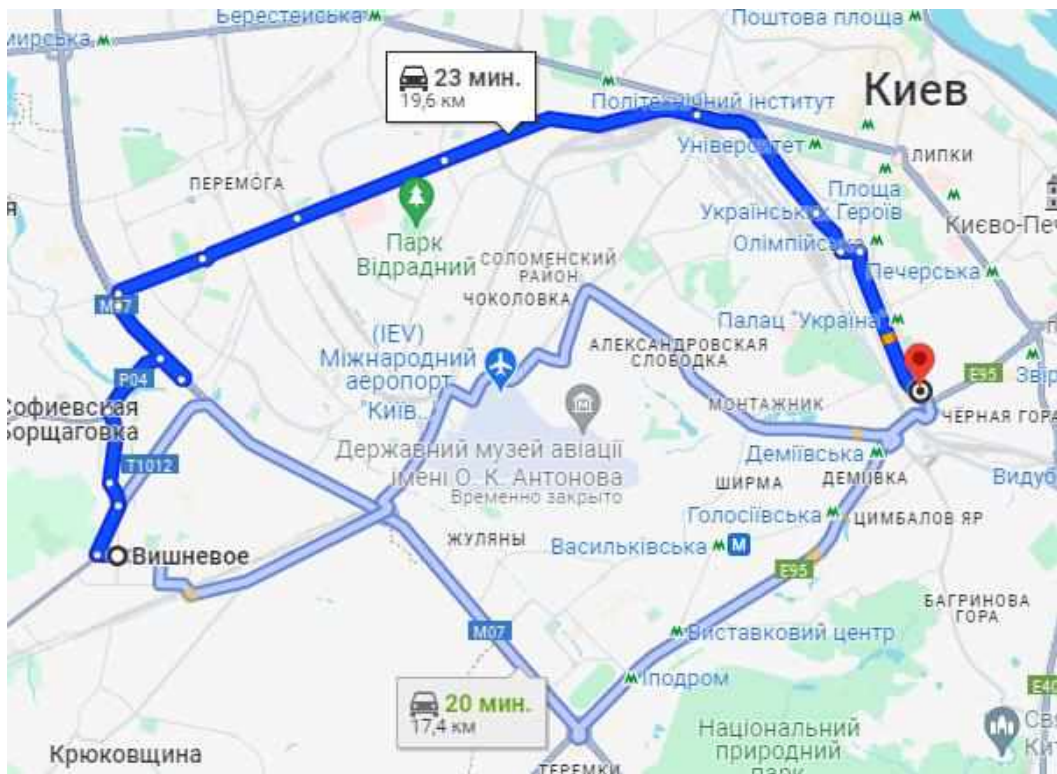


Рисунок 2.4 – Маршрут №2 автомобільним транспортом від м.Вишневе – м Київ (станція метро «Либідська»)

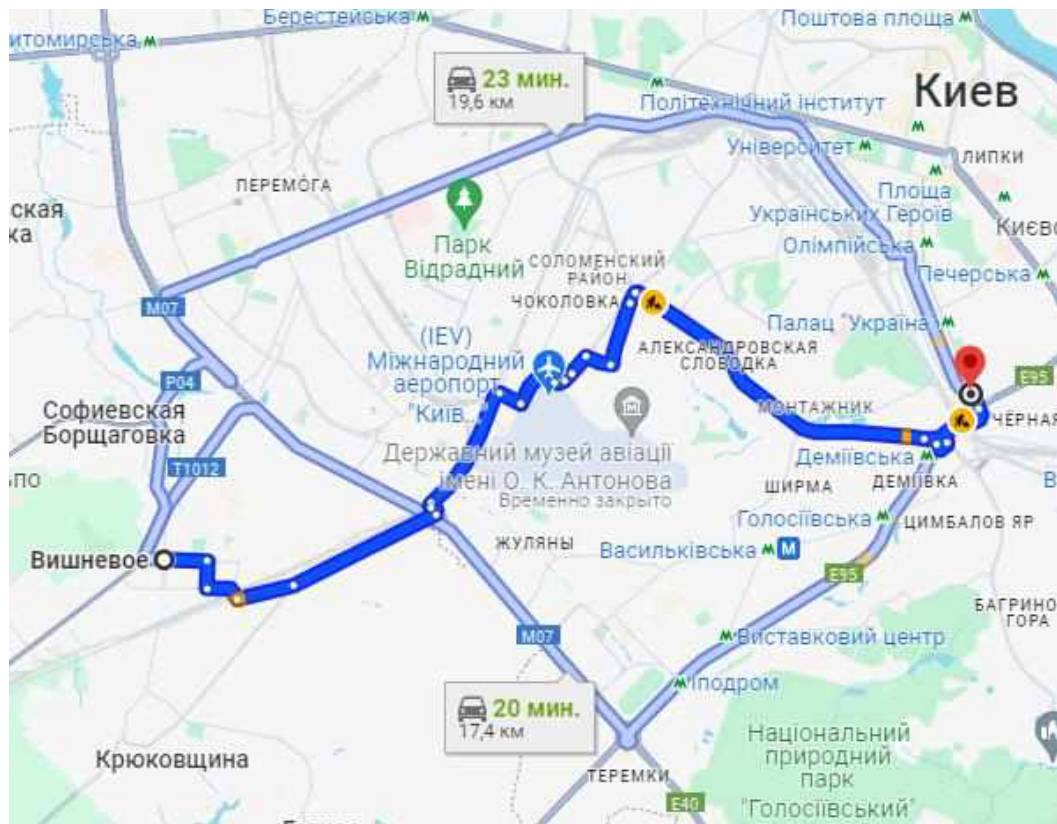


Рисунок 2.5 – Маршрут №3 автомобільним транспортом від м.Вишневе – м Київ (станція метро «Либідська»)

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

Отже, як видно з рисунків 2.3-2.5 існує декілька варіантів, як можна поїхати від міста Вишневого до станції метро «Либідська», що розташована в центрі міста Київ. Вони відрізняються між собою об'їзними шляхами, а отже часом в дорозі та відстанню.

У даній роботі буде більш детально розглянуто маршрут №1 адже він є найбільш коротким з усіх запропонованих і складає всього 17,4 км, маршрут №2 – 18,7 км, маршрут №3 – 19,6 км.

2.4 Розробка математичної моделі

У даній кваліфікаційній роботі буде виконана задача розрахунку матриці пасажирської кореспонденції Київської області. Для цього буде використано гравітаційний метод. Його практична реалізація виходить не дуже ефективною через те, що в деяких випадках значення кореспонденцій набувають негативних значень, чого насправді бути не може. Для усунення суперечності, що виникло, доводиться штучно вводити калібрувальний коефіцієнт тяжіння між районами, що, природно, ускладнює і зменшує стійкість запропонованого методу. Зрештою, штучна корекція математичної моделі кореспонденцій веде до втрати її адекватності. Щоб виправити ситуацію, забезпечити належну адекватність і уникнути вимушеного спотворення математичної моделі, пов'язаного з введенням калібрувального коефіцієнта, достатньо систему обмежень (6)-(7) у постановці завдання (5)-(7) доповнити обмеженням на невід'ємність змінних (кореспонденцій).

У цьому випадку математична модель завдання набуде наступного вигляду [15]:

$$F(h_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (d_{ij} - h_{ij})^2 \rightarrow \min_{h_{ij} \in \Omega} \quad (2.1)$$

$$\Omega: \sum_{j=1}^n h_{ij} = HO_i, i = \overline{1, n} \quad (2.2)$$

Виконав	Немога В.В.			KPM 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

$$\sum_{i=1}^n h_{ij} = HP_j, j = \overline{1, n} \quad (2.3)$$

$$h_{ij} \geq 0 \quad (2.4)$$

де цільова функція $F(h_{ij})$ – сума квадратів відхилення кореспонденцій від їх потенційних значень;

Змінні h_{ij} – шукані кореспонденції

b_{ij} – потенційні кореспонденції між районами i та j ;

K – колибровочний коефіцієнт;

HO_i – об'єм виїзду із району i (місткість району за відправленням);

HP_j – об'єм прибуття в район j (місткість району за прибуттям);

i – номер району зародження кореспонденції;

j – номер району завершення кореспонденції.

Накладення вимоги невід'ємності на кореспонденції призводить до заміни класичної задачі оптимізації при обмеженнях у вигляді рівностей (5)-(7) завданням математичного програмування (8)-(11) [15].

Зміна статусу оптимізаційної задачі вимагає залучення до її вирішення та інших методів. Класичні методи вирішення задачі (5)-(7) повинні поступитися місцем прямим (пошуковим) методам оптимізації – методам математичного програмування [15].

Тобто, даний розділ присвячений огляду наукових доробок у сфері приміських перевезень та побудові фізичної моделі обраного маршруту та математичній моделі.

Виконав	Немога В.В.			KPM 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

3 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ПРИМІСЬКОМУ АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

У даному розділі розраховано матрицю пасажирських кореспонденцій гравітаційним методом відповідно до вхідних даних – міста Київської області (рис. 3.1. Київська область). Розглянемо застосування алгоритму аналізу кореспонденцій для мережі міст. Розрахунки проведено в середовищі електронних таблиць Microsoft Excel.

Пасажиропотоки формуються на основі попередніх досліджень кореспонденцій пересувань жителів. У більшості випадків попит населення на пересування з різною метою формується у вигляді матриць кореспонденцій – кількісної характеристики пересувань у межах території планування, елементами якої є обсяги пересувань (наприклад, автомобілів чи пасажирів за годину) між кожною парою умовних транспортних зон [23].



Рисунок 3.1 – Адміністративна карта Київської області [24]

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				37
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

3.1 Розрахунок матриці пасажирських кореспонденцій для міст Київській області

Проведемо розрахунок матриці пасажирських кореспонденцій для найбільших міст області, враховуючи вхідні дані таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Вхідні дані (міста Київської області з найбільшою кількістю населення, їх географічні координати) [25]

№	Назва міста	Кількість мешканців, тис.осіб	Населення, що працює тис.чол	Координати	
				Х, с. д.	У, пн.ш
1	Київ	980,9	578,4	30°31'25"	50°27'00"
2	Біла Церква	612,7	311,5	30°07'00"	49°47'44"
3	Бровари	229,8	138,3	30°47'25"	50°30'41"
4	Бориспіль	110,03	58,1	30°57'03"	50°21'04"
5	Ірпінь	104,16	53,9	30°14'41"	50°31'10"
6	Фастів	70,32	42,6	29°55'05"	50°04'29"
7	Вишневе	46,09	21,1	30°21'29"	50°23'13"
8	Буча	44,2	19,9	30°14'06"	50°32'47"
9	Боярка	40,04	24,8	30°17'44"	50°19'44"
10	Обухів	31,6	18,7	30°39'24"	50°07'48"

Складемо матрицю найкоротших шляхів (табл. 3.2) для міст, що наведені в табл. 3.1, користуючись Інтернет джерелом Ларді [26].

Таблиця 3.2 – Матриця найкоротших шляхів (міста Київської обл.) [26]

Номер транспортного району відправлення	Номер транспортного району прибуття									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Київ	0	144	38	122	81	30	121	131	147	54
2. Біла Церква	144	0	128	106	233	171	134	67	77	195
3. Бровари	38	128	0	125	120	69	143	110	132	93
4. Бориспіль	122	106	125	0	202	151	29	151	27	150
5. Ірпінь	81	233	120	202	0	54	201	207	228	40
6. Фастів	30	171	69	151	54	0	149	155	176	52
7. Вишневе	121	134	143	29	201	149	0	150	55	128
8. Буча	131	67	110	151	207	155	150	0	115	173
9. Боярка	147	77	132	27	228	176	55	115	0	172
10.Обухів	54	195	93	150	40	52	128	173	172	0

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

Для того щоб розрахувати матрицю пасажирських кореспонденцій гравітаційним методом скористаємося програмним забезпеченням MS Excel.

Розглянемо застосування алгоритму аналізу кореспонденцій для мережі міст в Дніпропетровській області. Розрахунки проведено в середовищі електронних таблиць Microsoft Excel.

Спершу розглянемо першу десятку населених пунктів, що мають найбільшу чисельність населення.

Етап 1, 2. Для обраних населених пунктів дані щодо кількості мешканців та населення, що працює, а також географічні координати (X – східної довготи, Y – північної широти) наведені табл. 3.1 [27].

Для подальших розрахунків необхідно перевести координати міст з хвилинами та секундами у долі градусів. Для цього необхідно до градусів додати хвилини поділені на 60 та секунди поділені на 3600 (рис. 3.2)

	A	B	C	D	E F	
1	Номер транспортного району	Номер транспортного району за	Мешкає, тис.чол.	Працює, тис. чол.	Координата	
2					X	Y
3	1	Київ	980,9	578,4	30,52	50,45
4	2	Біла Церква	612,7	311,5	30,12	49,80
5	3	Бровари	229,8	138,3	30,80	50,51
6	4	Бориспіль	110,03	58,1	30,95	50,35
7	5	Ірпінь	104,16	53,9	30,24	50,52
8	6	Фастів	70,32	42,6	29,90	50,06
9	7	Вишневе	46,09	21,1	30,36	50,39
10	8	Буча	44,2	19,9	30,24	50,55
11	9	Боярка	40,04	24,8	30,71	49,32
12	10	Обухів	31,6	18,7	30,66	50,13

Рисунок 3.2 – Переведення географічних координат міст (хвилини та градуси) у долі градусів (Скрін з середовища MS Excel)

Етап 3, 4. Довжину шляхів пересування між районами (l_{ij}), отриману на основі вимірювання для існуючих в транспортній мережі зв'язків наведено в табл. 3.3. [27].

Таблиця 3.3 – Матриця найкоротших шляхів між містами Київської області, км

Номер транспортного району відправлення	Номер транспортного району прибуття									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Київ	0	144	38	122	81	30	121	131	147	54
Біла Церква	144	0	128	106	233	171	134	67	77	195
Бровари	38	128	0	125	120	69	143	110	132	93
Бориспіль	122	106	125	0	202	151	29	151	27	150
Ірпінь	81	233	120	202	0	54	201	207	228	40
Фастів	30	171	69	151	54	0	149	155	176	52
Вишневе	121	134	143	29	201	149	0	150	55	128
Буча	131	67	110	151	207	155	150	0	115	173
Боярка	147	77	132	27	228	176	55	115	0	172
Обухів	54	195	93	150	40	52	128	173	172	0

Результати розрахунку часу руху між транспортними районами і трудності сполучення наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Час руху між транспортними районами, хв.

Номер транспортного району відправлення	Номер транспортного району прибуття									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	432	114	366	243	90	363	393	441	162
2	432	2	384	318	699	513	402	201	231	585
3	114	384	2	375	360	207	429	330	396	279
4	366	318	375	2	606	453	87	453	81	450
5	243	699	360	606	2	162	603	621	684	120
6	90	513	207	453	162	2	447	465	528	156
7	363	402	429	87	603	447	2	450	165	384
8	393	201	330	453	621	465	450	2	345	519
9	441	231	396	81	684	528	165	345	2	516
10	162	585	279	450	120	156	384	519	516	2

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				40
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		

Таблиця 3.5. – Трудність сполучення між транспортними районами (помножених на 10^{-3} , крім діагональних елементів)

Номер транспортного району відправлення	Номер транспортного району прибуття									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.5	2.3	8.8	2.7	4.1	11.1	2.8	2.5	2.3	6.2
2	2.3	0.5	2.6	3.1	1.4	1.9	2.5	5.0	4.3	1.7
3	8.8	2.6	0.5	2.7	2.8	4.8	2.3	3.0	2.5	3.6
4	2.7	3.1	2.7	0.5	1.7	2.2	11.5	2.2	12.3	2.2
5	4.1	1.4	2.8	1.7	0.5	6.2	1.7	1.6	1.5	8.3
6	11.1	1.9	4.8	2.2	6.2	0.5	2.2	2.2	1.9	6.4
7	2.8	2.5	2.3	11.5	1.7	2.2	0.5	2.2	6.1	2.6
8	2.5	5.0	3.0	2.2	1.6	2.2	2.2	0.5	2.9	1.9
9	2.3	4.3	2.5	12.3	1.5	1.9	6.1	2.9	0.5	1.9
10	6.2	1.7	3.6	2.2	8.3	6.4	2.6	1.9	1.9	0.5

Результати визначення місткості транспортних районів наведено в табл.3.6 (селітебну та трудову ємність району).

Таблиця 3.6 – Результати визначення місткості транспортних районів

Номер транспортного району	Показник	
	Селітебна ємність району (H_i), тис. чол.	Трудова ємність району (H_j), тис. чол.
1	438,11	462,72
2	273,67	249,2
3	102,66	110,64
4	49,14	46,48
5	46,52	43,12
6	31,41	34,08
7	20,59	16,88
8	19,74	15,92
9	17,88	19,84
10	14,11	14,96

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				42
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Таблиця 3.7 – Значення елементів матриці У на першій ітерації

Значення елементів матриці У на першій ітерації											
Номер транспортного району відправлення	Номер транспортного району прибуття										Σy _{ij}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	231,36	0,57	0,97	0,12	0,17	0,37	0,04	0,04	0,04	0,09	233,81
2	1,07	124,6	0,28	0,14	0,06	0,06	0,04	0,07	0,08	0,02	126,46
3	4,05	0,64	55,32	0,12	0,12	0,16	0,03	0,04	0,05	0,05	60,62
4	1,26	0,78	0,29	23,24	0,07	0,07	0,19	0,03	0,24	0,03	26,27
5	1,90	0,35	0,30	0,07	21,56	0,21	0,02	0,02	0,02	0,12	24,62
6	5,14	0,48	0,53	0,10	0,26	17,04	0,03	0,03	0,03	0,09	23,77
7	1,27	0,62	0,25	0,53	0,07	0,07	8,44	0,03	0,12	0,03	11,46
8	1,17	1,24	0,33	0,10	0,06	0,07	0,03	7,96	0,05	0,02	11,08
9	1,04	1,07	0,27	0,57	0,06	0,06	0,10	0,04	9,92	0,02	13,20
10	2,85	0,42	0,39	0,10	0,35	0,21	0,04	0,03	0,03	7,48	11,95

Умова відповідності вихідної величини трудової ємності районів і трудової ємності, що отримана у результаті розподілу кореспонденцій за гравітаційною моделлю, виконується тільки для першого, третього і п'ятого транспортних районів. Тому розрахуємо нові значення коефіцієнта балансування (блок 17, рис. 1 б) і проведемо розрахунок матриці кореспонденцій на новій ітерації. Дослідним шляхом було встановлено, що необхідно провести 9 ітерацій, щоб у кожному з районів було дотримано вимогу (блок 16, рис. 1 б). Значення коефіцієнтів для ітерацій з 2 по 9 наведені в табл. 3.8.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

Таблиця 3.8 – Значення коефіцієнтів балансування k_j

Номер ітерації	Номер транспортного району									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,996	0,890	1,108	0,997	1,011	1,375	1,047	1,073	1,348	1,536
2	1,004	0,899	1,096	1,006	1,020	1,246	1,040	1,048	1,233	1,309
3	1,001	0,898	1,097	1,002	1,015	1,285	1,040	1,055	1,264	1,389
4	1,002	0,898	1,097	1,003	1,017	1,272	1,041	1,053	1,255	1,358
5	1,002	0,898	1,097	1,003	1,016	1,276	1,040	1,054	1,258	1,370
6	1,002	0,898	1,097	1,003	1,017	1,275	1,040	1,054	1,257	1,365
7	1,002	0,898	1,097	1,003	1,017	1,275	1,040	1,054	1,257	1,367
8	1,002	0,898	1,097	1,003	1,017	1,275	1,040	1,054	1,257	1,366
9	0,990	0,963	1,045	0,967	0,995	1,158	1,008	0,993	1,169	1,300

Значення елементів матриці кореспонденцій (H_{ij}), отриманої на дев'ятій ітерації наведено на рис.3.4.

Етап 6. Результати розрахунків за кількістю людей, що прибувають до транспортних районів міст Київської області з найбільшою чисельністю населення наведено на рис. 3.3 Кількість людей, що відправляється з транспортних районів представлено на рис. 4.

Матриця кореспонденцій на 9 ітерації, тис. чол.												
Номер транспортного району відправлення	Номер транспортного району прибуття										ΣH_{ij}	Кількість населення, що відправляється
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	463,580	1,789	1,795	1,112	1,484	1,332	0,857	0,956	0,847	0,968	474,720	11,140
2	11,568	249,206	2,680	1,835	1,758	1,061	1,659	1,469	0,668	0,760	272,665	23,458
3	8,100	1,131	94,363	0,193	1,259	0,785	0,689	0,896	0,659	0,114	108,189	13,826
4	5,269	1,312	0,603	43,450	0,135	0,756	0,376	0,069	0,400	0,101	52,471	9,021
5	3,538	0,593	0,625	0,143	40,639	0,563	0,054	0,050	0,325	0,316	46,846	6,207
6	4,918	0,416	0,560	0,098	0,258	25,301	0,038	0,034	0,045	0,125	31,793	6,492
7	2,220	0,967	0,492	0,931	0,126	0,425	14,000	0,065	0,263	0,093	19,581	5,581
8	2,031	1,917	0,633	0,177	0,122	0,161	0,067	13,500	0,124	0,068	18,801	5,301
9	1,197	1,102	0,349	0,655	0,073	0,094	0,121	0,055	14,580	0,045	18,271	3,691
10	2,734	0,365	0,416	0,099	0,349	0,266	0,044	0,031	0,046	12,500	16,850	4,350
$H_j = \Sigma H_{ij}$	505,155	258,799	102,515	48,694	46,203	30,744	17,905	17,126	17,957	15,089	-	89,068
$\Delta_j, \%$	9,171	3,852	7,343	4,763	7,150	9,780	6,072	7,373	9,489	0,864	-	-
Кількість населення, що прибуває	41,575	9,593	8,152	5,244	5,564	5,443	3,905	3,626	3,377	2,589	89,068	-

Рисунок 3.4 – Скрін з MS Excel матриці кореспонденцій на 9-й ітерації

Виконав	Немога В.В.			KPM 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

Усі проміжні матриці кореспонденцій та значення елементів матриці Y на кожній з ітерацій наведені в Додатку А.

Отже, у даному підрозділі були проведені практичні розрахунки матриці пасажирських кореспонденцій найбільших міст Київської області за алгоритмом описаним у підрозділі 2.2. Було встановлено, що щоденно переміщується між містами 89068 чол.

3.2 Розробка ефективного маршруту м. Вишневе – м. Київ

Місто Вишневе є одним з найпопулярніших місць для життя. Адже це дуже близько до Києва, нові будинки та житлові комплекси, дешевше аренда квартир ніж у м. Київ. Саме тому багато населення віддає перевагу даному місту. Розглянемо можливі варіанти пересування населення. Згідно результатів одержаних в 3.1 з м. Вишневе до м. Київ щоденно пересувається 2200 чол.

У Вишневе маршрутки приїжджають у кілька різних місць. Є декілька варіантів, як можна доїхати між містами. Розглянемо найпопулярніші з них.

- Від метро «Академмістечко»: маршрутка 301
- Від Контрактової Площі: маршрутка 302, маршрутка 820,
- Від цирку/ТЦ «Україна»: маршрутка 720
- Зі станції метро «Святошин»: маршрутка 369, маршрутка 721, маршрутка 778
- Із Нивок: маршрутка 716, маршрутка 717
- З Пущі-Водиці: маршрутка 366
- Від залізничного вокзалу (з вулиці Пестеля): маршрутка 368, маршрутка 805
- Із центру, із Солом'янки, із Севастопольської площі: маршрутка 805
- Від станції метро «Либідська»: маршрутка 723
- З Південного Залізничного вокзалу: маршрутка 820Д

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				45
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

- Також від залізничного вокзалу та з Караваєвих Дач до міста Вишневе можна дістатися на будь-якій електричці, що їде у Фастівському напрямку.
- Ще один із варіантів – це доїхати до станції метро «Виставковий центр» – синя гілка та пересісти на 718 маршрут, який їде до м.Вишневе. І зворотній напрямок населення використовувало, щоб добратися до найближчого метро синьої гілки і далі вже користуватися іншими маршрутками або навіть видами транспорту.
- Власний транспорт, таксі або мобільний додаток BlaBlaCar, який дає можливість знайти собі авто та попутників.



Рисунок 3.5 – Маршрут 718 маршрутного таксі [28]

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				46
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

У даній кваліфікаційній роботі магістра пропонується маршрут м.Вишневе – м. Київ, заснований на результатах моделювання матриці пасажирських кореспонденцій. Для удосконалення перевізного процесу за основу буде взято існуючий рух міжміського маршрутного таксі №718 (рис 3.6).

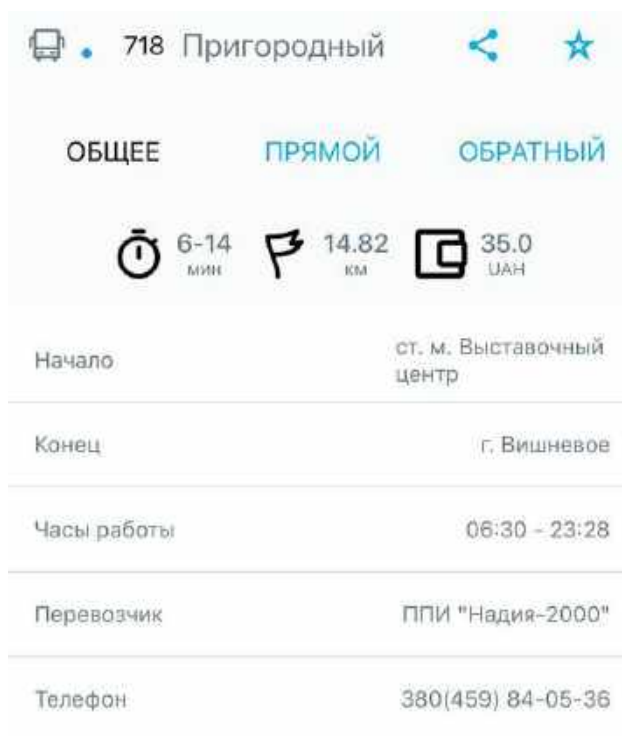


Рисунок 3. 6 – Основні відомості існуючого маршруту 718 міжміської маршрутки

Як видно, що загальний кілометраж складає 14,82 км, а вартість перевезення 35 грн.

Отже, даний розділ був присвячений практичним розрахункам. Було розраховано матрицю пасажирських кореспонденцій Київської області. Визначено найбільші міста по пересуванню між собою. Було встановлено, що щоденно переміщується між містами 89068 чол. Також було розглянуто основні показники маршрутного таксі №718.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				47
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ПРИМІСЬКОМУ АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

4.1 Розрахунок кількості пасажирів, що може бути перевезена за базовим та пропонованим варіантом

Для розв'язку задачі розробки маршрутів міжміських перевезень пасажирів Київської області був розглянутий метод пошуку матриці пасажирських кореспонденцій гравітаційним методом для транспортних мереж. При розрахунках було використано електронні таблиці Microsoft Excel.

В основі гравітаційної моделі лежить закон всесвітнього тяжіння. Відповідно до інтерпретації закону для гравітаційної моделі величина кореспонденцій прямо пропорційні обсягам відправлень з однієї транспортної зони і прибуття до іншої, і обернено пропорційні відстаням між ними. Гравітаційна модель кореспонденцій враховує взаємну транспортну доступність районів Безперечною перевагою гравітаційної моделі є вичерпна початкова інформація (кількість населення, відстань між містами, областями, зонами). Також гравітаційні моделі відрізняються повнотою обліку змін у розміщенні житлових та промислових зон, транспортної мережі. Однак, одним із головних недоліків методу є те, що не враховуються індивідуальних запитів населення.

Проаналізуємо отримані результати. За допомогою MS Excel ми отримали наступні дані, що представлені у вигляді діаграм. На рис. 4.1 показана кількість людей, що прибуває та на рис. 4.2 відправляється у певний транспортний район. Результати приведені для міст, що мають найбільшу чисельність населення в Київській області.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

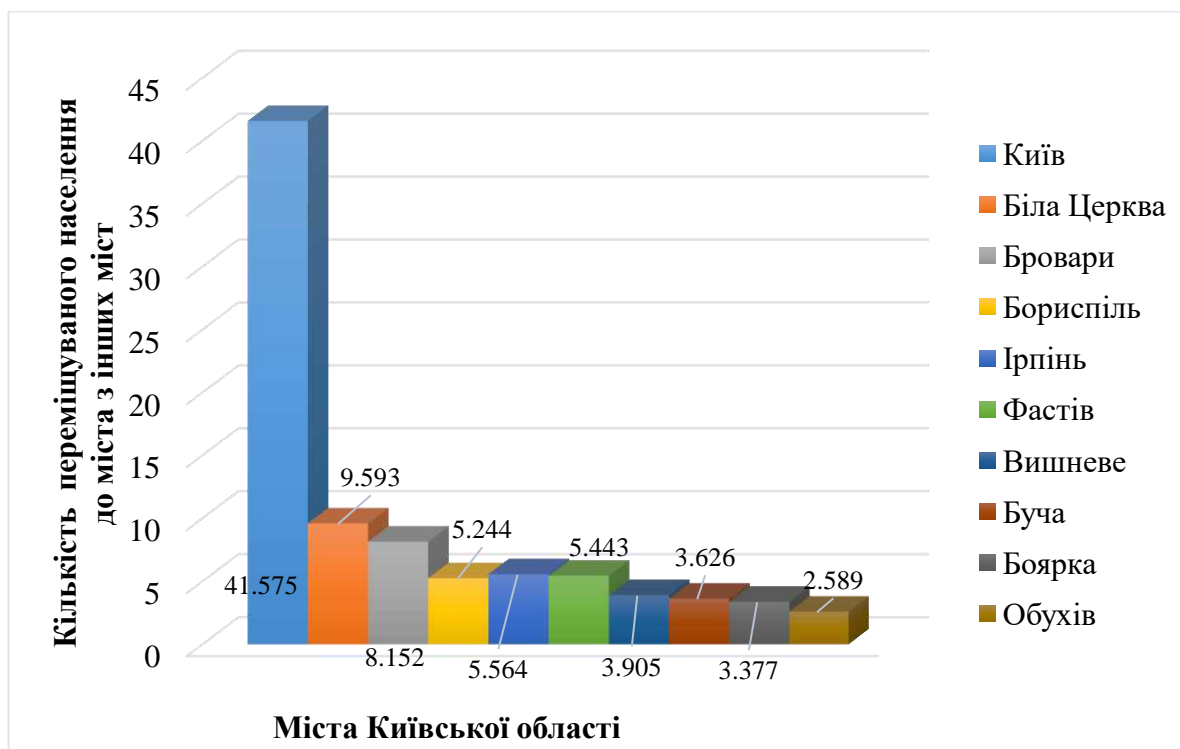


Рисунок 4.1 – Кількість людей, що прибувають до найбільших міст Київської області

Отже, можна виявити основну закономірність, що найбільша кількість населення прибуває до таких міст як Київ – 41,575 тис. чол, Біла Церква – 9,593 тис. чол та Бровари – 8,152 тис. чол. Це пов’язане з тим, що це найбільші міста за площею й територією, та в них найкраще розвинена промисловість та транспортна інфраструктура. Саме ці міста надають найбільшу кількість робочих місць для населення області, будучи регіонально важливими, виконуючи політичні, адміністративні, економічні, соціальні, культурні та наукові функції.

Середню значимість серед розглянутих міст займають Бориспіль – 5,244 тис. чол. та Ірпінь – 5,564 тис. чол. Це пояснюється меншою чисельністю населення відносно першої трійки міст. Отже, кількість людей, що прибувають, значно менше.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				49
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Найменші показники мають Фастів, Вишневе, Буча, Боярка та Обухів, що пов'язано з порівняно невеликою чисельністю населення, площею, а отже із незначною кількістю робочих місць.

Аналогічно до кількості прибутих пасажирів, тенденція щодо зменшення кількості тих, що виїжджають прямо пропорційно до загальної кількості населення в містах. Тобто чим більше населення проживає та працює, тим більше людей переміщуються з міста та навпаки.

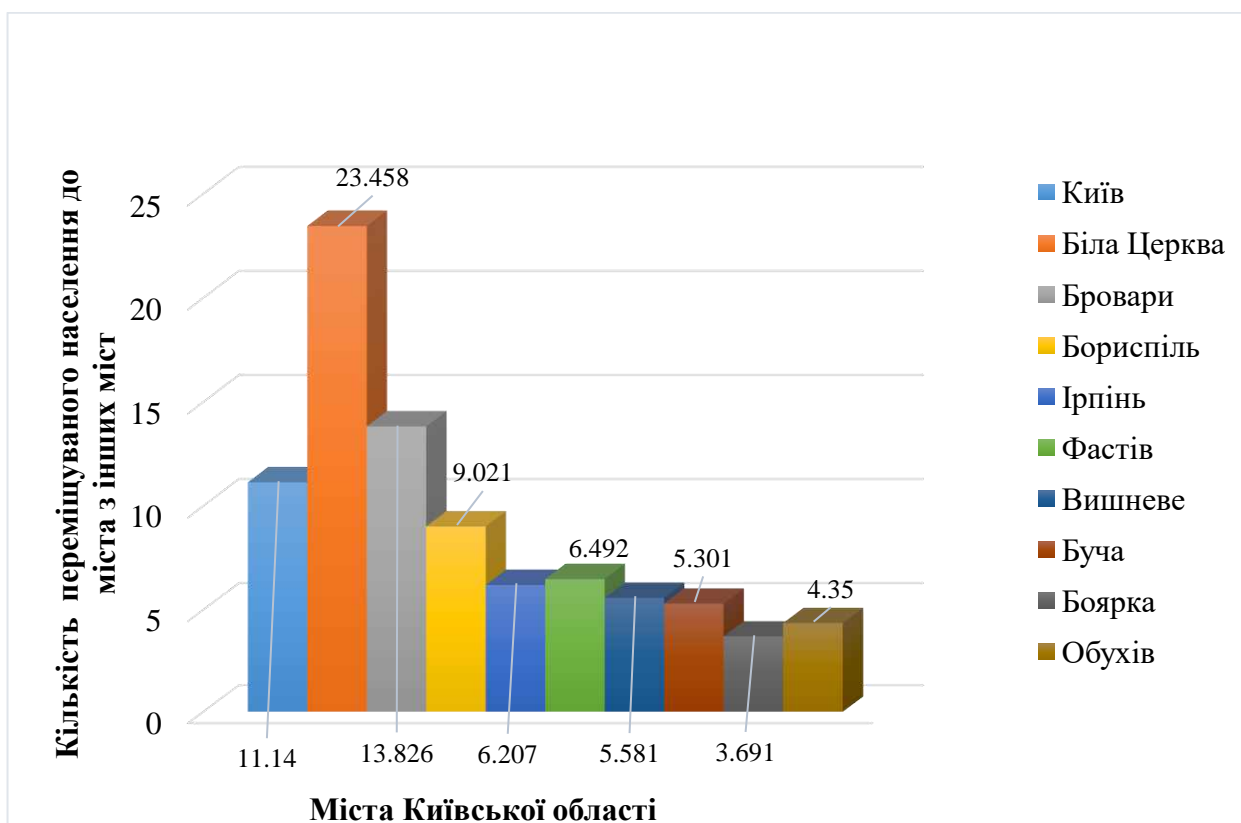


Рисунок 4.2 – Кількість людей, що відправляється з інших міст Київської області

Як видно з діаграми, найбільше відправляється людей з м. Біла Церква – 23,458 тис. осіб, далі Бровари – 13,826 тис. осіб, третє місце займає Київ – 11,140 тис. осіб. Це пов'язане з тим, що міста є обласними центрами, тому найбільше населення і переміщується між ними. Місто Київ не є найпершим,

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				50
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

бо більшість населення переміщується до цього міста на роботу, а значно менше в інші міста.

Середнє переміщення спостерігається у м. Бориспіль – 9,021 тис. осіб та м. Фастів – 6,207 тис. осіб.

Найменші результати мають міста Ірпінь, Вишневе, Буча, Боярка та Обухів.

4.2 Визначення економічної ефективності

Міжміський маршрут людей з міста Вишневого не закінчується на кінцевій зупинці метро «Виставковий центр», адже для даної кваліфікаційної роботи бакалавра, кінцевим пунктом має бути станція метро «Либідська». Тому кінцева зупинка – це лише проміжна ланка перевізного процесу. Тому даний маршрут варто розглядати більш масштабно та глобально, з наступними варіантами та транспортними можливостями для пасажирів. Щоб кожна людина могла доїхати швидко та комфортно в будь-яку точку Києва (а не тільки залишитись на в'їзді до міста). Важливим аспектом є пересування по метро, бо саме це знімає велику напруженість в пікові години. Київське метро має 3 гілки та поєднує різні частини Києва, лівий та правий берег. Однак, після закриття 9 грудня 2023 року станцій Либідська та Деміївська, де розгерметизувався тунель, через що частину підземки підтопило. Саме це відіграє важливу роль при визначенні рекомендації. Бо на маршруті м. Вишневе – м.Київ (метро «Либідська») для №718 маршрутного таксі кінцевою зупинкою є станція метро «Виставковий центр», яка знаходиться на гілці, де закритий перегін і рух уніможливлений.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат



Рисунок 4.3 – Карта київського метрополітену [29]

Тому зараз для пасажирів, що проживають та приїжджають на приміських маршрутках в Голосіївському районі зіштовхнулись і з такою ситуацією як добиратись на роботу, додому або просто в різні частини міста, якщо пропускна спроможність доріг не збільшилась, кількість автомобілів на дорогах тільки збільшується. І до того в погодні умови зими швидкість руху є невеликою, а снігопади є однією з причин заторів та аварій.

Для цього у даній кваліфікаційній роботі магістра пропонується продовжити маршрут для маршрутки №718 до станції метро «Либідська».

Виконав	Немога В.В.			KPM 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				52
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

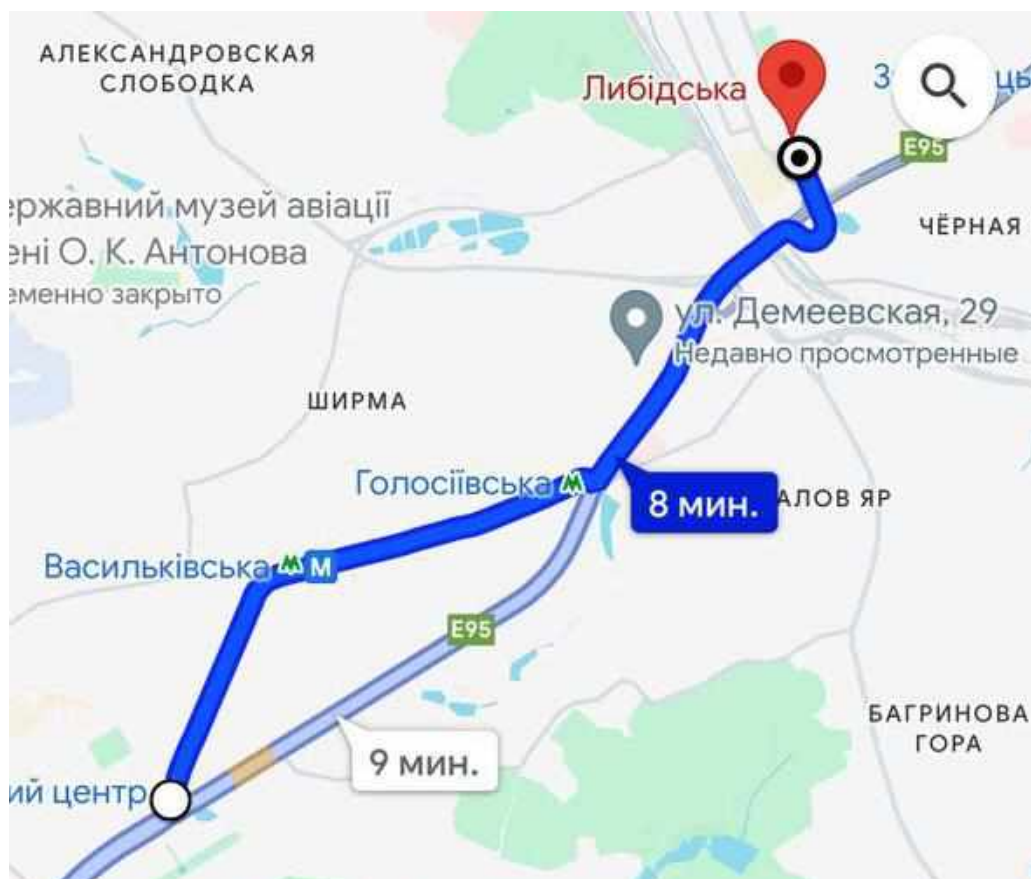


Рисунок 4.4 – Запропонований (збільшений) маршрут перевезення пасажирів на маршрутному таксі №718

Як видно з рисунку відстань маршрут збільшиться на 5,6 км. Тобто загальна довжина складатиме – 20,42 км. Надалі розрахуємо на скільки збільшиться вартість у таклму випадку. Відповідно до [33] вартість 1 додаткового кілометра складає 0,9 коп (відповідно до системи оподаткування):

$5,6 \text{ км (додаткових)} * 0,9 = 5,04 \text{ грн.}$ Тобто додаткова вартість для пасажирів складе лише 5 грн, а загальна вартість 40 грн.

Таке рішення має наступні переваги:

- пасажир без пересадок може дістатись до кінцевого пункту;
- Час їздки значно скорочується за рахунок, що не витрачається час на пересідання на кінцевій станції метро «Виставковий центр» на автобус, який прямує до метро «Либідська», його очікування, бо прямий маршрут

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

збільшиться у середньому лише на 10-12 хв. А якщо додати пересадку та очікування, то в такому варіанті витрачається ще додаткового 10 хвилин часу.

- відповідно до попереднього пункту пасажир економить 3 грн, бо вартість 1 їздки в метро або муніципальному автобусі складає 8 грн. Тобто, 35 грн + 8 грн = 43 грн. А у запропонованому варіанті лише 40 грн. Якщо цей показник розглянути у місячному пересуванні (30 календарних днів, з них 22 робочих). То економія для 1 пасажир на 1 день (у режимі на роботу - з роботи) складає 6 грн, а за місяць - 132 грн.

4.3 Рекомендації для удосконалення перевізного процесу пасажирів

Перевезення пасажирів є завжди актуальним моментом, на який держава та органи місцевого самоврядування завжди виділяють фінансування та проводять різні тендери та гранди. Наведемо нижче рекомендації щодо удосконалення перевізного процесу пасажирів для Київської області відповідно до одержаних результатів.

Автобусне міське та міжміське сполучення є одним з найкращим способів пересування пасажирів завдяки своїй поширеності, доступності та безліччі альтернатив: багато рейсів за день з коротким інтервалом, можливість як виїхати з різних точок міста так і закінчити власну їзду на бажаній зупинці.

Власний транспорт має перевагу у комфорті пересування, можливості переміщення з будь-якої точки міста, однак дорожче за рахунок дорогого палива. І не варто забувати про затори, адже у деяких маршрутах по місту є власна полоса руху для автобусів загального користування.

Так як Київська область та місто Київ має велику площу, збільшення довжини для одного маршрутного таксі №718 не зможе вирішити проблему глобально. Тому важливо буде зазначити альтернативні шляхи та способи вирішення даної проблеми для пасажирів.

1. Додати альтернативні дублюючі маршрути громадського транспорту по закритим станціям метро. Так від станції метро Теремки до Либідської станції можна організувати рух наземного транспорту, що дублює

Виконав	Немога В.В.			KPM 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

маршрути поїздів метро. Ці маршрути є тимчасовими – на момент ремонту в метрополітен. Так, для нашого маршруту в кваліфікаційній роботі бакалавра, пасажери можуть скористатись даною опцією та доїхати до тих станцій метро, які дають змогу до різних частин.



У зв'язку із відновлювальними роботами призупинено рух поїздів між станціями М2 Либідська та М2 Деміївська.



Рисунок 4.5 – Зміни роботі на синій гілці та дублюючі маргрути наземного транспорту [30]

На рисунках 4.6 – 4.8 зазначено схеми тимчасових маршрутів 2М, 43К, 60 по закритим станціям.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

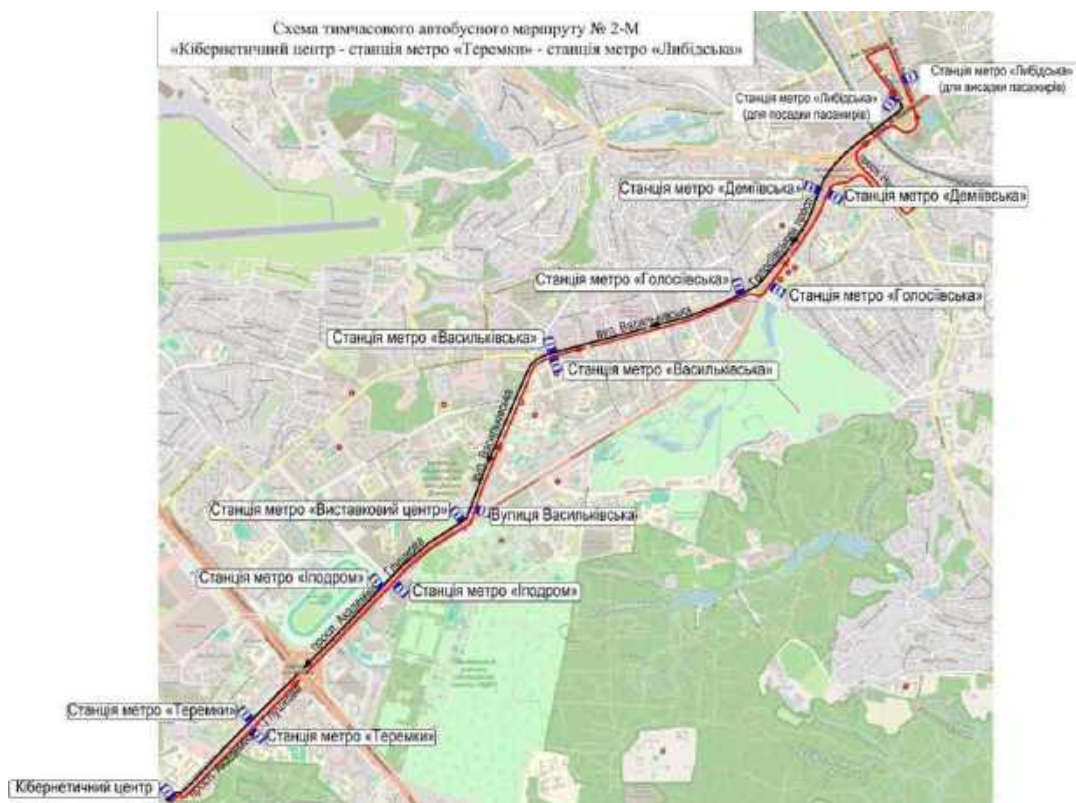


Рисунок 4.6 – Схема тимчасового автобусного маршруту 2М [30]



Рисунок 4.7 – Схема тимчасового автобусного маршруту №60 [30]

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				56
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Схема тимчасового тролейбусного маршруту № 43-К
«Кібернетичний центр – станція метро «Либідська»

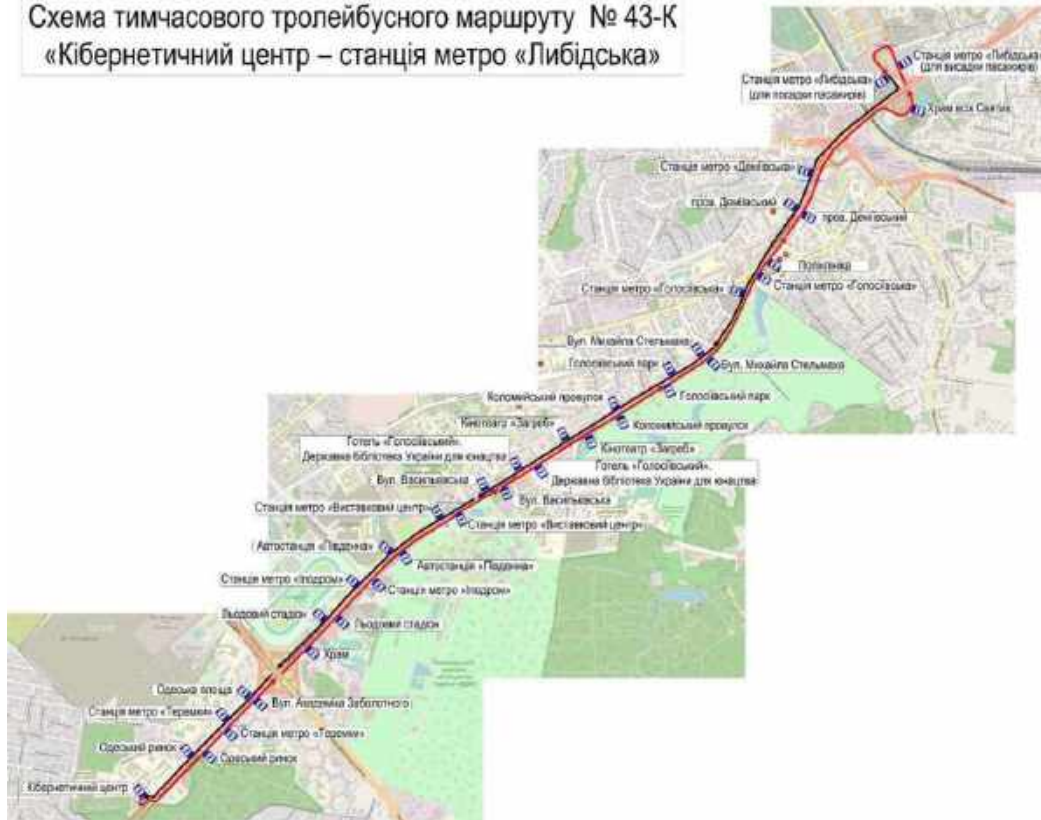


Рисунок 4.8 – Схема тимчасового автобусного маршруту 43К [30]

2. Зробити човниковий рух метро по тим станціям, які можуть функціонувати, щоб розвантажити автомобільний транспорт.

Розклад руху

M2 Теремки
→ M2 Деміаська

Години	Хвилини
6:	30, 43
7:	00, 13, 31, 44
8:	01, 14, 32, 45
9:	02, 15, 33, 46
10:	03, 16, 34, 47
11:	04, 17, 35, 48
12:	05, 18, 36, 49
13:	06, 19, 37, 50
14:	07, 20, 38, 51
15:	08, 21, 39, 52
16:	09, 22, 40, 53
17:	10, 23, 41, 54
18:	11, 24, 42, 55
19:	12, 25, 43, 56
20:	13, 26, 44, 57
21:	14, 27, 45
22:	00

Як працює наземний транспорт?

Київський метрополітен | Контакт: (044) 537 23 06

Рисунок 4.9 – Розклад руху човникового руху на період ремонту закритого перегону [31]

Виконав	Немога В.В.			KPM 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				57
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Як видно з рисунку 4.9 інтервал руху збільшився з 9 хв (а в пікові години було 4-5 хв) до 15-18 хв. Майже в 3 рази пасажирам доведеться чекати довше на метро. Однак, дана можливість стає при нагоді тим пасажиром, які проживають та працюють в межах цих 6 станцій метро.

3. Так як вранці спостерігається висока інтенсивність руху, що є причиною заторів, одним із варіантів для покращення ситуації для автобусів та маршрутних таксі – є створення доріг з реверсивним рухом у місцях заїзду до міста Київ, адже саме вранці з приміських населених пунктів прямує велика кількість транспортних засобів. Наприклад, для нашого напрямку – це в'їзд зі сторони вулиці проспекта Академіка Глушкова: з 7:30 до 9:30 віддати одну смугу під реверсивний рух.

4. З метою збільшення швидкості руху і зменшення часу самого рейсу та надання пріоритетності громадському транспорту можна ввести смуги для автобусів. Наприклад, для маршрутів по вулиці Васильківська можна запровадити таку смугу адже ми маємо три смуги в одному напрямку з кожного боку.

5. Періодично проводити реконструкцію та поточні ремонти доріг органами місцевого самоврядування дорожньої інфраструктури з метою зменшення аварійних ситуацій на дорогах, що пов'язані з низькою якістю автошляхів. Так Київська адміністрація на 2024-2027 роки планує провести необхідні заходи для розвитку дорожньої та транспортної інфраструктури київського регіону (табл. 4.1)

Таблиця 4.1 – Розвиток дорожньої та транспортної інфраструктури київського регіону

Розвиток автомобільних доріг Київської області	Київська область
Експлуатаційне утримання автомобільних доріг загального користування місцевого значення Київської області	Київська область

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				58
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

Продовження таблиці 4.1

Капітальний ремонт шляхопроводу через залізничні колії у м.Бровари	м. Бровари
Науково-методичне забезпечення формування транспортно-логістичного кластеру як інституту регіонального розвитку Київської області	Київська область
Заміна та встановлення дорожнього та вуличного освітлення на енергоефективне та диспетчеризація-	Київська область
Створення міжнародного аеропорту «Біла Церква» з мультимодальною інфраструктурою для вантажних перевезень та з сучасним центром технічного обслуговування повітряних суден	м. Біла Церква, Фурсівська ОТГ, Білоцерківський район
Організація екологічно чистого транспорту на території Київської області	Київська область

6. Для автотранспортних підприємств необхідно постійно перевіряти технічний стан автобусів та оновлювати за необхідності, щоб не було збоїв у рейсах.

Отже, підсумовуючи усе вище сказане, можна зробити такі висновки. Кількість робочого населення, що переміщується прямо пропорційно залежить від загальної чисельності населення міста, села, площі та обласного значення. Чим більше розвинена промисловість, економіка, наука, культура тим більша кількість населення переміщується між важливими для області містами. Найбільшими населеними пунктами, між якими введеться транспортне сполучення є Київ, Біла Церква, Бровари, Бориспіль та Ірпінь.

Дані розрахунки мають наукову та практичну значимість, адже можуть бути використані при проектуванні та удосконаленні транспортної інфраструктури Київської області, ремонту доріг та визначені категорій доріг,

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

при плануванні автобусного та залізного дорожнього сполучення між містами та селами (визначенні часу, кількості рейсів та габаритами автобусів на день). Кінцеві пункти маршрутів бажано встановлювати між найбільшими містами, адже саме таке з'єднання має найбільшу кількість переміщеного населення, однак враховуючи розташування маленьких селищ так, щоб задовільнити транспортну потребу усього населення Київської області з мінімальними витратами та максимальними прибутками.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі магістра було досліджено актуальне питання удосконалення маршрутів вантажних перевезень автомобільним транспортом у Київському регіоні.

Робота складається з 4-ох розділів. У першому розділі було проаналізовано загальний стан пасажирського транспорту Київської області, характеристику автодорожнього господарства: протяжність та стан доріг, перспективи удосконалення та ремонту.

Транспортна мережа Київської області складається з 8 850,6 км мережа автомобільних доріг загального користування, з них: 2 470,7 км державного значення; 6 379,9 км місцевого значення; 511 автобусних маршрутів загального користування, що не виходять за межі території Київської області, з них: 236 міжміських внутрішньообласних та 275 приміських маршрутів; 29 залізничних станцій:

- пасажирських станцій – 1;
- пасажирських платформ – 15;
- вантажних станцій – 13.

Загальна протяжність залізниць становить 797,8 км.

Другий розділ був присвячений огляду дослідження у сфері пасажирських перевезень, розрахунків, способів переміщення. Вченими, що внесли вагомий внесок у дослідження і розвиток були: Вдовиченко В.А., Заблоцкий Г.А. та Заблоцкий О.В. Також було описано поняття матриці пасажирських кореспонденцій.

Розглянуто екстраполяційні методи формування матриці кореспонденцій, які ґрунтуються на використанні даних обстеження існуючого стану розподілу потоків пасажирів та транспорту між кореспондуючими районами із застосуванням для прогнозуючих розрахунків

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				61
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

пропорційних коефіцієнтів зростання. Існують такі основні методи цього класу:

- метод єдиного коефіцієнта зростання;
- метод середніх коефіцієнтів зростання;
- Детройтський метод;
- метод Фратару.

Описані способи розрахунку кожного з них, зазначено переваги та недоліки. Детально було складено та описано алгоритм розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій гравітаційним методом, який буде покладено в основу подальших розрахунків. Також було сформовано фізичну модель перевізного процесу перевезення пасажирів.

У третьому розділі була увага присвячена практичним розрахункам. Транспортна мережа з районами пересування була сформована на базі найбільших за чисельністю населення міст Київської області. Такими були Київ, Біла Церква, Бровари, Бориспіль, Ірпінь, Фастів, Вишневе, Буча, Боярка та Обухів.

У даному розділі було описано детальні кроки розрахунків з формулами та скрінами з середовища MS Excel. А саме пошук часу руху між транспортними районами, трудність сполучення, визначення місткості транспортних районів, трудову та селітебну ємності районів, значення коефіцієнту для кожної з 9 ітерацій, пошук значення елементів U та сформована матриця кореспонденцій на кожній з 9 ітерацій. За допомогою функції «Створення діаграм» було відтворене графічне відображення даної мережі. Як результат було встановлено, що щоденно переміщується між містами 89068 чол.

Друге практичне завдання, що було розглянуте – це визначення способів переміщення 2200 пасажирів у сполученні м. Вишневе – м. Київ (метро «Либідська»).

Виконав	Немога В.В.			<i>KPM 275 17 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				62
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

У четвертому розділі представлено аналіз отриманих результатів по заданій транспортно-дорожній мережі. Було виявлено, що значення показника переміщення робочого населення напряму залежить від загальної чисельності населення міста. Тобто, чим більше місто тим більше транспортних зв'язків встановлюється через цей населений пункт.

Найбільшими населеними пунктами, між якими введеться транспортне сполучення є Київ, Біла Церква, Бровари, Бориспіль та Ірпінь.

Автобусні перевезення (автомобільний вид транспорту) займають найбільшу долю у сполученні м. Вишневе – м. Київ, адже мають багато різнобічних варіантів для пасажирів: вибір часу початку рейса, місця посадки та висадки, вибір класу автобуса. Власні пересування (що також відносяться до автомобільного переміщення) характеризуються високою якістю їздки та маневреністю, виробом маршруту пересування адже доступні усі можливі варіанти руху в існуючій дорожньо-транспортній мережі, часу початку руху тощо.

Сформовано висновок, що маршрути пасажирських перевезень при проектуванні повинні спиратись на проведені дослідження кількості переміщуваного населення з пункту в пункт та попиту населення у транспортній послугі у тій чи іншій частині Київської області. Та враховувати той факт, що кінцевими пунктами бажано робити ті міста, села, які мають найбільшу кількість населення, проте проміжними ті, що не є центрами, однак мають попит (хоча і невеликий через малу кількість населення) на переміщення людей в межах області. Зазначено рекомендовані варіанти удосконалення процесу перевезення пасажирів для автобусних рейсів у сполученні м. Вишневе – м. Київ, з урахуванням перекриття перегону між станціями метро Либідська та Деміївська. Для цього у даній кваліфікаційній роботі магістра пропонується подовжити маршрут для маршрутки №718 до станції метро «Либідська». Відстань маршруту збільшиться на 5,6 км. Тобто

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				63
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

загальна довжина складатиме – 20,42 км., а додаткова вартість для пасажира складе лише 5 грн, загальна вартість 40 грн.

Таке рішення має наступні переваги:

- пасажир без пересадок може дістатись до кінцевого пункту;
- час їздки значно скорочується за рахунок, що не витрачається час на пересідання на кінцевій станції метро «Виставковий центр» на автобус, який прямує до метро «Либідська», його очікування, бо прямий маршрут збільшиться у середньому лише на 10-12 хв. А якщо додати пересадку та очікування, то в такому варіанті витрачається ще додаткового 10 хвилин часу.

- відповідно до попереднього пункту пасажири економлять 3 грн, бо вартість 1 їздки в метро або муніципальному автобусі складає 8 грн. Тобто, 35 грн + 8 грн = 43 грн. А у запропонованому варіанті лише 40 грн. Якщо цей показник розглянути у місячному пересуванні (30 календарних днів, з них 22 робочих). То економія для 1 пасажира на 1 день (у режимі на роботу -з роботи) складає 6 грн, а за місяць - 132 грн.

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дорожня інфраструктура Київської області: веб-сайт. URL: https://www.google.com/search?q=%D0%94%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D1%8F+%D1%96%D0%BD%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0+%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97+%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96&sc_a_esv=596358087&tbm=isch&sxsrf=AM9HkKkDKImplHdC1BVrZMf8L4AvmNK8AA:1704630374324&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwik_7z_osuDAxUNefEDHSeRBV8Q_AUoAXoECAQQAaw&biw=1366&bih=641&dpr=1#imgrc=Jzder0S9L-QTwM (дата звернення 27.10.2023)

2. Міжнародні транспортні коридори і Україна: веб-сайт. URL: <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/international-relations/19430/> (дата звернення 02.11.2023)

3. Головне управління статистики у Київській області: веб-сайт. URL: <http://www.kyivobl.ukrstat.gov.ua/p.php3?c=1610&lang=1> (дата звернення 02.11.2023)

4. У Києві став рідше ходити громадський транспорт, найбільше скоротилися автобусні маршрути (статистика): веб-сайт. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2022/09/05/u-kyuevi-stav-ridshe-hodyty-gromadskyj-transport-najbilshe-skorotylysy-a-avtobusni-marshruty-statystyka/> (дата звернення 07.11.2023)

5. Автобусний парк Київської області: веб-сайт. URL: https://www.google.com/search?q=%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%81%D0%B8+%D0%BA%D0%B8%D1%94%D0%B2%D0%B0&sca_esv=585225403&tbm=isch&sxsrf=AM9HkKk31bqpru1K0M5g6F_06Zx500IJCA:1700915636823&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwjzkm3CIN-

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дат

CAxWjcfEDHVx4CAwQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1366&bih=641&dpr=1#imgrc=firy21MbZDk60M (дата звернення 18.11.2023)

6. Тролейбусний парк Києва: веб-сайт. URL: https://www.google.com/search?q=%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81%D0%B8+%D0%BA%D0%B8%D1%94%D0%B2%D0%B0&tbm=isch&ved=2ahUKEwj9dHDIN-cCegQIABAA&oq=%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81%D0%B8+%D0%BA%D0%B8%D1%94%D0%B2%D0%B0&gs_lcp=CgNpbWcQAzIHCAAQgAQQGDoECCMQJzoGCAAQBxAeOggIABAFEAcQHjoICAAQCBAHEB5QqRIYryxggy9oAHAAeACAAZsBiAH8CJIBAzYuNZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=tulhZe3CPP-Ti-gP47uEqAE&bih=641&biw=1366#imgrc=NN-DtGAGx2cRCM (дата звернення 02.11.2023)

CAxX_yQIHHeMdARUQ2-cCegQIABAA&oq=%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81%D0%B8+%D0%BA%D0%B8%D1%94%D0%B2%D0%B0&gs_lcp=CgNpbWcQAzIHCAAQgAQQGDoECCMQJzoGCAAQBxAeOggIABAFEAcQHjoICAAQCBAHEB5QqRIYryxggy9oAHAAeACAAZsBiAH8CJIBAzYuNZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=tulhZe3CPP-Ti-gP47uEqAE&bih=641&biw=1366#imgrc=NN-DtGAGx2cRCM (дата звернення 02.11.2023)

7. Трамвайний парк Києва: веб-сайт. URL: https://www.google.com/search?q=%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B2%D0%B0%D1%97+%D0%BA%D0%B8%D1%94%D0%B2%D0%B0&tbm=isch&ved=2ahUKEwjZqbz4IN-CAxVe6QIHHAQvCOsQ2-cCegQIABAA&oq=%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B2%D0%B0%D1%97+%D0%BA%D0%B8%D1%94%D0%B2%D0%B0&gs_lcp=CgNpbWcQAzIHCAAQgAQQGDoECCMQJzoGCAAQBxAeOggIABAIEAcQHID1CiiH2D-JWgAcAB4AIABcYgB8AaSAQM0LjWYAQCgAQQgAQtnD3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=JephZZmDMN7Si-gPgN6g2A4&bih=641&biw=1366#imgrc=YAjFNx9LhbE-xM (дата звернення 02.11.2023)

JWgAcAB4AIABcYgB8AaSAQM0LjWYAQCgAQQgAQtnD3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=JephZZmDMN7Si-gPgN6g2A4&bih=641&biw=1366#imgrc=YAjFNx9LhbE-xM (дата звернення 02.11.2023)

8. Стратегія розвитку Київської області на 2021-2027 роки: веб-сайт. URL: <https://koda.gov.ua/kiiyshhina/rozvytok-regionu/strategiya-rozvytku/> (дата звернення 19.11.2023)

8. Стратегія розвитку Київської області на 2021-2027 роки: веб-сайт. URL: <https://koda.gov.ua/kiiyshhina/rozvytok-regionu/strategiya-rozvytku/> (дата звернення 19.11.2023)

Виконав	Немога В.В.				КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.					66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

9. Автомобільні шляхи Київської області: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D1%88%D0%BB%D1%8F%D1%85%D0%B8_%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96 (дата звернення 02.12.2023)

10. Вдовиченко В.А. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи: Дис канд. техн. наук. – Харків: ХНАДУ. 2004. URL:

11. Заблоцький Г.А. Методи розрахунку потоків пасажирів і транспорту в містах: науков. посібн. М.: Стройвиздат, 1968. 92 с.

12. Заблоцкий О.В. Транспорт в містах: науков. посібн. К.: Будівельник, 1986. 96 с.

13. Поляков А.А. Організація руху по вулицях і дорогах: науков. посібн. М.: Транспорт, 1965. – 254 с.

14. Ugge Al. Matematickis metody pri dopravnim reseni mest: scientific guide Praha, 1965.

15. Аналіз методів формування матриці кореспонденцій транспортної мережі міста: веб-сайт. URL: https://eprints.kname.edu.ua/1584/1/121-126_%D0%9F%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D1%8F%D0%BA.pdf (дата звернення 29.11.2023)

16. Швецов В. И. Проблемы моделирования передвижений в транспортных сетях: учебник. Москва, 2010. 169-179 с.

17. Швецов В. И. Математическое моделирование транспортных потоков: учебник. Москва, 3-46 с.

18. Побудова матриці кореспонденцій для транспортної мережі: веб-сайт. URL: <https://www.iep.ru/files/text/diplom/2009/Chalaya.pdf>. (дата звернення 25.10.23).

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				67
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

19. Методи та моделі побудови матриць пасажирської кореспонденції: веб-сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-modeli-postroeniya-matrits-transportnyh-korrespondentsiy/viewer>. (дата звернення 21.10.23).

20. Брайловский Н. О, Б. И. Грановский. Моделирование транспортных систем: учебник, Москва, 1978. 124 с

21. Гасников А. В. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учебник. Москва, 2010. 360 с.

22. І. Ю. Леснікова, Н. В. Халіпова, Є. В. Маленко, А. А. Зборщенко. Обгрутування параметрів перевезень на міських і міжміських маршрутах Дніпропетровської області // Системи та технології. 2020 № 2 (60), с. 33-54: веб-сайт. URL: <file:///C:/Users/Anastas.Zborshchenko/Downloads/58-Article%20Text-118-1-10-20210612.pdf> (дата звернення 23.10.23).

23. Застосування інформаційних технологій для визначення транспортних кореспонденцій жителів міста: веб-сайт. URL: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/jul/13892/35.pdf> (дата звернення 19.11.2023)

24. Адміністративна карта Київської області: веб-сайт. URL: http://www.kiev-maps.com/images/maps/kyiv_map_16_1.jpg (дата звернення 12.12.2023)

25. Гугл-карти: веб-сайт. URL: <https://www.google.com/maps/> (дата звернення 17.12.2023)

26. Розрахунок відстаней за допомогою електронного ресурсу «Ларді»: веб-сайт. URL: <https://lardi-trans.com/useful/distance/>. (дата звернення 11.12.23).

27. Київська область: веб-сайт. URL: <https://www.zagorodna.com/ru/regiony-ukrainy/kyevskaya-oblast> (дата звернення 22.12.2023)

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				68
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

28. Маршрут 718 маршрутного таксі: веб-сайт. URL: https://moovitapp.com/index/ru/%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82-line-718-Kyiv-3468-1888201-31366550-1 (дата звернення 02.01.2024)

29. Карта кийвського метрополітену: веб-сайт. URL: https://www.google.com/search?q=%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE+%D0%BA%D0%B8%D1%97%D0%B2&sca_esv=593572190&tbm=isch&sxsrf=AM9HkKlyaHhIqYibXg_ZNIUUVWLKZsmd6w:1703503957797&source=lnms&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwi4qZzivqqDAxXKSvEDHdzfA_EQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1366&bih=641&dpr=1#imgrc=91iUarvyObfgdM (дата звернення 29.12.2023)

30. Ремонти в метро Києва: як столиця виявилася на грані катастрофи: веб-сайт. URL: <https://finance.ua/goodtoknow/remonty-v-metro> (дата звернення 30.12.2023)

31. Між станціями метро «Теремки»-«Деміївська» з 13 грудня запрацює «човниковий» рух поїздів: веб-сайт. URL: https://kyivcity.gov.ua/news/mizh_stantsiyami_metro_teremki-demivska_z_13_grudnya_zapratsyuyue_chovnikoviy_rukh_pozdiv/ (дата звернення 30.12.2023)

32. Програма соціально-економічного та культурного розвитку Київської області на 2023 рік: веб-сайт. URL: <https://koda.gov.ua/wp-content/uploads/2023/08/programa-na-2023-rik.doc> (дата звернення 30.12.2023)

33. ППІ «НАДІЯ-2000» : веб-сайт. URL: <https://opendatabot.ua/c/30367866> (дата звернення 17.01.2024)

Виконав	Немога В.В.			КРМ 275 17 ПЗ	Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.				69
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дат

ПРОМІЖНІ РОЗРАХУНКИ, ЩО ПРОВОДИЛИСЯ В MS EXCEL ДЛЯ
ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ СКАЛДЕНОЇ З МІСТ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Значення елементів матриці У на першій ітерації											
Номер транспортн	Номер транспортного району прибуття										Σuj
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	231,360	0,577	0,971	0,127	0,177	0,379	0,047	0,041	0,045	0,092	233,815
2	1,071	124,600	0,288	0,146	0,062	0,066	0,042	0,079	0,086	0,026	126,466
3	4,059	0,649	55,320	0,124	0,120	0,165	0,039	0,048	0,050	0,054	60,628
4	1,264	0,784	0,295	23,240	0,071	0,075	0,194	0,035	0,245	0,033	26,237
5	1,904	0,357	0,307	0,077	21,560	0,210	0,028	0,026	0,029	0,125	24,622
6	5,141	0,486	0,534	0,103	0,266	17,040	0,038	0,034	0,038	0,096	23,776
7	1,275	0,620	0,258	0,534	0,072	0,076	8,440	0,035	0,120	0,039	11,469
8	1,177	1,240	0,335	0,103	0,069	0,073	0,038	7,960	0,058	0,029	11,082
9	1,049	1,079	0,279	0,574	0,063	0,065	0,102	0,046	9,920	0,029	13,206
10	2,856	0,426	0,397	0,103	0,359	0,218	0,044	0,031	0,038	7,480	11,953
Нj = Σuj	466,642	279,876	99,859	46,617	42,652	24,793	16,117	14,831	14,715	9,737	-
Δj, %	0,415	12,310	9,744	0,295	1,085	27,249	4,519	6,838	25,829	34,916	-

Матриця кореспонденцій на першій ітерації, тис. чол.											
Номер транспортн	Номер транспортного району прибуття										ΣНij
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	433,514	1,081	1,819	0,238	0,332	0,710	0,087	0,076	0,084	0,173	438,114
2	2,318	269,628	0,623	0,316	0,133	0,144	0,091	0,171	0,186	0,055	273,666
3	6,873	1,099	93,671	0,210	0,203	0,279	0,067	0,082	0,085	0,091	102,658
4	2,368	1,468	0,553	43,532	0,133	0,141	0,363	0,066	0,459	0,062	49,145
5	3,598	0,674	0,581	0,145	40,737	0,397	0,053	0,048	0,055	0,236	46,523
6	6,792	0,642	0,706	0,136	0,352	22,510	0,050	0,045	0,050	0,127	31,408
7	2,288	1,113	0,463	0,959	0,128	0,137	15,149	0,064	0,216	0,070	20,586
8	2,098	2,209	0,597	0,183	0,124	0,131	0,067	14,181	0,102	0,051	19,742
9	1,421	1,461	0,378	0,777	0,085	0,087	0,139	0,062	13,434	0,039	17,884
10	3,373	0,503	0,468	0,122	0,424	0,258	0,052	0,036	0,045	8,832	14,114
Нij = ΣНij	464,642	279,876	99,859	46,617	42,652	24,793	16,117	14,831	14,715	9,737	-
Δij, %	0,415	12,310	9,744	0,295	1,085	27,249	4,519	6,838	25,829	34,916	-

Рисунок 1 – Скрін з середовища MS Excel (Перша ітерація)

Матриця кореспонденцій на другій ітерації, тис. чол.											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										ΣНij
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	433,020	0,965	2,021	0,238	0,337	0,978	0,092	0,082	0,114	0,267	438,114
2	2,585	268,893	0,774	0,353	0,151	0,221	0,107	0,206	0,281	0,095	273,666
3	6,228	0,890	94,439	0,190	0,187	0,349	0,063	0,080	0,104	0,127	102,658
4	2,357	1,306	0,612	43,377	0,135	0,194	0,380	0,071	0,618	0,096	49,145
5	3,528	0,591	0,634	0,142	40,555	0,538	0,055	0,051	0,073	0,356	46,523
6	5,323	0,450	0,616	0,106	0,280	24,349	0,041	0,038	0,053	0,153	31,408
7	2,193	0,954	0,494	0,920	0,125	0,181	15,271	0,066	0,280	0,103	20,586
8	1,991	1,874	0,631	0,174	0,119	0,171	0,067	14,308	0,132	0,075	19,742
9	1,125	1,034	0,333	0,616	0,069	0,095	0,115	0,053	14,396	0,048	17,884
10	2,501	0,333	0,386	0,091	0,319	0,264	0,040	0,029	0,046	10,105	14,114
Нij = ΣНij	460,851	277,291	100,939	46,207	42,277	27,341	16,231	15,184	16,095	11,425	-
Δij, %	0,404	11,272	8,768	0,587	1,956	19,775	3,846	4,625	18,875	23,629	-

Значення елементів матриці У на третій ітерації											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										Σuj
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	232,298	0,518	1,064	0,128	0,181	0,472	0,048	0,042	0,055	0,121	234,928
2	1,075	111,978	0,316	0,147	0,063	0,083	0,044	0,083	0,106	0,033	113,928
3	4,075	0,583	60,637	0,125	0,122	0,205	0,041	0,051	0,062	0,070	65,971
4	1,269	0,704	0,323	23,377	0,073	0,094	0,202	0,037	0,302	0,044	26,425
5	1,912	0,320	0,337	0,077	21,990	0,262	0,029	0,027	0,036	0,163	25,154
6	5,162	0,437	0,586	0,103	0,271	21,240	0,039	0,036	0,046	0,126	28,047
7	1,280	0,557	0,283	0,537	0,073	0,095	8,778	0,037	0,148	0,051	11,839
8	1,182	1,114	0,367	0,103	0,071	0,091	0,039	8,346	0,071	0,038	11,423
9	1,054	0,970	0,306	0,577	0,064	0,080	0,106	0,048	12,228	0,038	15,472
10	2,868	0,383	0,435	0,104	0,367	0,272	0,046	0,032	0,047	9,794	14,348

Рисунок 2 – Скрін з середовища MS Excel (Друга ітерація)

Продовження додатку А

Матриця кореспонденцій на третій ітерації, тис. чол.											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										ΣН _{ij}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	433,209	0,967	1,984	0,238	0,338	0,880	0,090	0,079	0,103	0,225	438,114
2	2,583	268,982	0,759	0,353	0,151	0,199	0,105	0,199	0,254	0,080	273,666
3	6,342	0,908	94,357	0,194	0,190	0,319	0,064	0,079	0,096	0,109	102,658
4	2,361	1,310	0,601	43,477	0,135	0,174	0,375	0,069	0,562	0,081	49,145
5	3,536	0,593	0,623	0,143	40,672	0,485	0,054	0,050	0,066	0,302	46,523
6	5,781	0,489	0,656	0,116	0,304	23,786	0,044	0,040	0,052	0,141	31,408
7	2,226	0,969	0,492	0,934	0,127	0,165	15,263	0,064	0,258	0,089	20,586
8	2,043	1,926	0,635	0,178	0,122	0,158	0,067	14,424	0,123	0,065	19,742
9	1,218	1,121	0,354	0,667	0,074	0,093	0,123	0,056	14,134	0,044	17,884
10	2,821	0,377	0,428	0,102	0,361	0,268	0,045	0,032	0,047	9,635	14,114
Н _{ij} = Σн _{ij}	462,119	277,639	100,889	46,403	42,474	26,528	16,230	15,092	15,694	10,771	-
Δ _i , %	0,130	11,412	8,814	0,166	1,499	22,159	3,850	5,200	20,895	27,999	-

Значення елементів матриці Y на четвертій ітерації											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										Σу _{ij}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	231,661	0,518	1,064	0,127	0,180	0,486	0,048	0,043	0,057	0,128	234,313
2	1,073	111,837	0,316	0,146	0,063	0,085	0,044	0,084	0,109	0,036	113,791
3	4,064	0,582	60,667	0,124	0,122	0,212	0,041	0,051	0,063	0,074	66,001
4	1,266	0,703	0,324	23,279	0,072	0,097	0,202	0,037	0,310	0,046	26,335
5	1,907	0,320	0,337	0,077	21,888	0,270	0,029	0,027	0,037	0,173	25,065
6	5,148	0,436	0,586	0,103	0,270	21,891	0,039	0,036	0,048	0,133	28,690
7	1,276	0,556	0,283	0,535	0,073	0,098	8,778	0,037	0,152	0,054	11,843
8	1,179	1,113	0,368	0,103	0,070	0,094	0,039	8,397	0,073	0,040	11,475
9	1,051	0,968	0,306	0,575	0,064	0,083	0,106	0,049	12,540	0,040	15,783
10	2,860	0,382	0,435	0,103	0,365	0,281	0,046	0,032	0,049	10,389	14,942

Рисунок 3 – Скрін з середовища MS Excel (Третя ітерація)

Значення елементів матриці Y на четвертій ітерації											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										Σу _{ij}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	231,661	0,518	1,064	0,127	0,180	0,486	0,048	0,043	0,057	0,128	234,313
2	1,073	111,837	0,316	0,146	0,063	0,085	0,044	0,084	0,109	0,036	113,791
3	4,064	0,582	60,667	0,124	0,122	0,212	0,041	0,051	0,063	0,074	66,001
4	1,266	0,703	0,324	23,279	0,072	0,097	0,202	0,037	0,310	0,046	26,335
5	1,907	0,320	0,337	0,077	21,888	0,270	0,029	0,027	0,037	0,173	25,065
6	5,148	0,436	0,586	0,103	0,270	21,891	0,039	0,036	0,048	0,133	28,690
7	1,276	0,556	0,283	0,535	0,073	0,098	8,778	0,037	0,152	0,054	11,843
8	1,179	1,113	0,368	0,103	0,070	0,094	0,039	8,397	0,073	0,040	11,475
9	1,051	0,968	0,306	0,575	0,064	0,083	0,106	0,049	12,540	0,040	15,783
10	2,860	0,382	0,435	0,103	0,365	0,281	0,046	0,032	0,049	10,389	14,942

Матриця кореспонденцій на четвертій ітерації, тис. чол.											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										ΣН _{ij}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	433,155	0,968	1,990	0,238	0,337	0,910	0,090	0,080	0,106	0,240	438,114
2	2,579	268,967	0,760	0,352	0,151	0,205	0,105	0,201	0,261	0,085	273,666
3	6,322	0,906	94,362	0,193	0,189	0,329	0,064	0,079	0,099	0,116	102,658
4	2,362	1,313	0,604	43,441	0,135	0,180	0,377	0,069	0,578	0,086	49,145
5	3,539	0,594	0,626	0,143	40,627	0,502	0,054	0,050	0,068	0,321	46,523
6	5,636	0,477	0,642	0,113	0,296	23,965	0,043	0,040	0,052	0,146	31,408
7	2,219	0,967	0,492	0,930	0,126	0,170	15,259	0,065	0,264	0,094	20,586
8	2,028	1,914	0,633	0,177	0,121	0,162	0,067	14,446	0,125	0,069	19,742
9	1,190	1,097	0,347	0,651	0,073	0,094	0,121	0,055	14,210	0,046	17,884
10	2,702	0,361	0,411	0,098	0,345	0,265	0,043	0,031	0,046	9,813	14,114
Н _{ij} = Σн _{ij}	461,732	277,565	100,865	46,335	42,398	26,782	16,222	15,115	15,809	11,016	-
Δ _i , %	0,214	11,382	8,835	0,311	1,673	21,414	3,896	5,056	20,318	26,361	-

Рисунок 4 – Скрін з середовища MS Excel (Четверта ітерація)

Продовження додатку А

Значення елементів матриці Y на п'ятій ітерації											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										Σuj
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	231,855	0,518	1,065	0,127	0,180	0,482	0,048	0,043	0,056	0,125	234,500
2	1,073	111,867	0,316	0,147	0,063	0,085	0,044	0,083	0,108	0,035	113,820
3	4,068	0,583	60,681	0,124	0,122	0,210	0,041	0,051	0,063	0,073	66,014
4	1,267	0,704	0,324	23,313	0,072	0,096	0,202	0,037	0,307	0,045	26,366
5	1,908	0,320	0,337	0,077	21,927	0,268	0,029	0,027	0,036	0,169	25,099
6	5,152	0,436	0,586	0,103	0,271	21,683	0,039	0,036	0,047	0,130	28,484
7	1,277	0,557	0,283	0,536	0,073	0,097	8,782	0,037	0,151	0,053	11,846
8	1,180	1,113	0,368	0,103	0,071	0,093	0,039	8,384	0,072	0,039	11,462
9	1,051	0,969	0,306	0,576	0,064	0,082	0,106	0,049	12,449	0,039	15,692
10	2,862	0,382	0,435	0,104	0,365	0,278	0,046	0,032	0,048	10,158	14,711
Матриця кореспонденцій на п'ятій ітерації, тис. чол.											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										ΣHij
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	433,172	0,968	1,989	0,238	0,337	0,900	0,090	0,080	0,105	0,234	438,114
2	2,581	268,971	0,760	0,353	0,151	0,203	0,105	0,201	0,259	0,083	273,666
3	6,326	0,906	94,364	0,193	0,189	0,326	0,064	0,079	0,098	0,113	102,658
4	2,362	1,311	0,603	43,453	0,135	0,178	0,376	0,069	0,573	0,084	49,145
5	3,537	0,593	0,625	0,143	40,644	0,496	0,054	0,050	0,067	0,314	46,523
6	5,681	0,481	0,646	0,113	0,298	23,909	0,043	0,040	0,052	0,144	31,408
7	2,220	0,967	0,492	0,931	0,126	0,169	15,262	0,065	0,262	0,092	20,586
8	2,032	1,917	0,633	0,177	0,122	0,161	0,067	14,440	0,124	0,067	19,742
9	1,198	1,104	0,349	0,656	0,073	0,094	0,121	0,055	14,188	0,045	17,884
10	2,746	0,367	0,417	0,099	0,351	0,267	0,044	0,031	0,046	9,746	14,114
Hj = Σnij	461,855	277,585	100,879	46,357	42,426	26,703	16,227	15,110	15,776	10,922	-
Δj, %	0,187	11,390	8,822	0,265	1,609	21,647	3,867	5,090	20,485	26,989	-

Рисунок 5 – Скрін з середовища MS Excel (П'ята ітерація)

Значення елементів матриці Y на шостій ітерації											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										Σuj
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	231,793	0,518	1,064	0,127	0,180	0,483	0,048	0,043	0,057	0,126	234,441
2	1,073	111,859	0,316	0,147	0,063	0,085	0,044	0,083	0,108	0,035	113,812
3	4,067	0,583	60,673	0,124	0,122	0,210	0,041	0,051	0,063	0,073	66,006
4	1,267	0,704	0,324	23,302	0,072	0,096	0,202	0,037	0,308	0,046	26,356
5	1,908	0,320	0,337	0,077	21,913	0,268	0,029	0,027	0,036	0,171	25,086
6	5,151	0,436	0,586	0,103	0,271	21,748	0,039	0,036	0,047	0,131	28,548
7	1,277	0,557	0,283	0,536	0,073	0,097	8,780	0,037	0,151	0,053	11,844
8	1,180	1,113	0,368	0,103	0,071	0,094	0,039	8,387	0,072	0,039	11,465
9	1,051	0,968	0,306	0,575	0,064	0,082	0,106	0,049	12,476	0,040	15,718
10	2,862	0,382	0,435	0,104	0,365	0,279	0,046	0,032	0,048	10,245	14,798
Матриця кореспонденцій на шостій ітерації, тис. чол.											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										ΣHij
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	433,166	0,968	1,989	0,238	0,337	0,903	0,090	0,080	0,106	0,236	438,114
2	2,580	268,970	0,760	0,352	0,151	0,204	0,105	0,201	0,260	0,084	273,666
3	6,325	0,906	94,363	0,193	0,189	0,327	0,064	0,079	0,098	0,114	102,658
4	2,362	1,312	0,603	43,449	0,135	0,179	0,376	0,069	0,574	0,085	49,145
5	3,538	0,594	0,625	0,143	40,637	0,498	0,054	0,050	0,068	0,317	46,523
6	5,667	0,480	0,645	0,113	0,298	23,926	0,043	0,040	0,052	0,145	31,408
7	2,220	0,967	0,492	0,931	0,126	0,169	15,260	0,065	0,263	0,093	20,586
8	2,031	1,917	0,633	0,177	0,122	0,161	0,067	14,442	0,125	0,068	19,742
9	1,196	1,102	0,349	0,655	0,073	0,094	0,121	0,055	14,194	0,045	17,884
10	2,729	0,365	0,415	0,099	0,348	0,266	0,044	0,031	0,046	9,772	14,114
Hj = Σnij	461,815	277,579	100,874	46,350	42,416	26,727	16,225	15,111	15,785	10,958	-
Δj, %	0,196	11,388	8,827	0,279	1,632	21,575	3,881	5,083	20,437	26,749	-

Рисунок 6 – Скрін з середовища MS Excel (Шоста ітерація)

Продовження додатку А

Значення елементів матриці Y на сьомій ітерації											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										Σuj
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	231,814	0,518	1,064	0,127	0,180	0,483	0,048	0,043	0,057	0,126	234,460
2	1,073	111,861	0,316	0,147	0,063	0,085	0,044	0,083	0,108	0,035	113,814
3	4,067	0,583	60,676	0,124	0,122	0,210	0,041	0,051	0,063	0,073	66,009
4	1,267	0,704	0,324	23,305	0,072	0,096	0,202	0,037	0,308	0,045	26,359
5	1,908	0,320	0,337	0,077	21,918	0,268	0,029	0,027	0,036	0,170	25,091
6	5,151	0,436	0,586	0,103	0,271	21,728	0,039	0,036	0,047	0,131	28,529
7	1,277	0,557	0,283	0,536	0,073	0,097	8,781	0,037	0,151	0,053	11,845
8	1,180	1,113	0,368	0,103	0,071	0,093	0,039	8,386	0,072	0,039	11,464
9	1,051	0,968	0,306	0,575	0,064	0,082	0,106	0,049	12,468	0,040	15,711
10	2,862	0,382	0,435	0,104	0,365	0,279	0,046	0,032	0,048	10,211	14,765

Матриця кореспонденцій на сьомій ітерації, тис. чол.											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										ΣHij
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	433,168	0,968	1,989	0,238	0,337	0,902	0,090	0,080	0,106	0,236	438,114
2	2,581	268,970	0,760	0,352	0,151	0,204	0,105	0,201	0,260	0,084	273,666
3	6,325	0,906	94,363	0,193	0,189	0,326	0,064	0,079	0,098	0,114	102,658
4	2,362	1,312	0,603	43,450	0,135	0,179	0,376	0,069	0,574	0,085	49,145
5	3,538	0,593	0,625	0,143	40,640	0,497	0,054	0,050	0,068	0,316	46,523
6	5,671	0,480	0,645	0,113	0,298	23,921	0,043	0,040	0,052	0,144	31,408
7	2,220	0,967	0,492	0,931	0,126	0,169	15,261	0,065	0,263	0,092	20,586
8	2,031	1,917	0,633	0,177	0,122	0,161	0,067	14,441	0,124	0,068	19,742
9	1,197	1,102	0,349	0,655	0,073	0,094	0,121	0,055	14,193	0,045	17,884
10	2,736	0,366	0,416	0,099	0,349	0,266	0,044	0,031	0,046	9,762	14,114
Hj = Σnij	461,828	277,581	100,876	46,352	42,420	26,720	16,226	15,111	15,783	10,945	-
Δj, %	0,193	11,389	8,825	0,275	1,624	21,597	3,875	5,084	20,450	26,841	-

Рисунок 7 – Скрін з середовища MS Excel (Сьома ітерація)

Значення елементів матриці Y на восьмій ітерації											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										Σuj
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	231,807	0,518	1,064	0,127	0,180	0,483	0,048	0,043	0,057	0,126	234,454
2	1,073	111,860	0,316	0,147	0,063	0,085	0,044	0,083	0,108	0,035	113,814
3	4,067	0,583	60,675	0,124	0,122	0,210	0,041	0,051	0,063	0,073	66,008
4	1,267	0,704	0,324	23,304	0,072	0,096	0,202	0,037	0,308	0,045	26,358
5	1,908	0,320	0,337	0,077	21,916	0,268	0,029	0,027	0,036	0,170	25,089
6	5,151	0,436	0,586	0,103	0,271	21,734	0,039	0,036	0,047	0,131	28,535
7	1,277	0,557	0,283	0,536	0,073	0,097	8,780	0,037	0,151	0,053	11,844
8	1,180	1,113	0,368	0,103	0,071	0,093	0,039	8,386	0,072	0,039	11,464
9	1,051	0,968	0,306	0,575	0,064	0,082	0,106	0,049	12,470	0,040	15,713
10	2,862	0,382	0,435	0,104	0,365	0,279	0,046	0,032	0,048	10,224	14,777

Матриця кореспонденцій на восьмій ітерації, тис. чол.											
Номер транспортно	Номер транспортного району прибуття										ΣHij
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	433,168	0,968	1,989	0,238	0,337	0,903	0,090	0,080	0,106	0,236	438,114
2	2,580	268,970	0,760	0,352	0,151	0,204	0,105	0,201	0,260	0,084	273,666
3	6,325	0,906	94,363	0,193	0,189	0,327	0,064	0,079	0,098	0,114	102,658
4	2,362	1,312	0,603	43,450	0,135	0,179	0,376	0,069	0,574	0,085	49,145
5	3,538	0,593	0,625	0,143	40,639	0,498	0,054	0,050	0,068	0,316	46,523
6	5,670	0,480	0,645	0,113	0,298	23,923	0,043	0,040	0,052	0,144	31,408
7	2,220	0,967	0,492	0,931	0,126	0,169	15,261	0,065	0,263	0,093	20,586
8	2,031	1,917	0,633	0,177	0,122	0,161	0,067	14,441	0,124	0,068	19,742
9	1,197	1,102	0,349	0,655	0,073	0,094	0,121	0,055	14,193	0,045	17,884
10	2,733	0,365	0,415	0,099	0,349	0,266	0,044	0,031	0,046	9,765	14,114
Hj = Σnij	461,824	277,580	100,875	46,352	42,418	26,722	16,225	15,111	15,783	10,950	-
Δj, %	0,194	11,389	8,826	0,276	1,627	21,591	3,878	5,084	20,446	26,806	-

Рисунок 8 – Скрін з середовища MS Excel (Восьма ітерація)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ**

**ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА
на тему:
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
НА ПРИМІСЬКОМУ АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

**студента групи Т22-1м
КАРАПИШ ЄВГЕНА МИКОЛАЙОВИЧА**

**Спеціальність 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)**

Керівник дипломного проекту магістра:
доцент кафедри транспортних технологій та
міжнародної логістики
к. т. н. Леснікова І.Ю.

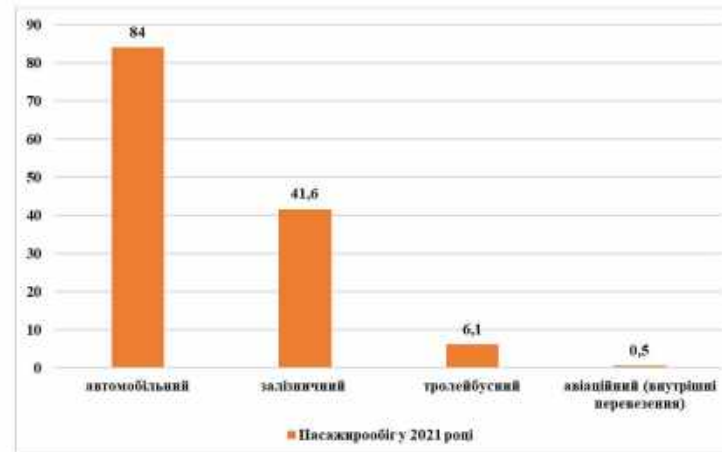
Дніпро
2024

АНАЛІЗ СТАНУ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Дорожня інфраструктура Київської області

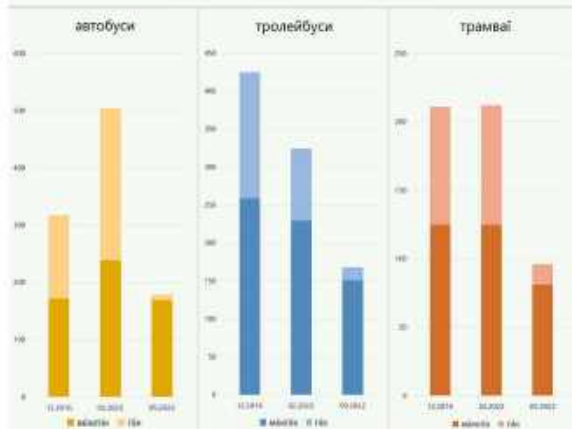


Пасажиробіг у 2021 році за видами транспорту



Кількість транспорту на маршрутах Києва

Кількість транспорту на маршрутах Києва



Пасажирські перевезення у січні 2022 року

	Пасажиробіг		Кількість перевезених пасажирів	
	млн пас.км	у % до січня 2021р.	тис.	у % до січня 2021р.
Транспорт¹	350,1	140,8	7149,0	130,8
з нього:				
автомобільний	146,4	133,3	5225,8	142,5
водний	-	-	-	-
авіаційний	-	-	-	-
міський				
електротранспорт	-	-	-	-
у тому числі:				
тролейбусами	0,7	25,3	127,8	25,3
трамваями	-	-	-	-
поїздами				
метрополітену	-	-	-	-

КРМ 275 17 ГЧ

№ звітної одиниці	№ звітності	№ звітності	№ звітності
11	11	11	11

УМІФ оп. 722-н

1. КРМ 275 17 ГЧ
 2. КРМ 275 17 ГЧ
 3. КРМ 275 17 ГЧ
 4. КРМ 275 17 ГЧ
 5. КРМ 275 17 ГЧ
 6. КРМ 275 17 ГЧ
 7. КРМ 275 17 ГЧ
 8. КРМ 275 17 ГЧ
 9. КРМ 275 17 ГЧ
 10. КРМ 275 17 ГЧ

АНАЛІЗ СТАНУ ДОРІГ ТА ПОКРИТТЯ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

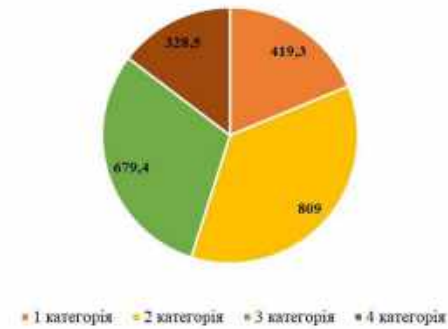
Дороги загального користування державного значення Київської області, км

Дороги загального користування державного значення Київської області, км



Категорії доріг державного значення Київської області, км

Категорії доріг державного значення Київської області, км



Стан автомобільних доріг загального користування

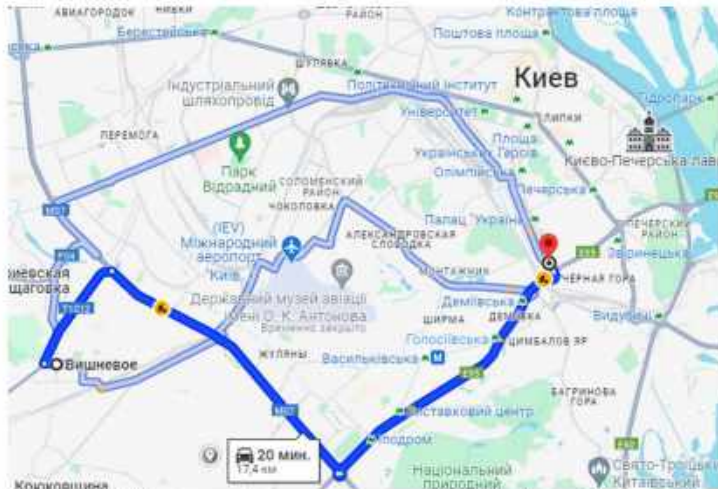


- Втратили несучу спроможність
- не відповідають нормативним показникам по рівності
- не відповідають сучасним нормативним вимогам, дорожнє покриття є деформованим

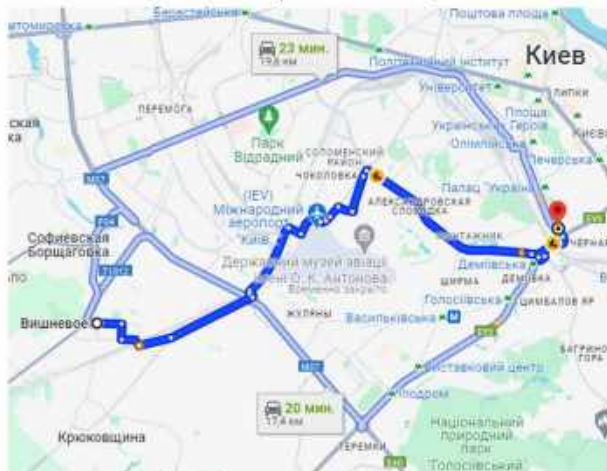
КРМ 275 17 ГЧ			
№ п/п	№ документа	Дата	Вид
1	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
2	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
3	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
4	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
5	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
6	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
7	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
8	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
9	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
10	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
11	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
12	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
13	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
14	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
15	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
16	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
17	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
18	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
19	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
20	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
21	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
22	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
23	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
24	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
25	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
26	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
27	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
28	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
29	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
30	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
31	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
32	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
33	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
34	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
35	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
36	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
37	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
38	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
39	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
40	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
41	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
42	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
43	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
44	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
45	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
46	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
47	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
48	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
49	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
50	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
51	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
52	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
53	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
54	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
55	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
56	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
57	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
58	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
59	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
60	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
61	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
62	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
63	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
64	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
65	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
66	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
67	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
68	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
69	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
70	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
71	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
72	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
73	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
74	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
75	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
76	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
77	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
78	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
79	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
80	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
81	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
82	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
83	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
84	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
85	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
86	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
87	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
88	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
89	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
90	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
91	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
92	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
93	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
94	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
95	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
96	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
97	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
98	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
99	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт
100	275/17/ГЧ	17.07.2014	Звіт

РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ПРИМІСЬКОМУ АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

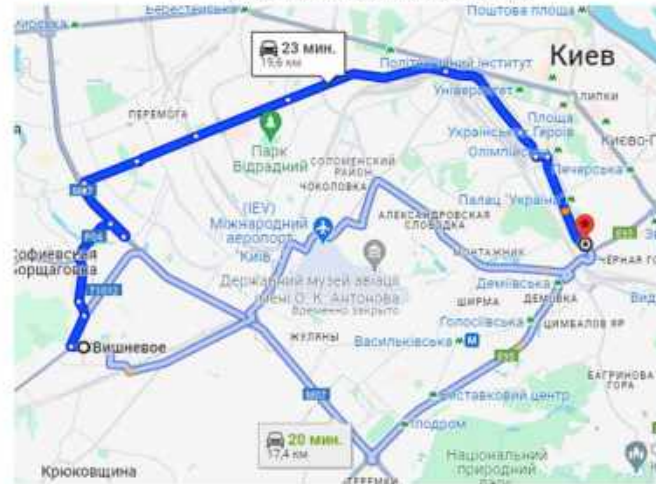
Маршрут №1 автомобільним транспортом від м.Вишневе – м Київ (станція метро «Либідська»)



Маршрут №3 автомобільним транспортом від м.Вишневе – м Київ (станція метро «Либідська»)



Маршрут №2 автомобільним транспортом від м.Вишневе – м Київ (станція метро «Либідська»)



Математична модель завдання набудує наступного вигляду

$$F(h_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (d_{ij} - h_{ij})^2 \rightarrow \min_{h_{ij} \in \Omega}$$

$$\Omega: \sum_{j=1}^n h_{ij} = HO_i, i = \overline{1, n}$$

$$\sum_{i=1}^n h_{ij} = HP_j, j = \overline{1, n}$$

$$h_{ij} \geq 0$$

де цільова функція $F(h_{ij})$ – сума квадратів відхилення кореспонденції від їх потенційних значень;
 Змінні h_{ij} – шукані кореспонденції
 d_{ij} – потенційні кореспонденції між районами i та j ;
 K – коефіцієнт;
 HO_i – об'єм виїзду із району i (місткість району за відправленнями);
 HP_j – об'єм прибуття в район j (місткість району за прибуттями);
 i – номер району зародження кореспонденції;
 j – номер району завершення кореспонденції.

КРМ 275 17 ГЧ					
№	Вид	Датум	Відомості	№	Відомості
1	Заявка	10.05.17	Заявка на виконання робіт	1	11
2	Заявка	10.05.17	Заявка на виконання робіт	2	11
3	Заявка	10.05.17	Заявка на виконання робіт	3	11
4	Заявка	10.05.17	Заявка на виконання робіт	4	11
5	Заявка	10.05.17	Заявка на виконання робіт	5	11

УМЧФ, ар. 122-б

МОДЕЛЮВАННЯ ПАСАЖИРОПОТОКУ МІЖ МІСТАМИ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Адміністративна карта Київської області



Вхідні дані (міста Київської області з найбільшою кількістю населення, їх географічні координати)

№	Назва міста	Кількість мешканців, тис. осіб	Населення, що працює тис. чол.	Координати	
				X, с. д.	У, пн.ш
1	Київ	980,9	578,4	30°31'25"	50°27'00"
2	Біла Церква	612,7	311,5	30°07'00"	49°47'44"
3	Бровари	229,8	138,3	30°47'25"	50°30'41"
4	Бориспіль	110,03	58,1	30°57'03"	50°21'04"
5	Ірпінь	104,16	53,9	30°14'41"	50°31'10"
6	Фастів	70,32	42,6	29°55'05"	50°04'29"
7	Вишневе	46,09	21,1	30°21'29"	50°23'13"
8	Буча	44,2	19,9	30°14'06"	50°32'47"
9	Боярка	40,04	24,8	30°17'44"	50°19'44"
10	Обухів	31,6	18,7	30°39'24"	50°07'48"

Переведення географічних координат міст (хвилини та градуси) у доли градусів

1	A	B	C	D	E	
					X	Y
2	Номер транспортного району	Номер транспортного району за	Мешк., тис. чол.	Працює, тис. чол.	Координата	
3		Київ	980,9	578,4	30,52	50,45
4		Біла Церква	612,7	311,5	30,12	49,80
5		Бровари	229,8	138,3	30,80	50,51
6		Бориспіль	110,03	58,1	30,95	50,35
7		Ірпінь	104,16	53,9	30,24	50,52
8		Фастів	70,32	42,6	29,90	50,06
9		Вишневе	46,09	21,1	30,36	50,39
10		Буча	44,2	19,9	30,24	50,55
11		Боярка	40,04	24,8	30,71	49,32
12		Обухів	31,6	18,7	30,66	50,13

Матриця найкоротших шляхів (міста Київської обл.)

Номер транспортного району відправлення	Номер транспортного району прибуття									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Київ	0	144	38	122	81	30	121	131	147	54
2. Біла Церква	144	0	128	106	233	171	134	67	77	195
3. Бровари	38	128	0	125	120	69	143	110	132	93
4. Бориспіль	122	106	125	0	202	151	29	151	27	150
5. Ірпінь	81	233	120	202	0	54	201	207	228	40
6. Фастів	30	171	69	151	54	0	149	155	176	52
7. Вишневе	121	134	143	29	201	149	0	150	55	128
8. Буча	131	67	110	151	207	155	150	0	115	173
9. Боярка	147	77	132	27	228	176	55	115	0	172
10. Обухів	54	195	93	150	40	52	128	173	172	0

КРМ 275 17 ГЧ

№ документа	Дата	№ документа	Дата
№ документа	Дата	№ документа	Дата
№ документа	Дата	№ документа	Дата

УМЦФ оп. 722-б

