

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(назва факультету)

Автомобілів  
(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

**магістр**

(освітній рівень)

на тему: Удосконалення автобусних перевезень м. Тернополя з розробленням графіку рух автобусів на маршруті

Виконав: студент 6 курсу, групи МНм-61  
спеціальності 275 «Транспортні технології»  
(шифр і назва спеціальності)

Студент \_\_\_\_\_ Яцишин О.М.  
Студент \_\_\_\_\_ Кромець А.А.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Дзюра В.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Цьонь О.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. каф. \_\_\_\_\_ Ляшук О.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2020

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітній рівень магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри О.Л. Ляшук

«29» вересня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Яцишину Олександр Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення автобусних перевезень м. Тернополя з розробленням графіку рух автобусів на маршруті

керівник проекту (роботи) Дзюра Володимир Олексійович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «29» вересня 2020 року № 4/7-690

2. Термін подання студентом проекту (роботи) грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

Транспортна мережа міста Тернополя; Обсяг утворення і обсяг поглинання пасажиропотоків

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

Вступ. 1. Теоретичний розділ. 2. Аналітико-дослідницький розділ;

3. Проектно-рекомендаційний розділ; 4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях

Загальні висновки. Перелік посилань.

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

Прийнята кількість працюючих автобусів за годинами доби із нанесеною лінією змінності

Перший етап розрахунку режимів роботи автобусів за допомогою графоаналітичного методу

Другий етап розрахунку режимів роботи автобусів за допомогою графоаналітичного методу

Кінцевий результат графоаналітичного розрахунку

Характеристика роботи автобусів на маршруті



Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітній рівень магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри О.Л. Ляшук

«29» вересня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Кромець Андрію Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності автобусних перевезень з врахуванням  
особливостей вулично-дорожньої мережі

керівник проекту (роботи) Дзюра Володимир Олексійович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «29» вересня 2020 року № 4/7-690

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 27 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

Транспортна мережа міста Тернополя; Обсяг утворення і обсяг поглинання пасажиропотоків

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

Вступ. 1. Теоретичний розділ. 2. Аналітико-дослідницький розділ;

3. Проектно-рекомендаційний розділ; 4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях

Загальні висновки. Перелік посилань.

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

Рівні реалізації програм розвитку громадського транспорту

Транспортна мережа міста Тернополя; Точки тяжіння міста Тернополя

Обсяг утворення та обсяг поглинання пасажиропотоків

Орієнтована кількість маршрутів на ділянках вулично-дорожньої мережі

Техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів

Оцінка складеного розкладу руху автобусів по інтервалу відправлення з кінцевої зупинки №2



## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ</b>	8
<b>ВСТУП</b>	9
<b>1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	
1.1. Характеристика системи громадського транспорту міст	10
1.2. Екологічні аспекти використання різних видів транспорту	13
1.3. Проблеми і перспективи розвитку громадського пасажирського транспорту	17
1.4. Висновки та постановка завдань до кваліфікаційної роботи	21
<b>2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	
2.1. Загальні основи розвитку міського пасажирського транспорту	22
2.2. Аналіз транспортної мережі міста Тернополя	34
2.3. Визначення кореспонденцій на вулично-дорожній мережі	38
2.4. Розрахунок мінімальної транспортної роботи	45
2.5. Побудова епюри пасажиропотоків на транспортній мережі	47
<b>3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ</b>	
3.1. Формування маршрутної мережі	51
3.2. Побудова епюр пасажиропотоків на сформованих маршрутах і розрахунок коефіцієнтів ефективності	56
3.3. Вибір рухомого складу	77
3.4. Розрахунок основних ТЕРП роботи автобусів	84
3.5. Розрахунок режимів роботи автобусів на маршруті	91
3.6. Розробка графіку руху автобусів	104
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	
4.1. Аналіз причин виникнення пожеж на автомобільному	115

транспорті

4.2 Безпека життєдіяльності на транспорті 118

**ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ 120**

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 121**

## РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Удосконалення автобусних перевезень м. Тернополя з розробленням графіку рух автобусів на маршруті»

Комплексна дипломна робота складається із розрахунково-пояснювальної записки обсягом 123 сторінок друкованого тексту формату А4 і 20 слайдів.

Дипломна робота стосується удосконалення транспортної мережі громадського транспорту м. Тернополя з розрахунком кількості рухомого складу та техніко-економічних показників його роботи на маршруті.

В теоретичному розділі проведено характеристику громадського транспорту міст. Розглянуто екологічні аспекти використання різних видів громадського транспорту. Також було розглянуто проблеми та перспективи розвитку громадського транспорту та здійснено постановку задач на дипломне проектування.

У аналітико-дослідницькому розділі визначено загальні основи розвитку міського пасажирського транспорту. Після цього проведено аналіз транспортної мережі міста Тернополя із визначенням ключових транспортних районів. Було проведено визначення обсягу кореспонденцій та розрахунок мінімальної транспортної роботи необхідної для обслуговування даної транспортної мережі.

У проектно-рекомендаційному розділі проведено формування маршрутної мережі та побудова епюр пасажиропотоків на сформованих маршрутах. Після цього обґрунтовано та вибрано рухомий склад, розраховано його основні техніко-економічні показники, складено графік руху автобусів на маршрутах.

В розділі охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях проведено аналіз причин виникнення пожеж на автомобільному транспорті, а також заходи з безпеки життєдіяльності на транспорті.



## ВСТУП

Економіка будь-якої держави не може ефективно функціонувати без транспорту. Транспортна галузь є невід'ємною частиною економіки країни, що сполучає та приводить у взаємодію всі інші сектори економіки, забезпечуючи життєдіяльність всієї держави.

Пасажирський транспорт є найважливішим елементом сфери обслуговування населення, без якого неможливо нормальне функціонування суспільства.

Основним видом міських пасажирських перевезень являється автомобільний транспорт. Своє поширення він отримав за рахунок маневреності і великій провізній спроможності. У порівнянні з іншими видами міського транспорту, для організації автобусних перевезень потрібні відносно невеликі капітальні затрати та мінімальні підготовчі заходи.

Основними проблемами автомобільних пасажирських перевезень є:

- значні витрати часу пасажирів на поїздки;
- внаслідок використання рухомого складу понаднормативного терміну експлуатації погіршується його технічний стан і знижується рівень комфорту перевезень;
- незадовільний стан об'єктів транспортної інфраструктури;
- зростання завантаженості дорожньої мережі транспортним потоком і дублюванням окремих маршрутів.

На багатьох маршрутах транспортних мереж міста застосовують транспортні засоби однакової пасажиро місткості, не звертаючи уваги на те, що пасажиропотоки на різних маршрутах мають різну величину.

Дані недоліки можна вирішити за рахунок підвищення ефективності функціонування транспортної мережі міста, вдосконалення організації перевезень, застосовувати оптимальну кількість рухомого складу на маршрутах, закріплювати за маршрутами автобуси відповідної пасажиро-місткості.

# 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика системи громадського транспорту міст

Урбанізація, крім усього іншого, характеризується зростанням числа поїздок в міських районах. Міста традиційно відповідають на зростання мобільності розвитком транспортних засобів, просторових форм та інфраструктури. У розвинених країнах світу міські просторові структури з опорою на автомобіль діляться на чотири основні типи: повністю моторизовану мережу, яка залежить від кількості особистого автотранспорту населення міста; слабкий центр, де багато видів життєдіяльності знаходяться на периферії; сильний центр, який має високу щільність міських центрів з добре розвинутою системою громадського транспорту; мережу з обмеженим трафіком, переважно в центрі міста і в години пік.

Міський транспорт включає три широкі категорії перевезень: громадські, індивідуальні та вантажні перевезення. У той час як пасажирські перевезення є результатом численних індивідуальних рішень, основа на різних обґрунтуваннях, вантажні перевезення є результатом спільних рішень вантажовласників і постачальників транспортних послуг. У ряді випадків, пасажирські і вантажні перевезення доповнюють один одного, але іноді можуть конкурувати між собою.

Метою громадського транспорту є надання загальнодоступних послуг населенню в мобільності в певній частині міста. Його ефективність заснована на перевезеннях великої кількості пасажирів та досягненні економії на масштабі діяльності. Громадські перевезення здійснюються з використанням трамваїв, автобусів, тролейбусів, метро, електропоїздів і поромів [1].

Індивідуальний транспорт надає послуги мобільності, яка є результатом особистого вибору засобів, таких як автомобіль, ходьба, велосипед і мотоцикл.

Оскільки міста є домінуючими центрами виробництва, розподілу і споживання товарів, комерційна діяльність (індивідуальна, колективна)

супроводжується великими вантажними перевезеннями. Ці перевезення в основному здійснюються автофургонами і їх переміщенням між виробництвами, розподільними центрами, складами і організаціями роздрібною торгівлі.

Таким чином, швидкий розвиток міст, що відбуваються в багатьох країнах світу тягне за собою збільшення кількості пасажирів і вантажів, які прямують в міських районах. Перевезення, як правило, здійснюються на великі відстані, але досвід показує, що за останні сто років середнє час у дорозі змінилося незначно (від 1 до 1,2 години в день). Це означає, що споживачі послуг перевезення поступово перейшли до більш швидким видам транспорту і, отже, одне і те ж відстань може бути подолано швидше. Були реалізовані на практиці більш ефективні технології транспортних засобів та інфраструктури, в результаті чого сформувалося велика різноманітність систем міського транспорту в світі. Розвинені країни пройшли три основні періоди розвитку міст, і кожен з них був пов'язаний з особливою формою міської мобільності (ходьбою, гужовим транспортом, електротранспортом, автотранспортом).

У науковій літературі мобільність розглядається в соціальному аспекті як проблема справедливості. Частка автомобілів в міських поїздках варіюється в залежності від міської просторової форми, соціального статусу громадянина, його доходів, якості послуг громадського транспорту та можливості парковки. Існують значні відмінності в мобільності в залежності від віку, доходів, статі та стану здоров'я.

Важливу роль у розвитку сучасних міст відіграє громадський транспорт (автобуси, тролейбуси, трамваї, метро, монорейкові залізниці) і муніципальна транспортно-дорожня інфраструктура. Громадський транспорт значно покращує якість життя в міських агломераціях, забезпечуючи безпечно, ефективно і економічне обслуговування пасажирів. Громадський транспорт служить як індивідуальним інтересам окремих громадян, так і колективним інтересам всього населення міста, збільшує особисті можливості і забезпечує особисту мобільність [2].

Громадський транспорт та міські транспортні коридори є природними координаційними центрами для населення міста, забезпечують економічну і соціальну ефективність життєдіяльності, сприяють створенню сильних районних центрів, які є економічно стабільними, безпечними і продуктивними [3, 4, 5]. Коли пасажери використовують громадський транспорт для поїздок, то їх контакти з оточуючими стають тіснішими і комунікативними, а залежність від автомобілів знижується, що сприяє підвищенню рівня фізичної активності.

Громадський транспорт забезпечує економію суспільних витрат, включаючи поточні і одноразові. За розрахунками автора, кожен гривню, інвестований в громадські транспортні проекти, приносить близько 6 грн. економічного ефекту, а кожні 10 млн грн., інвестовані в громадський транспорт, приносять щорічний дохід в 30 млн грн. Вважається, що нерухомість (житлові приміщення, комерційні будівлі та офіси), яка обслуговується громадським транспортом, цінується вище, ніж її аналогічні види, не доступні для громадського транспорту. Міський пасажирський транспорт сприяє державному і муніципальному економічному зростанню, збільшує місцеву клієнтську базу для цілого ряду послуг (роздрібної торгівлі, підприємств громадського харчування, медичних установ, закладів освіти, побутових послуг і т.д.). Даний вид транспорту оживляє райони проживання, збільшує соціальну взаємодію і пішохідну активність, підвищує безпеку, а також допомагає створити відчуття комфортних умов проживання. Так, вважається, що до 2025 року 20% населення розвинених міст буде старше 65 років, і багато хто з них будуть не в змозі управляти особистими автомобілями, що є додатковим драйвером зростання послуг громадського транспорту [6].

## 1.2 Екологічні аспекти використання різних видів транспорту

Негативні наслідки розвитку транспорту на навколишнє середовище розглядаються в трьох аспектах:

- охорона праці соціальних груп, зайнятих в сфері міського пасажирського транспорту (водії, кондуктори та т. д.) (професійні захворювання водіїв, підвищення шкідливого класу праці);

- екологічна безпека учасників дорожнього руху (смерть, каліцтво і отруєння людей, посилення стресових навантажень учасників руху, гіподинамія);

- екологічна безпека соціальних груп і об'єктів, що не користуються послугами окремого виду ГПОТ (витрата енергетичних, матеріальних, земельних водних, повітряного середовища ресурсів, загибель, каліцтво і отруєння людей і живих організмів).

До основних негативних впливів ГПОТ відносять:

- зайнятість території;
- забруднення атмосферного повітря;
- шум;
- вібрація;
- електромагнітне випромінювання.

Розглянемо кожен характеристику більш докладно.

- Зайнятість території.

Актуальною екологічною проблемою є зайнятість території рухомим складом і транспортними спорудами, після ліквідації яких родючість ґрунту відновлюється протягом 30 років.

Транспортні системи займають до 7% території, в містах - до 30%, а в центральних їх частинах - до 70% [7], [8], [9], [10].

Одним з найбільш ефективних виходів із ситуації є раціональне і комплексне використання підземного або надземного простору для розміщення різних транспортних споруд.

- Забруднення атмосфери

Забруднення атмосферного повітря. За різними джерелами складає 56,8 ... 91,4% забруднень атмосферного повітря припадає на частку автомобільного транспорту. Автомобіль випалює значна кількість кисню і викидає в атмосферу еквівалентну кількість діоксиду вуглецю, що сприяє створенню парникового ефекту. В складі вихлопних газів міститься близько 200 шкідливих речовин.

Основними забруднюючими атмосферу речовинами є оксиди вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту, сажа, свинець, діоксид сірки, що впливають на кровоносну, нервову, сечостатеву системи, які призводять до зниження розумових здібностей у дітей, що збільшують сприйнятливність до вірусних захворювань і т. Д. Транспортні затори збільшують викиди токсичних компонентів автомобільних газів.

Дослідження в США показали, що чисте повітря дозволює би скоротити витрати на медицину більш ніж на 2 млрд дол.

Скорочення часу простою автомобілів у світлофорів на 1/3 може зменшити забруднення повітря відпрацьованими газами. Застосування дорогих каталітичних нейтралізаторів на 70% зменшує обсяг шкідливих викидів. Вдосконалені системи допалювання, добавки до палива, електронна система запалювання і заміна бензину на газ, спирти, вуглеводневу паливо не на нафтовій основі, а особливо, на електроенергію та водень, також розглядаються як шляху зменшення шкоди від вихлопних газів. Синтетичні види палива без нафтових компонентів роблять вихлоп чистіше на 40%.

- Шум

Шум - небажані, неприємні звукові коливання, які безладно змінюються в часі. Звукові коливання - акустичні коливання, що лежать в діапазоні частот від 20 Гц до 20000 Гц. Шум характеризується частотою (інтенсивністю) і звуковим тиском.

Шум надає подразнюючу дію, викликає зниження самовладання, впливає на характер прийнятих рішень, знижує увагу в процесі тривалої роботи.

Рівень шуму, утвореного більшістю експлуатованих в країні автобусів, стійкий в межах 85-90 дБА, тролейбусами на рівні 76 дБА. Шум від трамваїв за рівнем аналогічний шуму вантажного транспорту і становить 80-90 дБА. Рівень шуму від поїздів метро в 7 м від осі колії значний і становить 80-85 дБА.

Шум - це будь-який небажаний звук, який надає несприятливий вплив на організм людини. Шум призводить до нервових розладів, шлункових захворювань, втрати слуху і інших хвороб, тобто стає соціальним явищем.

За закордонними даними, транспорт дає 45% міського шуму. Шум від транспорту зростає швидше, ніж його швидкість.

На швидкісних дорогах рівень шуму становить 87 дБ, на магістральних і загальноміських з безперервним рухом - 85 дБ, на магістральних дорогах з вантажним рухом - 84 дБ, в інтенсивному потоці (до 100 тис. од. / добу) - 90-95 дБ. При цьому рівні шуму в 7,5 м від смуги руху пропорційні тридцяти логарифмам швидкості і залежать від марки автомобіля і включеної передачі. Рівень шуму залежить від інтенсивності руху та складу транспортного потоку.

Метрополітен практично не дає шуму для міста, трамвай створює рівень шуму 70 - 80 дБ, залізниця -100- ПО дБ, транспорт на магнітному підвісі - до 60 дБ. Потужними випромінювачами шуму є мости і естакади, але тунель зменшує рівень шуму до 55-65 дБ.

- Вібрація

При русі транспортного засобу виникають коливання, зумовлені неврівноваженими силовими впливами в вузлах і агрегатах рухомого складу, а також зовнішнім змінним впливів від нерівностей дорожнього покриття. Ці коливання передаються через транспортний засіб на дорожнє покриття і ґрунт, і далі на елементи придорожнього простору.

Вібрації, що виникають при русі транспортного засобу, впливають не тільки на водія і пасажирів, а й передаються через дорожнє покриття в навколишній простір. Дослідження показують, що вони можуть перевищувати допустимий для людини рівень на видаленні від проїзної частини до 10 м.

Вібрації, що проникають в житлові приміщення, в результаті цілодобового тривалого впливу можуть також надавати несприятливий вплив на здоров'я людей. Інтенсивні вібрації проникають в будівлі, розташовані в радіусі 70 м по обидва боки від тунелю метрополітену. Джерелом виникнення вібрацій є вплив коліс на рейки, що викликає поширення коливань в різних напрямках. У житлових будинках, віддалених на 40-45 м рівні віброприскорення на основних частотах становлять 27-25 дБ.

Для будівель і споруд, розташованих в безпосередній близькості до трамвайних колій, вібраційні впливи, обумовлені рухом трамваїв, можуть бути істотним фактором, що впливає як на комфортність проживання, так і на міцність будівельних конструкцій. Вібрація при русі трамваїв передається через рейкові шляхи на їх опору і далі через ґрунт до оточуючих споруд, будучи як самостійним джерелом впливу, так і породжуючи шум.

Вібрація пов'язана з плавністю ходу транспортного засобу і оцінюється відчуттями людини, особливо при екстремальних віброприскорення під час руху. Безпечним для здоров'я людини вважається віброприскорення  $0,1 \text{ м / с}^2$ .

- Електромагнітні випромінювання.

Природа електромагнітного випромінювання пов'язана з вихровими електричними і магнітними полями. Їх спільне поле домовилися називати електромагнітними. Електромагнітне поле проявляється в роботі всіх електротехнічних приладів і установок. Основне джерело електромагнітних випромінювань - система запалювання автомобіля і, в першу чергу, свічки, розподільник, високовольтні дроти.

Електромагнітні поля з високою щільністю енергії мають шкідливий вплив безпосередньо на організм людини. Шкідливий вплив електромагнітних випромінювань на людину пов'язане з перенесенням їх енергії. Ступінь впливу визначається кількістю енергії електромагнітних випромінювань в залежності від частоти або довжини хвилі.

Середнє значення напруженості магнітного поля в приміських електропоїздах становить 20, а в трамваях і тролейбусах - 30 мкТл. Ще вище ці



показники на платформах станцій метрополітену - до 50-100 мкТл. У вагонах метрополітену інтенсивність електромагнітного поля досягає 150-200 мкТл, що означає перевищення допустимого рівня опромінення в 1000 разів і більше. Нормована напруженість поля ЕМІ автомобіля не повинна перевищувати в діапазоні 30-1000 МГц значень 34 дБ.

Транспорт є важливою несприятливою компонентною стану навколишнього середовища. Всі види громадського пасажирського транспорту впливають на екологічний стан міста і представляють серйозну небезпеку для життя, здоров'я і майна людей.

Поліпшення містобудування та вдосконалення системи громадського пасажирського повинні бути взаємно пов'язані і спрямовані на зменшення екологічних витрат від його використання.

### **1.3 Проблеми і перспективи розвитку громадського пасажирського транспорту**

Наукові дослідження областей і міст держави дозволили визначити ряд умов їх економічного зростання в постіндустріальній економіці, до яких можна віднести важливість агломерацій і кластерів, диференціації та спеціалізації видів економічної діяльності, розвитку сфери послуг та інфраструктури. Все більшого значення для соціально-економічного розвитку міст мають зростання зайнятості населення, розвиток регіональних і муніципальних інноваційних систем, здатність міст і регіонів бути привабливими для проживання і творчої плідної роботи. Одним з важливих наслідків в проведених дослідженнях є те, що економічні перетворення в напрямку зростання і розвитку регіонів і міст стають все більш залежними від наявності щільного фізичного простору. Всі ці умови можуть бути реалізовані при наявності ефективних і якісних послуг перевезення, транспортних засобів та інфраструктури, зростання мобільності населення та доступності послуг, що надаються. Це, в свою чергу, означає, що громадський транспорт є рушійною силою економічного розвитку регіонів і

муніципалітетів з точки зору мобільності і доступності в цілому, а також в порівнянні з іншими видами транспорту [5, 11, 12].

Громадський транспорт має велику ємність одноразових перевезень з відносно обмеженим попитом на простір. Таким чином, громадський транспорт може бути використаний при досягненні щільності скупчення користувачів послуг перевезення, що є передумовами для реалізації ефекту масштабу і створення сприятливих умов для зростаючого сектора транспортних послуг. У поєднанні з тим, що громадський транспорт часто є більш екологічно безпечним, ніж приватні автомобілі, можна припустити збільшення політичного і соціального інтересу до громадського транспорту в багатьох країнах і містах. Однак існує не так багато досліджень економічних наслідків збільшення питомої ваги перевезень громадським транспортом і його впливу на ріст і розвиток міських округів. Економічні дослідження в цій області спрямовані на аналіз доступності як часу в дорозі і впливу інвестицій в транспортну і дорожню інфраструктуру. Це означає, що існує велика потреба в більш великих і глибоких емпіричних дослідженнях стану та розвитку міського громадського транспорту [5].

Спроби емпірично встановити взаємозв'язок між економічним зростанням регіону або муніципалітету як результативним ознакою і розвитком громадського транспорту як факторингу ознакою відсутні або є необґрунтованими. Це можна пояснити тим, що регіони і муніципалітети епізодично і не послідовно використовують такі функції управління громадським транспортом, як діагностичний аналіз, прогнозування та оптимізація. Основною функцією громадського транспорту є надання послуги перевезення в якості доповнення до особистого автотранспорту, який в даний час домінує в транспортному режимі міст [13].

Функція комплексного планування послуг громадського транспорту майже не здійснюється на регіональному та муніципальному рівнях. Однак існує тенденція посилення уваги до громадського транспорту на обласному рівні, зміни розподілу відповідальності між різними рівнями влади, що

обумовлює більш пильну увагу до комплексного планування та підтримки прийняття рішень в управлінні громадського транспорту. Регіональна влада розуміють, що розвиток громадського транспорту слід планувати і інтегрувати в масштабах всього регіону на основі розробки керівних принципів та інструментів планування. Головною проблемою тут є координація зусиль регіональних і муніципальних властей по використанню територій як простору надання послуг громадського транспорту, розвитку транспортної та дорожньої інфраструктури, більш повного субсидування послуг перевезення населення громадським транспортом [1].

Особливе значення для розвитку міського громадського транспорту має стратегічне планування його послуг як частково суспільного блага в тісному взаємозв'язку з управлінням якістю послуг. При плануванні рівня якості послуг міського громадського транспорту слід оцінити і такі прикладні аспекти розвитку послуг, як визначення необхідного обсягу інвестицій в транспортні засоби і транспортно-дорожню інфраструктуру. Незалежно від джерела надходження фінансових і матеріально-технічних ресурсів, що виділяються на розвиток громадського транспорту, важливо домогтися високої соціально-економічної ефективності їх використання, що само по собі є проблемою через відсутність науково обґрунтованої методики її оцінки [14].

Надання послуг громадського транспорту та як основний, послуги перевезення населення багато в чому залежить від державних субсидій, тому тарифи на послуги і заробітна плата персоналу організацій міського громадського транспорту регулюються.

Інтеграція. В даний час отримують свій розвиток великі багаторівневі міські пасажирські термінали для модальних перевезень. Термінал, в цьому випадку, є центральним місцем з особливим режимом землекористування, під яким розуміється взаємодія муніципального та комерційного використання території. Існують різні рівні інтеграції від простого співпраці влади і бізнесу, до оформлення приватно-державного (муніципального) партнерства зі спільного використання території, де транзит є домінуючим [5, 1].

Проте, існує сильне упередження проти розвитку міського громадського транспорту через негативного сприйняття колективних поїздок. Особиста мобільність є символом статусу і економічного успіху, тому користувачі громадського транспорту сприймаються як найменш успішний сегмент населення. Таке зміщення понять може підірвати імідж навіть ефективних і якісних послуг громадського транспорту серед населення в цілому.

Подальшому розвитку послуг міського громадського транспорту перешкоджає ряд проблем. Так, міста є територіальними утвореннями, що мають високий рівень накопичення і концентрації економічної діяльності і складні просторові структури, які підтримуються міськими системами перевезень. Чим більше місто, тим вище складність і потенціал для порушень в системі міського громадського транспорту, особливо при низькій ефективності муніципального управління. Найбільш важливі проблеми розвитку муніципального транспорту часто пов'язані з міськими районами проживання населення і відбуваються, коли транспортні системи, з цілого ряду причин, не можуть задовольняти численним вимогам міської мобільності. Міське господарство багато в чому залежить від ефективності його транспортної системи по переміщенню пасажирів і вантажів на різних видах міського транспорту та маршрутах. Серед помітних проблем міського громадського транспорту основними є [14]:

- неадекватне попиту на послуги громадського транспорту розвиток дорожньої інфраструктури та маршрутизації перевезень, що обумовлює пробки на дорогах, труднощі парковки громадського транспорту на зупиночних

- пунктах, скорочення суспільного (муніципального) простору через високий і інтенсивного пасажирського трафіку;

- недостатньо висока якість послуг громадського транспорту, включаючи низьку швидкість його руху, безпеку і рівень додаткового сервісу на лінії;

- негативний вплив на навколишнє середовище, особливо автобусів, з точки зору її забруднення вихлопними газами, і шуму від електричних видів транспорту (трамваїв);

– несприятливий фінансовий стан муніципальних транспортних організацій в умовах недостатнього субсидування послуг та низької заробітної плати персоналу.

Незважаючи на високу вартість експлуатації громадського транспорту та інфраструктури, його вплив на зниження пробок і заторів на дорогах невисоко. Цей парадокс пояснюється частково просторовою структурою сучасних міст, яка орієнтована на обслуговування потреб особистості, а не суспільних потреб. Отже, як і раніше, особистий автомобіль залишається переважним видом міського транспорту в розвинених країнах світу. Таким чином, громадський транспорт служить не економічним цілям, а виконує соціальну функцію забезпечення доступності та соціальної справедливості для людей із середнім і низьким рівнем доходів.

#### **1.4 Висновки та поставника завдань до кваліфікаційної роботи**

Проаналізувавши проблеми і перспективи розвитку громадського пасажирського транспорту, зокрема екологічні проблеми ми дійшли висновку, що в дипломній роботі магістра потрібно:

- розробити загальні основи розвитку міського пасажирського транспорту;
- проаналізувати міську мережу громадського транспорту м. Тернополя та визначити основні її характеристики;
- сформулювати маршрутну мережу міста з врахуванням основних рекомендацій та параметрів, розрахованих в аналітико-дослідницькому розділі;
- вибрати та обґрунтувати рухомий склад для забезпечення перевезення заданої кількості пасажирів на розробленій маршрутній мережі міста;
- розрахувати основні техніко-економічні показники роботи рухомого складу на маршруті та скласти графік його руху;
- розглянути питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях на транспорті.

## 2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Загальні основи розвитку міського пасажирського транспорту

Розвиток системи міського громадського транспорту в світі здійснюється за такими напрямками, як стратегічне і оперативне управління, управління посадкою і висадкою пасажирів, планування і проектування зупиночних пунктів маршруту громадського транспорту, організація і планування руху громадського транспорту на маршруті, оперативне регулювання руху громадського транспорту на основі сигналів світлофорів, організація непрямих заходів з підтримки громадського транспорту.

I. Стратегічне і оперативне управління послугами міського громадського транспорту являє собою планування стратегій і операцій, які можна використовувати для поліпшення якості та ефективності транспортного обслуговування.

1. Стратегічне і оперативне управління міського громадського транспорту. Планування громадського транспорту є багаторівневим процесом, який починається з політики стратегічних рішень і закінчується розробкою детальних графіків руху громадського транспорту на конкретних маршрутах. Процес планування залежить від конкретного транспортного оператора в кожному виді громадського транспорту, маршруту руху і дорожньо-транспортної інфраструктури.

1.1. Стратегічне планування міського громадського транспорту включає планування його ресурсного потенціалу, мережі міських транспортних маршрутів і власне кожного маршруту руху даного виду громадського транспорту. Так, планування маршруту полягає у визначенні деяких найбільш важливих послуг, пов'язаних з пріоритетом громадського транспорту та забезпечення збалансованості багатьох суперечать цілей для створення успішного продукту. Наприклад, введення додаткового зупинкового пункту на маршруті руху автобуса робить маршрут громадського транспорту більш

привабливим, але уповільнює його рух і збільшує експлуатаційні витрати. Два ключові моменти приймаються до уваги при плануванні процесу перевезення пасажирів: швидкість руху транспортного засобу на маршруті і надійність послуг, що надаються перевезення.

## 2. Реалізація пріоритетних програм розвитку громадського транспорту.

Пріоритетні програми розвитку громадського транспорту можуть бути реалізовані індивідуально або як частина узгоджених програм. Багато міст світу використовували один з наступних підходів в розвитку громадського транспорту: швидкісні маршрути громадського транспорту; загальноміські програми пріоритетного розвитку громадського транспорту на всіх маршрутах його руху; пріоритетні програми модернізації транспортних засобів, дорожньо-транспортної інфраструктури на конкретних маршрутах.

2.1. Рівні реалізації програм. Проведеними автором дослідженнями програм розвитку міського громадського транспорту в розвинених країнах встановлено наявність п'яти різних рівнів їх реалізації, починаючи від обмеженого застосування окремих поліпшень до комплексного використання їх повного спектра по всій мережі громадського транспорту. Слід підкреслити, що не існує жорстких правил для класифікації цих рівнів, які ілюструють заходи пріоритетних програм розвитку громадського транспорту в різних ситуаціях.

Так, обмежений рівень реалізації програм розвитку громадського транспорту є спеціальним проектом модернізації окремих елементів транспортних засобів, реформування дорожньо-транспортної інфраструктури і маршрутів перевезення пасажирів системи громадського транспорту. Як правило, ці спеціальні проекти складаються з окремих поліпшень проїжджої частини, або змін в правилах дорожнього руху, або підвищення якості транспортного обслуговування.

## Рівні реалізації програми розвитку громадського транспорту

Рівень реалізації	Склад заходів програми розвитку
Обмежений	Модернізація окремих елементів транспортних засобів, трансформація дорожньої інфраструктури міста і маршрутів перевезення
На окремому маршруті	Розроблення загальних заходів по покращенню перевезень пасажирів в сегментах маршруту або вздовж усього маршруту
На окремій території	Впровадження удосконалень в межах міського простору
В окремій системі	Впровадження всіх типів покращень в окремій системі громадського транспорту
Комплексний	Впровадження комплексних покращень у всій системі громадського транспорту

Так як більшість окремих заходів викликає лише деяке прискорення перевезень і підвищення якості обслуговування, проте вони можуть бути корисними для конкретних маршрутів і процесів (операцій) управління.

Обмежений рівень реалізації програм розвитку громадського транспорту не є в повній мірі ефективним.

Рівень реалізації програм розвитку громадського транспорту на окремому маршруті руху включає розробку спільних заходів щодо поліпшення перевезень пасажирів в сегментах маршруту або уздовж всього маршруту.

Прикладами цих заходів є створення виділених смуг для громадського транспорту, скорочення зупиночних пунктів на маршруті руху з метою підвищення швидкості перевезень. Багато муніципалітети проводять дослідження, спрямовані на виявлення резервів поліпшень систем громадського транспорту і розробку заходів щодо підвищення швидкості обслуговування на маршрутах і ефективності [54, 63].



Рівень реалізації програм розвитку громадського транспорту на окремій території міста полягає у впровадженні поліпшень на конкретному міському просторі. Ці поліпшення можуть бути розподілені по декількох маршрутах громадського транспорту на певних вулицях, мікрорайонах, поблизу автобусних станцій, метро і т.д. Наприклад, обмеження руху в окремих частинах міста (найчастіше, в адміністративному центрі або його історичній частині) стає все більш популярним методом поліпшення якості життя населення цієї території і залучення туристичних потоків.

Рівень реалізації програм розвитку громадського транспорту в окремій його системі (автобусних перевезень, трамвайних та тролейбусних, метро) полягає у впровадженні всіх типів поліпшень в цій системі громадського транспорту. Дані поліпшення є надзвичайно капіталомісткими і вимагають субсидування регіональними або федеральними органами управління [14].

Комплексний рівень реалізації програм розвитку громадського транспорту має наступні аспекти: реалізацію таких пріоритетних поліпшень, як, наприклад, виділені смуги для громадського транспорту і модернізація транспортних засобів, оптимізація та координація транспортної мережі і системи управління перевезеннями, що сприяє суттєвому підвищенню якості перевезень і сервісу, а також їх соціально-економічної ефективності.

2.2. Проблеми реалізації програм розвитку міського громадського транспорту. У багатьох містах світу здійснюються пріоритетні програми часткового реформування системи громадського транспорту, проте існують приклади зневажливого ставлення до вирішення таких проблем, як відсутність органів централізованого управління маршрутами, поганий стан дорожньо-транспортної інфраструктури, нерациональне використання міського простору. Реалізація багатьох поліпшень є проблемою для муніципалітетів і транспортних операторів. Так, наприклад, більшість міських доріг мають фіксований обсяг простору, доступного для їх відводу під громадський транспорт. Ці дороги не можуть бути розширені, щоб забезпечити простір для виділених смуг руху громадського транспорту за рахунок простору, відведеного для руху особистого

автотранспорту. У зв'язку з цим, є важливим просвіта населення про переваги громадського транспорту як більш ефективного в сучасних міських умовах [14].

Стратегічне мислення і раціональне управління трафіком пасажирів є способами вирішення проблем громадського транспорту на основі визначення мети й координації діяльності різних відомств, що мають неоднакові цілі. Наприклад, метою багатьох технічних служб автотранспортних підприємств є розробка графіків руху транспортних засобів на маршруті, а метою муніципалітетів - зниження заторів (пробок) на дорогах.

Обидві групи повинні навчитися працювати разом для досягнення спільної мети найбільш раціонального і оптимального використання простору вулиці.

Проблема суперечливості цих цілей стає ще більш гострою, коли доповнюється цілями інших зацікавлених організацій, наприклад, служб міського благоустрою. Таким чином, є наступні проблеми реалізації програм розвитку міського громадського транспорту, які включають труднощі координації між установами і відомствами, тиск користувачів особистих автотранспортних засобів, погане розуміння населенням переваг громадського транспорту, опір змінам з боку автотранспортних підприємств і міського населення [63].

3. Формування операційних центрів громадського транспорту. Операційні центри виконують такі функції управління громадським транспортом, як моніторинг руху транспортних засобів на маршрутах і зворотний зв'язок з водієм і пасажирами. Операційні центри відіграють важливу роль в наданні сприяння для дотримання розкладу і інтервалів руху громадського транспорту. У разі порушень графіків руху співробітники центрів приймають рішення щодо можливого частковій зміні маршруту, швидкості та напрямку перевезення.

Існують такі системи зв'язку, надання інформації та інструкцій для водіїв і пасажирів громадського транспорту, як системи спостереження за транспортними засобами, надання інформації про розташування всіх

транспортних засобів у системі, облік і контроль порушень, запасні транспортні засоби для заміни на маршрутах.

Діяльність операційних центрів спрямована на підвищення якості послуг громадського транспорту в режимі реального часу і раціональних змін у його маршрутизації. Ця діяльність є найбільш ефективною, коли транспортна система працює в цілому стабільно. Труднощі поліпшення транспортного обслуговування пасажирів мають місце у випадках порушення графіків перевезень через затори на дорогах і інцидентів на маршрутах. Однак ці труднощі можуть бути подолані, коли управління перевезеннями здійснюється на логістичних принципах координації діяльності, інтеграції управління і оптимізації маршрутів [45, 63].

II. Управління посадкою і висадкою пасажирів громадського транспорту є підготовчо-заклучних технологічними операціями щодо включення клієнтів в процес перевезення і їх виключення з нього.

Великий вплив на ефективність транспортної системи і задоволеність клієнтів громадського транспорту надає управління посадкою і висадкою пасажирів. Найбільша різниця між використанням особистого автомобільного та громадського транспорту полягає в тому, що громадський транспорт не може здійснити доставку пасажирів до пункту призначення, в той час як приватні автомобілі доставляють пасажирів без зупинки з пункту відправлення в пункт призначення. Ключовим фактором у підвищенні привабливості громадського транспорту є скорочення часу на посадку пасажирів і їх висадку. Загальна кількість часу, що витрачається на посадку і висадку, залежить від кількості пасажирів і таких факторів, як існуюча система оплати проїзду, число дверей в транспортному засобі, параметри його салону і дизайн інтер'єру [23]. Крім того, на ефективність перевезень і задоволеність клієнтів впливають такі два додаткових фактора, як кількість і зручність зупиночних пунктів.

1. Існуюча система збору плати за проїзд впливає на швидкість і ефективність громадського транспорту. У багатьох зарубіжних країнах існує практика попереднього придбання проїзних квитків на станціях, тому час

придбання квитків і їх пред'явлення екіпажу транспортного засобу збільшує час перебування на станції і уповільнює обслуговування. Метод збору плати за проїзд також істотно впливає на привабливість пасажирських перевезень, хоча і не пов'язаний з ефективністю громадського транспорту. Ускладнений комплекс тарифів і систем продажу квитків не сприяють привабливості послуг міського громадського транспорту, а прості системи, навпаки, сприяють більшій кількості людей використовувати громадський транспорт. Процес, а точніше операція оплати проїзду складається з двох окремих видів: оплати проїзду (отримання проїзного квитка), і його пред'явлення персоналу (екіпажу) транспортного засобу. Існують кілька основних підходів до цього процесу: бортовий збір плати за проїзд, попередня оплата проїзду та змішані системи оплати.

У бортових системах оплати проїзду пасажир може купувати квиток у водія транспортного засобу або пред'являти водієві попередньо придбаний квиток. У цих випадках водій бере участь в підготовчому процесі перевезення пасажирів. Основна проблема з даним методом збору плати за проїзд полягає в тому, що кожен пасажир взаємодіє з водієм, що уповільнює процес його посадки.

Попередня оплата проїзду виключає взаємодія пасажирів з екіпажем транспортного засобу. Це дозволяє значно скоротити час посадки і підвищує ефективність роботи. Основна проблема з подібною системою оплати проїзду полягає в можливій наявності безквиткового проїзду.

Змішані системи оплати проїзду розроблені для особливих ситуацій і припускають використання нових технологій, таких як смарт-карти. Застосування смарт-карт є очевидним нововведенням на громадському транспорті. Одним з ключових конструктивних параметрів для систем смарт-карт є скорочення часу включення пасажирів в процес перевезення.

2. Число дверей в транспортному засобі. Чим більше дверей, які можна використовувати для посадки і висадки, тим менше часу транспортний засіб загального користування буде витрачати на зупинках. Число дверей, яке можна

використовувати залежить від фактичного (проектного) числа дверей і системи оплати проїзду. Існують такі недоліки у використанні дверей автотранспортного засобу, як блокування водієм ближній або дальній від нього двері [30].

### 3. Параметри салону автотранспортного засобу та дизайн його інтер'єру.

Багато сучасні засоби громадського транспорту, автобуси і трамваї мають низьку підлогу для посадки і висадки пасажирів. Це значно полегшує посадку і висадку для пасажирів з обмеженими фізичними можливостями, дітей та людей похилого віку громадян. Мають значення в дизайні салону автотранспортного засобу висота стелі, раціональне поєднання сидячих і стоячих місць, підігрів сидінь в зимовий час, кондиціонування салону в літню пору, площа поверхні вікон, чистота салону, наявність поручнів для пасажирів, які стоять і т.д. [30].

III. Планування і проектування зупиночних пунктів маршруту громадського транспорту. Розміщення станцій і зупинок має вирішальне значення для розвитку громадського транспорту, тому що воно є елементом тому введення клієнта в транспортну систему і має суттєвий вплив на операційну ефективність транспортних організацій. Однак конструкція і розташування станцій і зупинок впливають на збалансованість різних потреб клієнтів і транспортних організацій. На стратегічному рівні збільшення числа зупинок підвищує доступність послуг громадського транспорту, але також веде до більш високих витрат транспортних операторів і знижує швидкість перевезень. На оперативному рівні розміщення зупинок в умовах перевантаженості центру міста визначається вибором між задоволенням потреби клієнтів в перевезеннях і збереженням вільного простору для інших видів діяльності.

1. Розташування та конфігурація зупинок громадського транспорту впливає на швидкість перевезень. Так, швидкість перевезень може бути значно підвищена при переміщенні зупинок в місця з більш сприятливою дорожньо-транспортною ситуацією (наприклад, у видаленні від перехресть). Питання конструкції зупинок, заснованої на ергономіці і розрахунку потоків прибувають

і відбувають пасажирів, також мають вирішальне значення для прискорення руху громадського транспорту і підвищення задоволеності пасажирів. Нарешті, усунення або консолідація зупинок скорочує час у дорозі і знижує експлуатаційні витрати транспортних організацій, але, одночасно, знижує доступність громадського транспорту [82].

Слід визначити ключові аспекти розташування зупинок транспорту щодо сітки вулиць і головної дороги маршруту руху громадського транспорту. По-перше, зупинки повинні бути розташовані якомога ближче до місць найбільшої щільності потоків населення. Часто найкращим місцем для зупинок громадського транспорту є пішохідні переходи або перехрестя вулиць. Це надає пасажирам можливість легко продовжити свій рух по тротуарах або здійснити пересадку. При виборі місця зупинки слід враховувати психологію пішоходів, які вибирають найкоротший шлях для продовження поїздки. Є три основні варіанти для розміщення зупинок по відношенню до сітки вулиць: зупинка знаходиться між перетинами вулиць, зупинка знаходиться перед їх перетином, зупинка знаходиться після перетину. Існують переваги і недоліки кожного з трьох варіантів місця розміщення зупинок громадського транспорту, які слід враховувати при проектуванні і експлуатації зупинок [82].

Зупинки громадського транспорту повинні бути розташовані досить близько, щоб потенційні пасажирів могли легко дістатися до них, але досить далеко один від одного так, щоб транспортний засіб загального користування не витрачає час на зайві пункти зупинки. Це нестійке рівновагу слід враховувати при плануванні зупинок на маршруті, хоча майже в усіх випадках зупинки громадського транспорту знаходяться

занадто близько один до одного.

2. Конфігурація зупинок громадського транспорту також впливає на швидкість перевезень. Існує кілька основних варіантів конфігурації зупинок міського транспорту: розширення проїжджої частини та створення відступу поруч із зупинкою для збереження інтенсивності руху іншого транспорту,

створення піднятих платформ для пасажирів, які очікують транспортний засіб, розташування зупинки на узбіччі проїжджої частини.

3. Основні фактори планування зупиночних пунктів руху громадського транспорту. Одним з найбільш важливих параметрів при плануванні зупинок є число потенційних пасажирів громадського транспорту, яке визначає тип зупинки, її конфігурацію і конструктивні особливості, що впливають з вимог клієнтів і визначають їх задоволеність послугами, в даному разі, не послугами перевезення, а додатковим сервісом.

Основними елементами автобусної зупинки є знак автобусної зупинки, посадочний майданчик з сидячими місцями, пішохідний доступ до зупинки, графіки руху маршрутів, урна для сміття. Ці основні елементи необхідні на будь-якій автобусній зупинці незалежно від характеру автобусного сполучення, знак автобусної зупинки повинен бути надійно закріплений, легко видно водієві автобуса і вказувати на муніципальний або приватний статус транспортного оператора. Розміри посадкової площадки будуть залежати від потоку потенційних пасажирів. На автобусній зупинці повинна оновлюватися інформація про графік руху автобуса, його маршруті [82].

Забезпечення пасажирських зручностей на автобусній зупинці, підвищення безпеки і комфорту грають важливу роль в рішенні про вибір громадського транспорту. Основні зручності включають забезпечення освітлення на автобусних зупинках, озеленення її простору, наявність навісу.

IV. Організація і планування руху громадського транспорту на маршруті. Ключовою проблемою перевезень пасажирів на громадському транспорті є наявність заторів (пробок) на маршруті його руху. Є багато методів, які можна використовувати, для зменшення заторів на дорогах громадського транспорту. Кращим підходом для вирішення цієї проблеми є надання права ексклюзивного проїзду громадського транспорту, що вимагає великих витрат і є важко реалізованим проектом в умовах недостатнього розвитку дорожньо-транспортної інфраструктури. Якщо це право не може бути надано, то існують інші методи вирішення даної проблеми, наприклад, надання виділених смуг.

Можуть бути використані складні методи управління трафіком, включаючи графічні та економіко-математичні моделі, для забезпечення пріоритету громадського транспорту і мінімізації збитку для інших учасників дорожнього руху. В цілому, можна запропонувати наступні методи подолання заторів на маршрутах руху громадського транспорту [74]:

- зміна правил дорожнього руху за рахунок додавання або видалення їх окремих положень;

- надання окремих ексклюзивних прав для виняткового використання громадським транспортом частини вулиць (провулків);

- створення транзитних центрів, розташованих в ділових, адміністративних центрах міста або в місцях перетину різних видів громадського транспорту;

- розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури, призначеної для руху громадського транспорту;

- розробка інформаційно-комунікаційних технологій і програмних продуктів з управління рухом громадського транспорту.

Однак проведені в цій області дослідження доводять високу ефективність прийняття комплексних рішень і відповідних їм методів в подоланні пробок і заторів на маршрутах руху громадського транспорту, які використовують всю сукупність існуючих методів і моделей.

V. Оперативне регулювання руху громадського транспорту на основі сигналів світлофорів. Пріоритетне рух громадського транспорту може бути забезпечено на основі управління світлофорами. Деякі світлофори також забезпечують пріоритет для руху машин аварійних служб з використанням аналогічних методів. Надання пріоритету для автобусів і трамваїв на основі сигналів світлофорів є ефективним способом скоротити час і підвищити надійність доставки пасажирів, що дозволяє зробити громадський транспорт більш привабливим для клієнтів і скоротити експлуатаційні витрати [82].

Регулювання руху сигналами світлофора є комплексним підходом до вдосконалення міської транспортної системи і означає проектування системи



світлофорів таким чином, щоб спалахував зелений сигнал при наближенні автобуса або трамвая. Проектування подібної системи світлофорів є складним, так як необхідно враховувати інтереси інших важливих користувачів (наприклад, пішоходів) і геометрію вулиць. Існують два основні підходи для забезпечення сигнального пріоритету громадського транспорту:

- у пасивній системі регулювання сигналів світлофорів надається «зелена вулиця» в разі руху громадського транспорту строго за графіком з постійною швидкістю;

- у активній системі регулювання сигналів світлофорів в режимі реального часу забезпечується зелений сигнал при наближенні транспорту загального користування.

VI. Організація непрямих заходів з підтримки громадського транспорту. Основною метою цих заходів є підвищення впорядкованості міських територій, створення більшої позитивної динаміки міського середовища і, таким чином, збільшення попиту на послуги громадського транспорту. Дані заходи можна систематизувати за такими видами:

- обмеження дорожнього руху і благоустрій вулиць. Існують різноманітні методи для зниження швидкості і / або обсягу трафіку з використанням на даній проїжджій частині. Обмеження руху допомагає створити середовище, де населення може безпечно і зручно переміщатися, в тому числі, і на велосипедах в умовах низької інтенсивності і малого трафіку. Найбільш поширеними методами зниження інтенсивності руху та швидкості транспортних засобів є «лежачі поліцейські», підняті переходи,

  - пішохідні зони і т.д. ;

- розвиток велосипедного транспорту. Для коротких поїздок велосипеда представляють собою привабливу альтернативу використанню автотранспорту. Для далеких поїздок вони можуть доповнювати громадський транспорт, забезпечуючи доступ до станцій і зупинок;

- управління парковками. У багатьох випадках рішення про поїздку на громадському транспорті або особистому автомобілі зводиться до наявності

паркувального місця в пункті призначення. Муніципальна влада мають прямий контроль над парковками в місті. Політика управління парковками може бути основним інструментом заохочення використання громадського транспорту і зниження заторів на дорогах;

– стягування плати за в'їзд. Застосування певних схем справляння плати за в'їзд служить мірою непрямого заохочення використання громадського транспорту і є методом управління попитом на перевезення. Існуючі технології дозволяють розробити оптимальну схему ціноутворення на в'їзд, рух по окремих вулицях і парковку в залежності від типу транспортного засобу, часу його використання і швидкості з метою пріоритетного використання громадського транспорту.

Виконання розглянутих функцій управління міським громадським транспортом вимагає їх раціонального розподілу за рівнями та видами суб'єктів управління, що включає муніципальні (міські та районні) органи влади, транспортні оператори і асоціації споживачів послуг громадського транспорту (населення). Метою реалізації функцій управління послугами громадського транспорту є формування задоволеності споживачів - існуючих і потенційних пасажирів, споживачів послуги перевезення та сервісу [81].

## **2.2 Аналіз транспортної мережі міста Тернополя**

При формуванні маршрутної мережі міста однією із задач, яку необхідно вирішити, є прокладання маршрутів. Маршрути повинні прокладатися по найкоротшим відстаням між транспортними районами. Для визначення найкоротших відстаней існує багато математичних методів та комп'ютерних програм. При виконанні розрахунково-графічної роботи найкоротші відстані розраховуємо за допомогою методів потенціалів.

Розрахунок проводимо для вершини №1. Присвоюємо даній вершині потенціал 0. Потенціали вершин, які межують з даною вершиною, розраховуються за формулою:

$$V_{ij} = V_i + l_{ij}, \quad (2.1)$$

де  $V_{ij}$  – потенціал вершини  $j$ , що визначається відносно вершини  $i$ ;

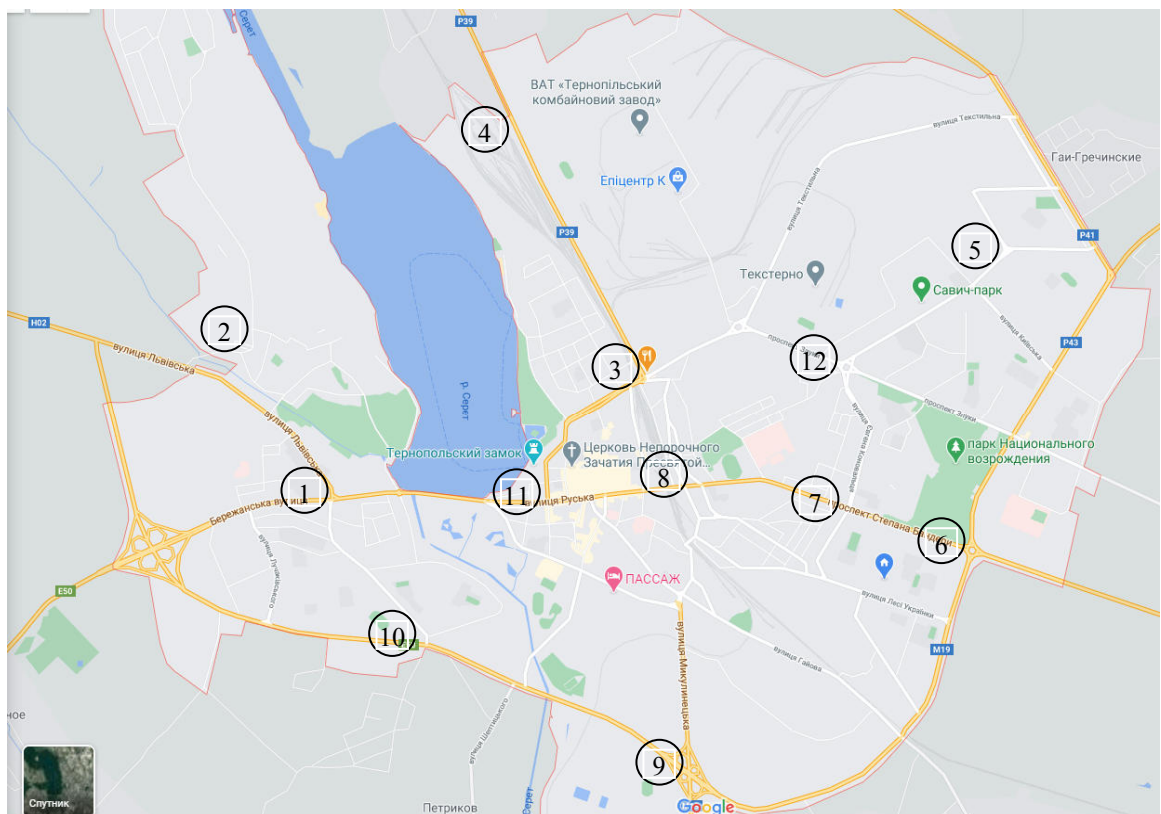
$V_i$  – потенціал, присвоєний вершині  $i$ ;

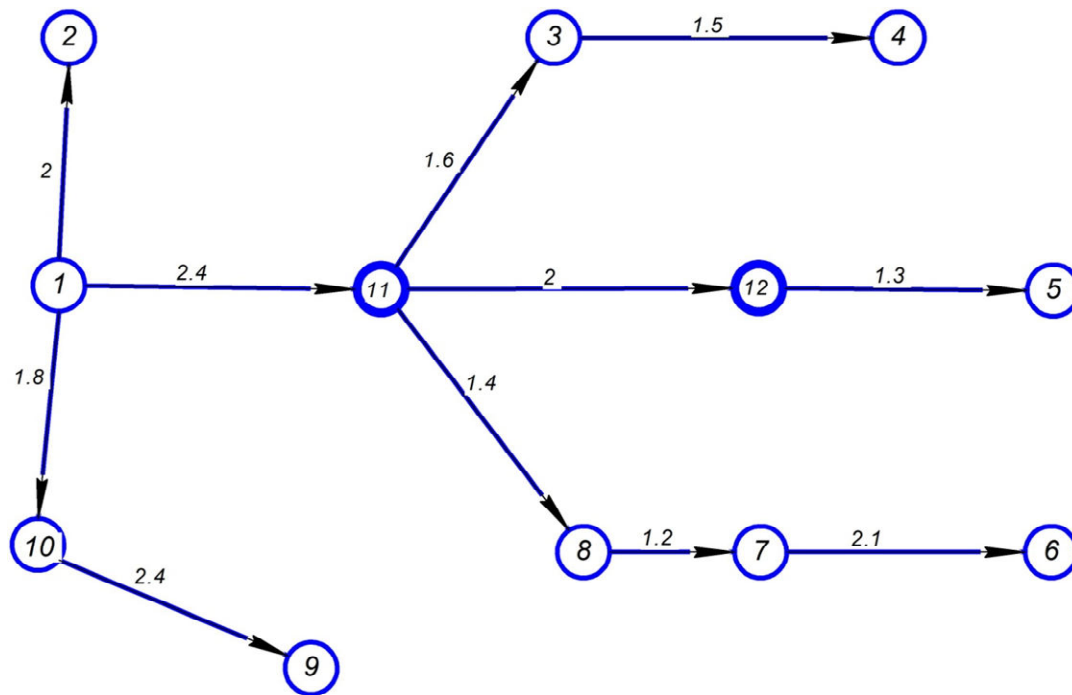
$l_{ij}$  – відстань між вершинами  $i$  та  $j$ .

Серед розрахованих потенціалів обираємо той, який має найменше значення. Даний потенціал присвоюємо відповідній вершині, а ланку на графі позначаємо стрілкою. Таким же чином розраховуємо потенціали вершин, які є сусідніми для обраної.

Аналогічно проводимо розрахунки потенціалів для інших вершин. Результати розрахунків найкоротших відстаней для вершин №1 представлені на рисунку 2.1.

Аналогічно проводяться розрахунки для інших вершин і результати заносяться до таблиці 2.1.





б)

Рисунок 2.1 – Орієнтований граф транспортної мережі для вершини №1

Таблиця 2.1 – Розширена матриця найкоротших відстаней

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	2	4	5,5	5,7	7,1	5	3,8	4,2	1,8
		1-2	1-11-3	1-11-3-4	1-11-12-5	1-11-8-7-6	1-11-8-7	1-11-8	1-10-9	1-10
2	2	-	3,4	4,9	6,7	8,2	8	6,8	6,2	3,8
	2-1		2-3	2-3-4	2-3-4-5	2-3-4-5-6	2-1-10-8-7	2-1-10-8	2-1-10-9	2-1-10
3	4	3,4	-	1,5	3,3	4,8	4,5	3	5,2	3,6
	3-11-1	3-2		3-4	3-4-5	3-4-5-6	3-12-7	3-11-8	3-11-8-9	3-11-10
4	5,5	4,9	1,5	-	1,8	3,3	4,1	5	7,2	8
	4-3-11-1	4-3-2	4-3		4-5	4-5-6	4-12-7	4-12-7-8	4-12-7-8-9	4-12-11-8-10
5	5,7	6,7	3,3	1,8	-	1,5	3,6	4,7	6,9	5,3
	5-12-11-1	5-4-3-2	5-4-3	5-4		5-6	5-6-7	5-12-11-8	5-12-11-8-9	5-12-11-10
6	7,1	8,2	4,8	3,3	1,5	-	2,1	3,3	5,5	6,3
	6-7-8-11-1	6-5-4-3-2	6-5-4-3	6-5-4	6-5		6-7	6-7-8	6-7-8-9	6-7-8-10
7	5	8	4,5	4,1	3,6	2,1	-	1,2	3,4	4,2
	7-8-11-1	7-8-10-1-2	7-12-3	7-12-4	7-6-5	7-6		7-8	7-8-9	7-8-10
8	3,8	6,8	3	5	4,7	3,3	1,2	-	2,2	3
	8-11-1	8-10-1-2	8-11-3	8-7-12-4	8-11-12-5	8-7-6	8-7		8-9	8-10
9	4,2	6,2	5,2	7,2	6,9	5,5	3,4	2,2	-	2,4
	9-10-1	9-10-1-2	9-8-11-3	9-8-7-12-4	9-8-11-12-5	9-8-7-6	9-8-7	9-8		9-10
10	1,8	3,8	3,6	8	5,3	6,3	4,2	3	2,4	-
	10-1	10-1-2	10-8-11-12-4	10-11-12-4	10-11-12-5	10-8-7-6	10-8-7	10-8	10-9	

### 2.3. Визначення кореспонденцій на вулично-дорожній мережі.

Різні аналітичні моделі визначення пасажиропотоків дають змогу отримувати і оцінювати інформацію щодо кількісного та якісного складу міжрайонних кореспонденцій. Найбільш адаптованою для більшості типів транспортних мереж є гравітаційна модель розподілу пасажиропотоків, в основу якої закладена гіпотеза про те, що міжрайонні кореспонденції є деякою функцією від ємності транспортних районів по відправленню і прибуттю та відстаней між ними:

$$H_{ij} = HO_i, HP_j, c_{ij}, \quad (2.2)$$

де  $HO_i$  – ємність і-го району по відправленню, тис. чол.;  $HP_j$  – ємність j-го району по прибуттю, тис. чол.;  $C_{ij}$  – трудність сполучення пасажирів між транспортними районами.

Дана модель розраховується за формулою:

$$H_{ij} = HO_i \cdot \frac{HP_j \cdot c_{ij} \cdot k_j}{\sum_{j=1}^n HP_j \cdot c_{ij} \cdot k_j}, \quad (2.3)$$

де  $n$  – кількість транспортних районів;  $k_j$  – коефіцієнт балансування.

Трудність сполучення пасажирів між транспортними районами  $c_{ij}$  розраховується за залежністю:

$$c_{ij} = \begin{cases} c_{neu}, & \text{якщо } i = j \\ l_{ij}^{-1}, & \text{якщо } i \neq j \end{cases}, \quad (2.4)$$

де  $i, j$  – номери транспортних районів;  $c_{niu}$  – коефіцієнт тяжіння до внутрішньо районних пішохідних кореспонденцій, у розрахунках  $c_{niu}$  прийняти за залежністю:

$$c_{niu} = 0,01 + 0,01 \cdot N_{ост}, \quad (2.5)$$

де  $N_{ост}$  - остання цифра залікової книжки,  $N_{ост} = 6$

Аналогічно розраховуємо інші значення  $c_{ij}$  і результати розрахунків заносимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Трудність сполучення пасажирів між транспортними районами  $c_{ij}$

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,07	0,5	0,25	0,18	0,17	0,14	0,2	0,26	0,23	0,55
2	0,5	0,07	0,29	0,2	0,14	0,12	0,12	0,14	0,16	0,26
3	0,25	0,29	0,07	0,66	0,3	0,2	0,22	0,33	0,19	0,27
4	0,18	0,2	0,66	0,07	0,55	0,3	0,24	0,2	0,13	0,12
5	0,17	0,12	0,3	0,55	0,07	0,66	0,27	0,21	0,14	0,18
6	0,14	0,12	0,2	0,3	0,66	0,07	0,47	0,3	0,18	0,15
7	0,2	0,12	0,22	0,24	0,27	0,47	0,07	0,83	0,29	0,23
8	0,26	0,14	0,33	0,2	0,21	0,3	0,83	0,07	0,45	0,33
9	0,23	0,16	0,19	0,13	0,14	0,18	0,29	0,45	0,07	0,41
10	0,55	0,26	0,27	0,12	0,18	0,15	0,23	0,33	0,41	0,07

Розрахунок матриці кореспонденцій здійснюється в декілька ітерацій. На першій ітерації розрахунку матриці значення коефіцієнта балансування приймається  $k_j^p = 1$ . Для спрощення розрахунків вводимо позначення проміжної матриці  $D_{ij}^p$  на  $p$ -ій ітерації, елементи якої розраховуються за залежністю:

$$D^p_{ij} = HP_j \cdot c_{ij} \cdot k_j^p, \quad (2.6)$$

Аналогічно розраховуємо інші значення  $D^l_{ij}$  і результати розрахунків заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Проміжна матриця  $D^l_{ij}$

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	70	650	375	450	323	196	260	520	552	935
2	500	91	435	500	266	168	156	280	384	442
3	250	377	105	1650	570	280	286	660	456	459
4	180	260	990	175	1045	420	312	400	312	204
5	170	182	450	1375	133	924	351	420	336	306
6	140	156	300	750	1254	98	611	600	432	255
7	200	156	330	600	513	658	91	1660	696	391
8	260	182	495	500	399	420	1079	140	100	561
9	230	208	285	325	266	252	377	900	168	597
10	550	338	405	300	342	210	299	660	984	119

З урахуванням введення позначення проміжної матриці  $D^p_{ij}$  залежність (2.3) прийме наступний вигляд:

$$H^p_{ij} = HO_i \cdot \frac{D^p_{ij}}{\sum_{j=1}^n D^p_{ij}} \quad (2.7)$$

Аналогічно розраховуємо інші значення  $H^l_{ij}$  і результати розрахунків заносимо до таблиці 2.4.



Таблиця 2.4

Матриця міжрайонних кореспонденцій  $H^l_{ij}$ 

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	36	330	190	229	164	100	132	264	280	475
2	326	59	284	326	173	109	102	182	250	288
3	74	111	31	486	168	82	84	194	134	135
4	34	4	184	33	195	78	58	74	58	38
5	55	59	145	444	43	298	113	136	108	99
6	58	64	124	310	518	41	253	248	179	105
7	6	53	112	204	174	224	31	564	237	133
8	86	60	164	166	133	140	359	47	359	186
9	130	118	161	184	151	143	214	510	95	395
10	183	112	135	100	114	70	100	220	327	40

Результати отриманих розрахунків ММК повинні задовольняти наступні умови:

$$\sum_{j=1}^n HO_i = \sum_{j=1}^n HP_j, \quad (2.8)$$

$$HO_i = \sum_{j=1}^n H_{ij}, \quad (2.9)$$

$$HP_j = \sum_{i=1}^n H_{ij}, \quad (2.10)$$

$$\sum_{i=1}^n HO_i = 16980 \text{нас}$$

$$\sum_{j=1}^n HP_j = 16980 \text{нас}$$

Результати порівнянь по умовах 2.9, 2.10 представлені в таблицях 2.5 і 2.6.

Таблиця 2.5

Результати порівнянь значень  $HO_i$

№ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$HO_i$	2200	2100	1500	800	1500	1900	1800	1700	2100	1400
$HO_i^1$	2200	2100	1500	800	1500	1900	1800	1700	2100	1400

Таблиця 2.6

Результати порівнянь значень  $HP_i$

№ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$HP_i$	1000	1300	1500	2500	1900	1400	1300	2000	2400	1700
$HP_i^1$	1049	1016	1531	2481	1833	1284	1444	2439	2028	1894

Проаналізовані результати розрахунків  $H_{ij}^1$  показали, що умова 2.10 не виконується. Потрібно визначити величину ємностей районів по прибуттю пасажирів  $HP_j$  та ємностей районів по їх відправленню  $HP_{ij}^{pозp} = \sum_{i=1}^n HP_{ij}^p$  (величина відхилення не повинна перевищувати 5%). Відхилення розраховується за формулою:

$$\Delta_j = \frac{|HP_{ij}^{pозp} - HP_j|}{HP_j} \cdot 100\% < 5\% \quad (2.11)$$

$$\Delta_1 = \frac{|1049 - 1000|}{1000} \cdot 100\% = 4,9\%$$

Аналогічно розраховуємо інші значення  $\Delta_{ji}$  результати розрахунків заносимо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Відхилення між вихідної величини ємностей районів по прибуттю  $HP_j$  і розрахунковими значеннями  $HP_j$

№ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Delta_j$	4,9	22,8	2	0,8	3,5	8,3	11	21,9	15,5	11,4

Так як для більшості транспортних районів не виконується умова 2.11, то виконуємо розрахунок коефіцієнтів балансування  $k_j^2$  за залежністю:

$$k_j^p = \frac{HP_j}{HP_j^{розр}} \quad (2.12)$$

Аналогічно розраховуємо інші значення  $k_j^2$  і результати розрахунків заносимо до таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Коефіцієнти балансування  $k_j^2$

№ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$k_j^2$	0,95	1,28	0,98	1,01	1,04	1,09	0,90	0,82	1,18	0,90

Після розрахунку коефіцієнтів балансування аналогічно першій ітерації проводимо розрахунки елементів проміжної матриці  $D_{ij}^2$  за залежністю 2.6 і елементів матриці міжрайонних кореспонденцій  $H_{ij}^2$  за залежністю 2.7. Результати розрахунків заносимо до таблиць 2.9 і 2.10.

Таблиця 2.9

Проміжна матриця  $D_{ij}^1$ 

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	67	832	368	455	336	214	234	416	651	842
2	475	116	426	505	277	183	140	224	453	398
3	238	483	103	1667	593	305	257	528	538	413
4	171	333	970	177	1087	458	281	320	368	184
5	162	233	441	1389	138	1007	316	336	396	275
6	133	200	294	758	1304	107	550	480	510	230
7	190	200	323	606	534	717	82	1328	821	352
8	247	233	485	505	415	458	971	112	1274	505
9	219	266	279	328	277	275	339	720	198	627
10	523	433	397	303	356	229	269	528	1161	107

Таблиця 2.10

Матриця міжрайонних кореспонденцій  $H_{ij}^2$ 

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	33	415	183	227	167	106	117	207	325	419
2	312	76	280	331	182	120	92	147	297	261
3	69	141	30	488	173	89	75	154	157	121
4	31	61	178	32	200	84	52	59	68	34
5	52	74	141	443	44	322	101	107	127	88
6	55	83	122	315	542	44	229	200	212	95
7	66	70	113	211	186	250	29	463	286	123
8	81	76	158	165	135	149	317	37	416	165
9	130	158	166	195	164	163	201	427	118	372
10	170	140	129	98	115	74	87	171	377	35

Аналогічно першій ітерації проводимо розрахунки відхилення між вихідною величиною ємностей районів по прибуттю  $HP_j$  і розрахунковими значеннями  $HP_j$  за залежністю (2.11) і результати розрахунків заносимо до таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Відхилення між вихідною величиною ємностей районів по прибуттю  $HP_j$  і розрахунковими значеннями  $HP_j$

№ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Delta_j$	0	0,2	0,2	0,4	0,8	0,6	0,5	1	0,4	1,4

Відхилення між вихідною величиною ємностей районів по прибуттю  $HP_j$  і розрахунковими значеннями  $HP_j$  не перевищують 5%, Це задовольняє умови, задані в курсовому проекті, тому для подальших розрахунків приймаємо значення міжрайонних кореспонденцій розрахованих на другій ітерації.

#### 2.4. Розрахунок мінімальної транспортної роботи

Для того, щоб оцінити перевізні можливості комунального підприємства, яке буде здійснювати перевезення на ВДМ міста потрібно провести розрахунок мінімальної транспортної роботи.

Мінімально можлива транспортна робота  $P_{\min}$  розраховується за залежністю:

$$P_{\min} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n P_{ij}^{\min} + \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} P_{ij}^{\min} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (H_{ij} + H_{ji}) \cdot l_{ij}^{\min}, \quad (2.13)$$

де  $l_{ij}^{\min}$  - мінімальна відстань між  $i$ -м та  $j$ -м транспортними районами.

Для спрощення розрахунків  $P_{\min}$  за залежністю 2.13 розраховуємо матрицю складових  $P_{\min}$  для кожної кореспонденції за залежністю:

$$\begin{cases} P_{ij}^{\min} = H_{ij} \cdot l_{ij}^{\min} \\ P_{ji}^{\min} = H_{ji} \cdot l_{ji}^{\min} \end{cases} \quad (2.14)$$

Аналогічно розраховуємо інші значення  $P_{\min}$  результати розрахунків заносимо до таблиці 2.12.

Таблиця 2.12

Мінімальна транспортна робота

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	830	732	1249	952	753	585	787	1365	754
2	624	0	952	1622	1219	984	736	1000	1841	992
3	276	479	0	732	571	427	338	462	816	436
4	171	299	267	0	360	277	213	295	490	272
5	296	496	465	797	0	483	364	503	876	466
6	391	681	586	1040	813	0	481	660	1166	599
7	330	560	509	865	670	525	0	556	972	517
8	308	517	474	825	635	492	380	0	915	495
9	546	980	863	1404	1132	897	683	939	0	893
10	306	532	464	784	610	466	365	513	905	0

$$P_{\min} = 60198 \text{ тас.км}$$

## 2.5. Побудова епюри пасажиропотоків на транспортній мережі

Для побудови епюри пасажиропотоків розраховується пасажиропотоки кожної ділянки транспортної мережі у прямому та зворотному напрямках на основі отриманих результатів розрахунку матриці кореспонденцій та матриці найкоротших відстаней.

Пасажиропотоки кожної ділянки маршрутної мережі для прямого  $Q_{ij}$  та зворотного  $Q_{ji}$  напрямів визначаємо як суму всіх кореспонденцій, для яких найкоротший шлях, згідно матриці найкоротших відстаней, проходить через дану ділянку:

$$\begin{cases} Q_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m H_{ij}, \text{ якщо } i \rightarrow j \in H_{\dots \rightarrow i \rightarrow j \rightarrow \dots} \\ Q_{ji} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m H_{ji}, \text{ якщо } j \rightarrow i \in H_{\dots \rightarrow j \rightarrow i \rightarrow \dots} \end{cases} \quad (2.15)$$

Прямий напрямок:

Таблиця 2.13

Пасажиропотік у прямому напрямку

Напрямок	Сума	Напрямок	Сума	Напрямок	Сума	Напрямок	Сума
Q <sub>1-2</sub>	859	Q <sub>3-11</sub>	75	Q <sub>5-12</sub>	374	Q <sub>8-10</sub>	563
Q <sub>1-10</sub>	1449	Q <sub>3-12</sub>	764	Q <sub>6-7</sub>	892	Q <sub>8-11</sub>	923
Q <sub>1-11</sub>	913	Q <sub>4-5</sub>	213	Q <sub>7-8</sub>	1697	Q <sub>9-10</sub>	660
Q <sub>2-3</sub>	1610	Q <sub>4-12</sub>	659	Q <sub>7-12</sub>	684	Q <sub>10-11</sub>	342
Q <sub>3-4</sub>	532	Q <sub>5-6</sub>	1007	Q <sub>8-9</sub>	1266		

Зворотній напрямок:

Таблиця 2.14

## Пасажиропотік у зворотному напрямку

Напрямок	Сума	Напрямок	Сума	Напрямок	Сума	Напрямок	Сума
Q <sub>2-1</sub>	1109	Q <sub>12-3</sub>	113	Q <sub>12-5</sub>	581	Q <sub>10-8</sub>	669
Q <sub>10-1</sub>	674	Q <sub>5-4</sub>	1178	Q <sub>7-6</sub>	928	Q <sub>11-8</sub>	1009
Q <sub>11-3</sub>	359	Q <sub>12-4</sub>	669	Q <sub>8-7</sub>	1666	Q <sub>10-9</sub>	999
Q <sub>3-2</sub>	992	Q <sub>6-5</sub>	1248	Q <sub>12-7</sub>	256	Q <sub>11-10</sub>	243
Q <sub>4-3</sub>	863	Q <sub>11-1</sub>	354	Q <sub>9-8</sub>	1316		

На основі отриманих даних будуюмо епюру пасажиропотоків на транспортній мережі міста. Епюра представлена на рисунку 2.2.

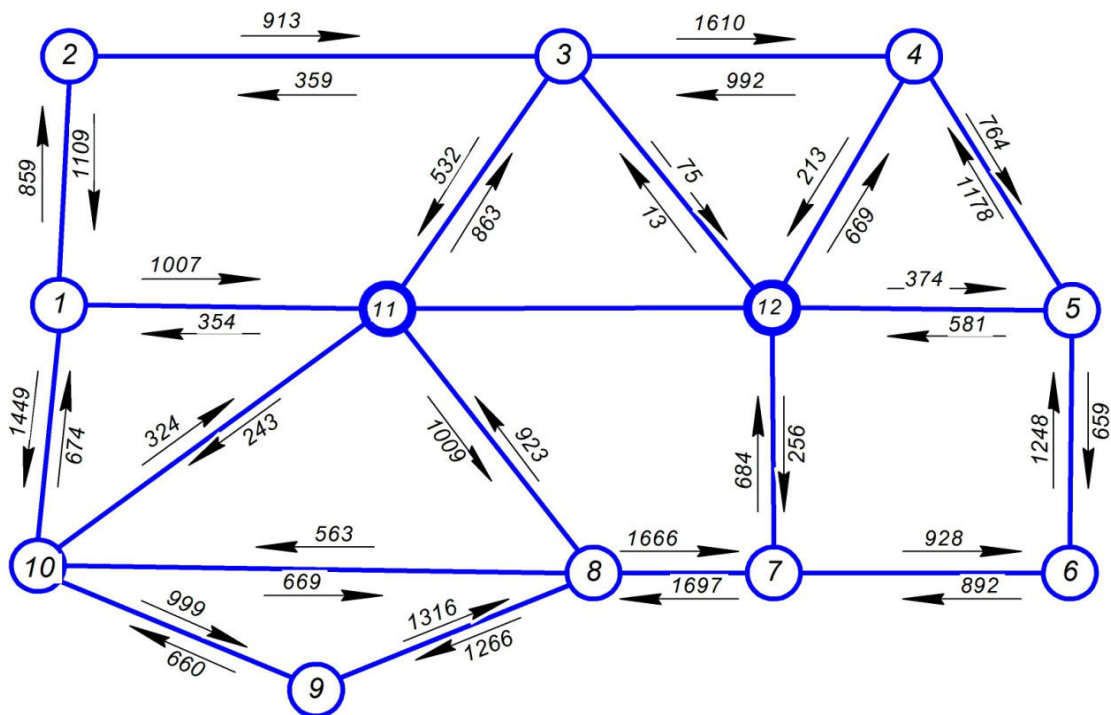


Рисунок 2.2 – Епюра пасажиропотоків на транспортній мережі міста

Так як даний спосіб розрахунку пасажиропотоків кожної ділянки транспортної мережі у прямому та зворотному напрямках є досить трудомістким і можлива поява помилки в розрахунках, тому необхідно провести перевірку.



Перевірка проводиться на основі епюри пасажиропотоків на транспортній мережі міста (рисунок 2.2). Спочатку знаходимо транспортну роботу по кожному перегону у прямому і зворотному напрямку за залежністю:

$$P_{ij} = (H_{ij} + H_{ji}) \cdot l_{ij}, \quad (2.16)$$

де  $P_{ij}$  - транспортна робота на перегоні від  $i$ -го до  $j$ -го транспортного району, пас.км.;

$H_{ij}, H_{ji}$  - пасажиропотік на перегоні відповідно у прямому і зворотньому напрямках, пас.;

$l_{ij}$  - відстань між  $i$ -м і  $j$ -м транспортними районами, км.

Аналогічно проводимо розрахунки транспортної роботи для інших перегонів і результати заносимо до таблиці 2.15.

Таблиця 2.15

Транспортна робота на перегонах транспортної мережі міста

Перегон	Транспортна робота, пас.км.
1-2	3936
1-10	3821,4
1-11	3266,4
2-3	4324,8
3-4	3903
3-11	2232
3-12	413,6
4-5	3495,6
4-12	1411,2
5-6	2860,5
5-12	1241,5
6-7	3822

Закінчення таблиці 2.15

1	2
7-8	4035,6
7-12	2350
8-9	5680,4
8-10	3696
8-11	2704,8
9-10	3981,6
10-11	1170

На наступному етапі перевірки знаходимо загальну суму транспортних робіт по перегонам за залежністю:

$$P_{заг} = \sum P_{ij}, \quad (2.17)$$

Загальна сума транспортних робіт по перегонам повинна дорівнювати значенню мінімальної транспортної роботи.

$$P_{заг} = 60198 \text{ пас.км.}$$

Проведені розрахунки показали, що значення мінімальної транспортної роботи дорівнює значенню загальної транспортної роботи по перегонам:

$$P_{мін} = P_{заг} = 60198 \text{ пас.км.}$$

Отже можна зробити висновок, що розрахунок пасажиропотоків кожної ділянки транспортної мережі у прямому та зворотному напрямках та побудова епюри пасажиропотоків на транспортній мережі здійснені вірно.

## 3 ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Формування маршрутної мережі

Маршрути перевезень пасажирів призначаємо за умовою безпересадкового сполучення і мінімального часу поїздки пасажирів.

Так як через одну ділянку може проходити до 3 маршрутів, розраховуємо діапазони, в межах яких призначається певна кількість маршрутів за наступною залежністю:

$$\Delta = \frac{\max(Q_{ij}) - \min(Q_{ij})}{3} \quad (3.1)$$

$$\Delta = \frac{1698 - 75}{3} = 549 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $\Delta = 549 \text{ пас.}$

Від  $\min(Q_{ij})$  до  $(\min(Q_{ij}) + \Delta) = 75..616$  - 1 маршрут;

від  $(\min(Q_{ij}) + \Delta)$  до  $(\max(Q_{ij}) - \Delta) = 616..1157$  - 2 маршрути;

від  $(\max(Q_{ij}) - \Delta)$  до  $\max(Q_{ij}) = 1157..1698$  - 2 маршрути.

Орієнтована кількість маршрутів між транспортними районами на транспортній мережі міста зображена на рисунку 3.1.

Маршрути формуються по найкоротшим відстаням. Спочатку знаходимо на розширеній матриці найкоротших відстаней два транспортних райони, які повинна зв'язувати по можливості найбільша кількість проміжних транспортних районів. В якості маршруту №1 обираємо маршрут 1-11-8-7-6. На наступному кроці для сформованого маршруту оцінюємо на якісному рівні коефіцієнт пересаджування. Для цього заповнюємо матрицю безпересаджування сполучення між транспортними районами. Клітинки, які будуть забезпечувати безпересаджуване сполучення між парою транспортних

районів, позначаються знаком + . Матриця безпересаджуваності сполучення для маршруту №1 представлена в таблиці 3.1.

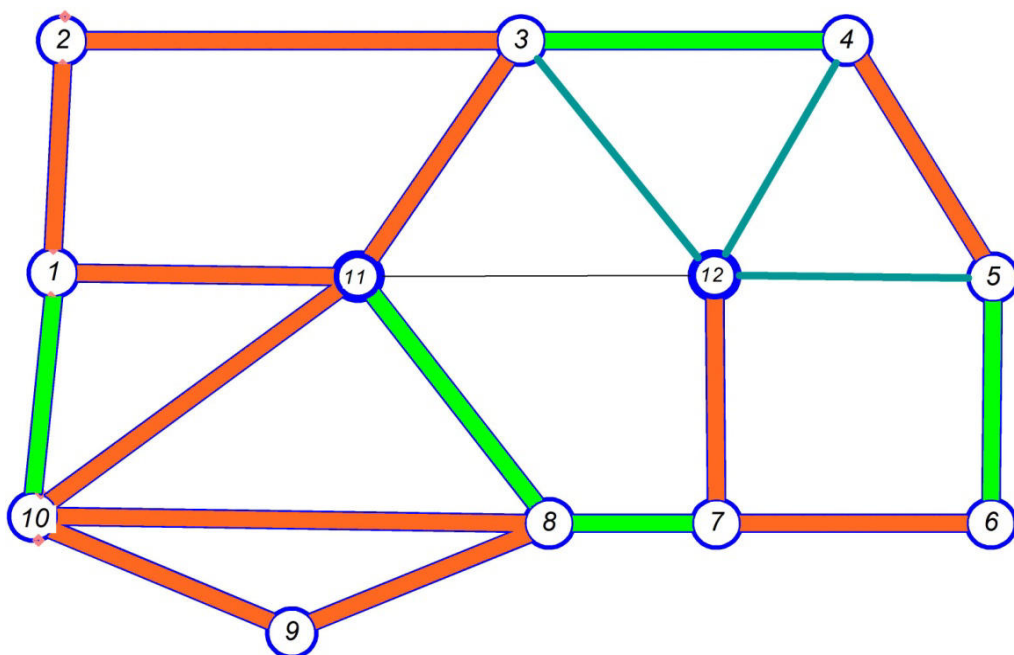


Рисунок 3.1 – Орієнтована кількість маршрутів на ділянках транспортної мережі

Таблиця 3.1

Матриця безпересаджуваності сполучення для маршруту №1

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1						+	+	+		
2										
3										
4										
5										
6	+						+	+		
7	+					+		+		
8	+					+	+			
9										
10										

Для того, щоб дотримуватися орієнтованої кількості маршрутів між транспортними районами на транспортній мережі міста і уникнути ситуації значного перекосу в значеннях пасажиромісткості автобусів на даних маршрутах, наступні маршрути прокладаємо, не дотримуючись умови найкоротших відстаней.

Маршрут №2 «1-2-3-4-5-6». Матриця безпересаджуваності сполучення для маршрутів №1, №2 представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Матриця безпересаджуваності сполучення для маршрутів №1, №2

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		+					+	+	+	
2	+						+	+	+	
3										
4										
5									+	+
6										
7	+	+						+	+	
8	+	+					+		+	
9	+	+			+		+	+		+
10					+				+	

Маршрут №3 «3-12-7-8-9-10», №4 «5-6-7-8-9-10», маршрут №5 «2-1-10-9-8-7». Матриця безпересаджуваності сполучення для маршрутів №3, №4, №5 представлена в таблиці 5.3.

Таблиця 3.3

Матриця безпересаджуваності сполучення для маршрутів №3, №4, №5, №6

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		+	+		+	+				
2	+		+	+	+	+			+	+
3	+	+		+	+	+	+	+	+	+
4		+	+		+		+	+	+	+
5	+	+	+	+		+	+	+	+	+
6	+	+	+		+				+	+
7			+	+	+			+		
8			+	+	+		+			
9		+	+	+	+	+				+
10		+	+	+	+	+			+	

Сформовані маршрути представлені на рисунку 3.1. Матриця безпересаджуваності сполучення для сформованої маршрутної мережі представлена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Матриця безпересаджуваності сполучення для маршрутної мережі

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+		+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+		+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+		+	+				
5	+	+	+	+		+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+		+	+	+	+
7	+	+	+		+	+		+	+	+
8	+	+	+		+	+	+		+	+
9	+	+	+		+	+	+	+		+
10	+	+	+		+	+	+	+	+	

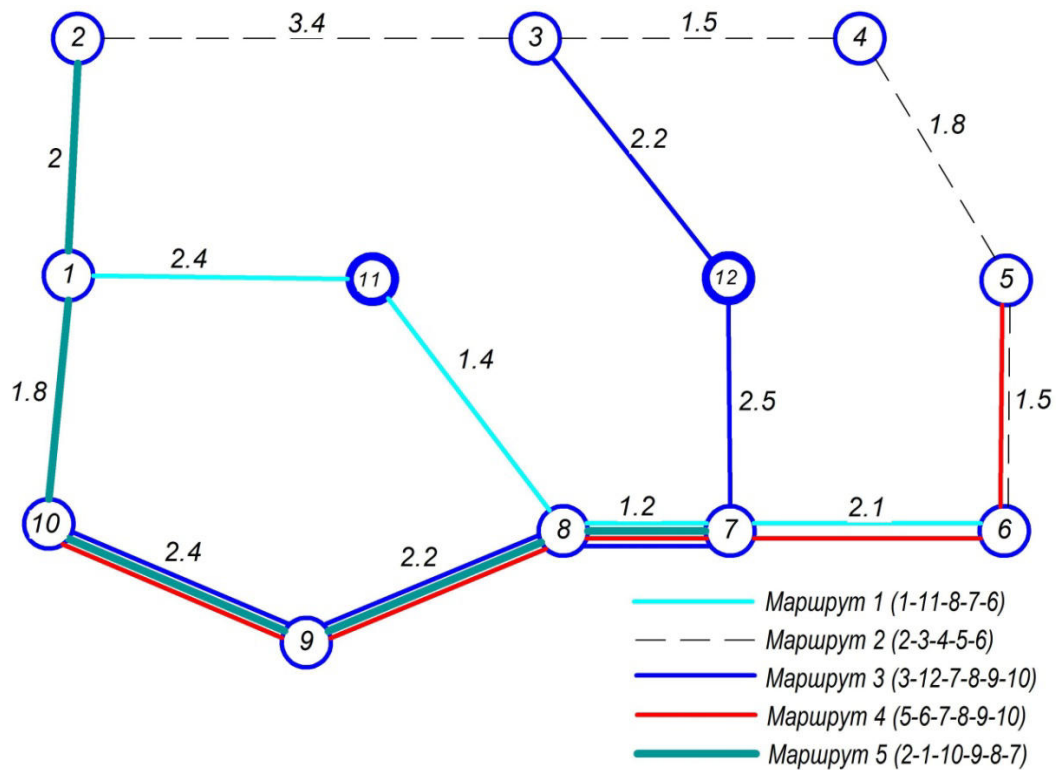


Рисунок 3.2 – Сформована маршрутна мережа

Після формування маршрутної мережі, на основі таблиці 1.1 «Розширеної матриці найкоротших відстаней», визначаємо довжини сформованих маршрутів як суму відстаней між відповідними транспортними районами.

Довжини сформованих маршрутів представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Довжини сформованих маршрутів транспортної мережі

Маршрут	Довжина маршруту, км
№1 (1-11-8-7-6)	7,1
№2 (1-2-3-4-5-6)	10,2
№3 (3-12-7-8-9-10)	10,5
№4 (5-6-7-8-9-10)	9,4
№5 (2-1-10-9-8-7)	9,6

Відповідно до складених маршрутів розраховуємо коефіцієнт пересаджування за формулою:

$$k_{nep} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij}^{nep}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij}}, \quad (3.2)$$

де  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij}$  – сумарна кількість пасажирів, які переміщуються між транспортними районами ( $i \neq j$ );

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij}^{nep}$  – сумарна кількість пасажирів, які переміщуються між транспортними районами з пересаджуванням.

$$k_{nep} = \frac{15620+1360}{15620} = 1,08.$$

### 3.2. Побудова епюр пасажиропотоків на сформованих маршрутах і розрахунок коефіцієнтів ефективності

Головними вихідними даними визначення коефіцієнта ефективності є епюра пасажиропотоків. Побудова епюри здійснюється на основі матриці міжрайонних кореспонденцій для заданого маршруту. Для формування даної матриці необхідно виконати перерозподіл елементів матриці міжрайонних кореспонденцій всієї маршрутно-транспортної мережі між сформованими маршрутами.

Для спрощення розрахунків складемо матрицю маршрутних коефіцієнтів для розробленої маршрутної мережі. Маршрутним коефіцієнтом являється кількість маршрутів, які забезпечують берпересаджуване сполучення між відповідними транспортними районами. Матриця маршрутних коефіцієнтів для розробленої маршрутної мережі представлена в таблиці 3.6.



Таблиця 3.6

Матриця маршрутних коефіцієнтів для розробленої маршрутної мережі

№ ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	2	1	1	1	2	2	2	1	1
2	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
5	1	1	1	1	0	2	1	1	1	1
6	2	1	1	1	2	0	2	2	1	1
7	2	1	1	0	1	2	0	4	3	3
8	2	1	1	0	1	1	4	0	3	3
9	1	1	1	0	1	1	3	3	0	3
10	1	1	1	0	1	1	3	3	3	

Перерозподіл міжрайонних кореспонденцій між  $i$ -м та  $j$ -м транспортними районами, через які проходять дані маршрути, здійснюється за залежністю:

$$H_{ij}^* = \frac{H_{ij}}{N_m}; H_{ji}^* = \frac{H_{ji}}{N_m}; \quad (3.3)$$

де  $H_{ij}$ ,  $H_{ji}$  – відповідні елементи матриці міжрайонних кореспонденцій;

$N_m$  - кількість маршрутів сформованої маршрутної мережі, що з'єднують  $i$ -й та  $j$ -й транспортні райони.

Для маршруту №1 перерозподіл міжрайонних кореспонденцій:

Аналогічно проводимо перерозподіл для інших міжрайонних кореспонденцій і результати розрахунків заносимо до таблиці 3.7

Таблиця 3.7

Матриця міжрайонних кореспонденцій для маршруту №1 (1-11-8-7-6)

№ ТР	1	11	8	7	6
1	-	0	104	59	58
11	0	-	0	0	0
8	41	0	-	116	169
7	33	0	10	-	125
6	28	0	100	115	-

На основі матриці міжрайонних кореспонденцій для маршруту №1 будуємо епюру пасажиропотоків. Для цього розраховуємо пасажиропотоки між кожним перегоном маршруту:

$$\begin{cases} N_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m H_{ij}^*, \text{якщо } i \rightarrow j \in H^* \dots \rightarrow i \rightarrow j \rightarrow \dots \\ N_{ji} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m H_{js}^*, \text{якщо } j \rightarrow i \in H^* \dots \rightarrow j \rightarrow s \rightarrow \dots \end{cases} \quad (3.4)$$

Аналогічно розраховуємо пасажиропотоки між іншими перегонами. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.4. Епюра пасажиропотоків на маршруті №1 представлена на рисунку 3.3.

Таблиця 3.8

Пасажиропотоки між перегонами на маршруті №1 (1-2-8-7-6-5)

Перегони	1-11	11-8	8-7	7-6
Прямий напрямок	221	221	402	352
Зворотній напрямок	102	102	171	243

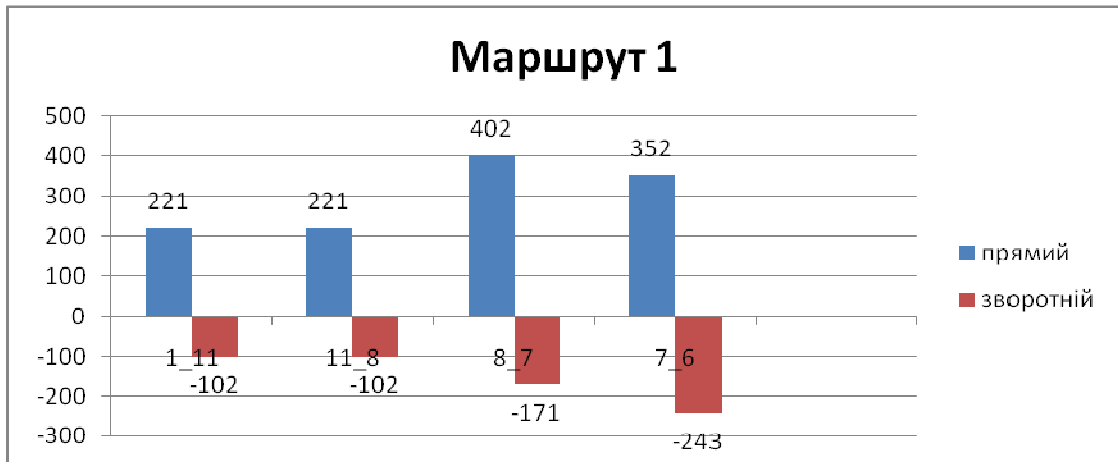


Рисунок 3.3 – Елюра пасажиропотоків на маршруті №1

Коефіцієнт ефективності розраховуємо за формулою:

$$k_{эф} = \frac{\sum N_{ij} \cdot l_{ij}}{2 \cdot N_{ij}^{max} \cdot L_m}, \quad (3.5)$$

де  $\sum N_{ij}$  – пасажиропотік між  $i$ -м та  $j$ -м транспортними районами маршруту, пас.;

$l_{ij}$  – відстань між  $i$ -м та  $j$ -м транспортними районами, км;

$N_{ij}^{max}$  – максимальна величина пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту (прямий або зворотній напрямок), пас;

$L_m$  – довжина маршруту, км.

Коефіцієнт ефективності для маршруту №1:

$$k_{эф} = \frac{3710,4}{5708,4} = 0,65$$

Проводимо перерозподіл міжрайонних кореспонденцій для маршруту №2

Аналогічно проводимо перерозподіл для інших міжрайонних кореспонденцій і результати розрахунків заносимо до таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Матриця міжрайонних кореспонденцій для маршруту №2 (1-2-3-4-5-6)

№ ТР	1	2	3	4	5	6
1	-	208	183	227	167	58
2	156	-	280	331	182	120
3	69	141	-	488	173	89
4	31	61	178	-	200	84
5	52	74	141	443	-	161
6	28	83	122	315	271	-

Розраховуємо пасажиропотоки між кожним перегоном маршруту:

$$N_{1-2} = 208 + 183 + 227 + 167 + 58 = 1050 \text{ пас.}$$

$$N_{2-1} = 156 + 69 + 31 + 52 + 28 = 336 \text{ пас.}$$

Аналогічно розраховуємо пасажиропотоки між іншими перегонами. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.10. Епюра пасажиропотоків на маршруті №2 представлена на рисунку 3.4.

Таблиця 3.10

Пасажиропотоки між перегонами на маршруті №2 (4-12-6-7-8-9)

Перегони	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Прямий напрямок	1050	154	1835	1073	512
Зворотній напрямок	336	539	770	1258	819

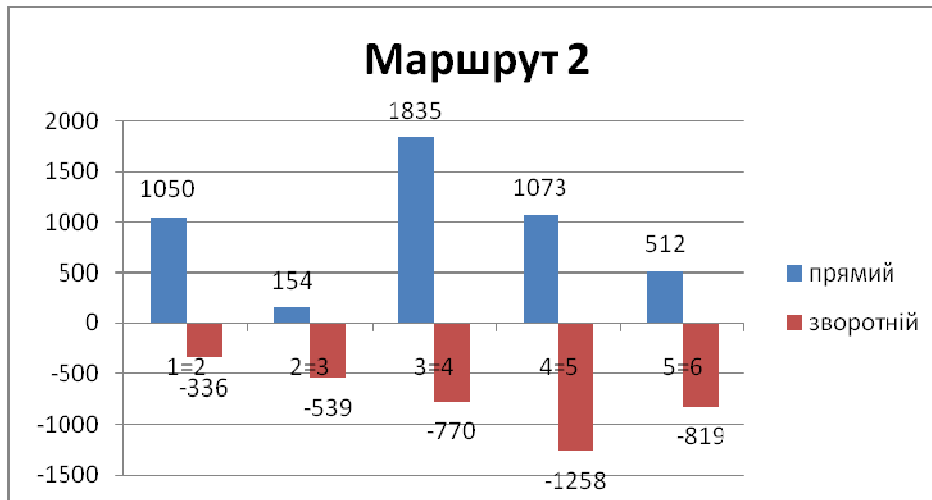


Рисунок 3.4 – Епюра пасажиропотоків на маршруті №2

Коефіцієнт ефективності для маршруту №2:

$$k_{эф} = \frac{26209,4}{37434} = 0,71$$

Проводимо перерозподіл міжрайонних кореспонденцій для маршруту №3

$$H_{12-3}^* = \frac{0}{1} = 0 \text{ пас.}$$

$$H_{3-12}^* = \frac{0}{1} = 0 \text{ пас.}$$

Аналогічно проводимо перерозподіл для інших міжрайонних кореспонденцій і результати розрахунків заносимо до таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Матриця міжрайонних кореспонденцій для маршруту №3 (3-12-7-8-9-10)

№ ТР	3	12	7	8	9	10
3	-	0	75	154	157	121
12	0	-	0	0	0	0
7	113	0	-	116	96	32
8	158	0	80	-	139	55
9	166	0	67	143	-	124
10	129	0	29	57	126	-

Розраховуємо пасажиропотоки між кожним перегоним маршруту:

$$N_{3-12} = 0 + 75 + 154 + 157 + 121 = 507 \text{ пас.}$$

$$N_{12-3} = 0 + 113 + 158 + 166 + 129 = 566 \text{ пас.}$$

Аналогічно розраховуємо пасажиропотоки між іншими перегонами. Результати розрахунків представлені в таблиці 6.7. Епюра пасажиропотоків на маршруті №3 представлена на рисунку 3.12.

Таблиця 3.12

Пасажиропотоки між перегонами на маршруті №3 (3-12-7-8-9-10)

Перегони	3-12	12-7	7-8	8-9	9-10
Прямий напрямок	507	507	676	600	332
Зворотній напрямок	566	566	629	691	341

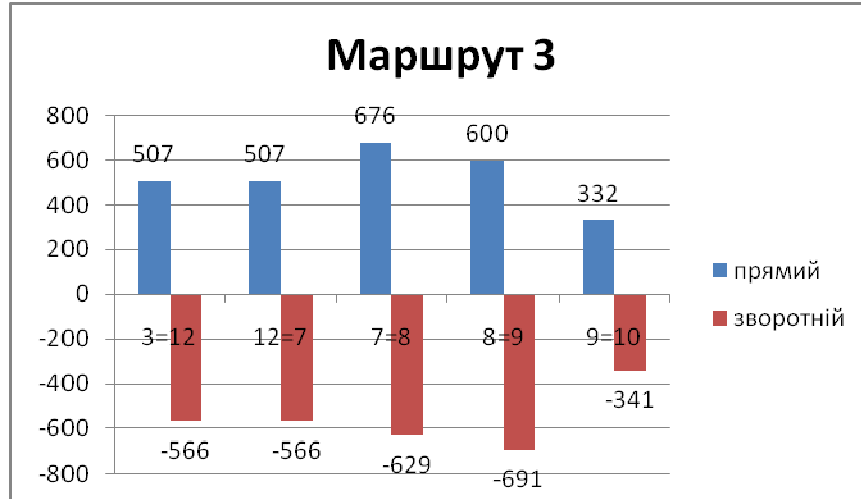


Рисунок 3.5 – Епюра пасажиропотоків на маршруті №3

Коефіцієнт ефективності для маршруту №3:

$$k_{эф} = \frac{10788,9}{14196} = 0,76$$

Проводимо перерозподіл міжрайонних кореспонденцій для маршруту №4

$$H_{5-6}^* = \frac{322}{2} = 162 \text{ пас.}$$

$$H_{6-5}^* = \frac{542}{2} = 271 \text{ пас.}$$

Аналогічно проводимо перерозподіл для інших міжрайонних кореспонденцій і результати розрахунків заносимо до таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

Матриця міжрайонних кореспонденцій для маршруту №4 (5-6-7-8-9-10)

№ ТР	5	6	7	8	9	10
5	-	162	101	107	127	88
6	271	-	229	200	212	95
7	186	125	-	116	96	32
8	135	149	80	-	139	55
9	164	163	67	143	-	124
10	115	74	29	57	126	-

Розраховуємо пасажиропотоки між кожним перегоном маршруту:

$$N_{5-6} = 162 + 101 + 107 + 127 + 88 = 585 \text{ пас.}$$

$$N_{6-5} = 271 + 186 + 135 + 164 + 115 = 871 \text{ пас.}$$

Аналогічно розраховуємо пасажиропотоки між іншими перегонами. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.14. Епюра пасажиропотоків на маршруті №4 представлена на рисунку 3.6.

Таблиця 3.14

## Пасажиropотоки між перегонами на маршруті №4 (5-6-7-8-9-10)

Перегони	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
Прямий напрямок	585	1159	1073	844	394
Зворотній напрямок	871	1111	976	812	401

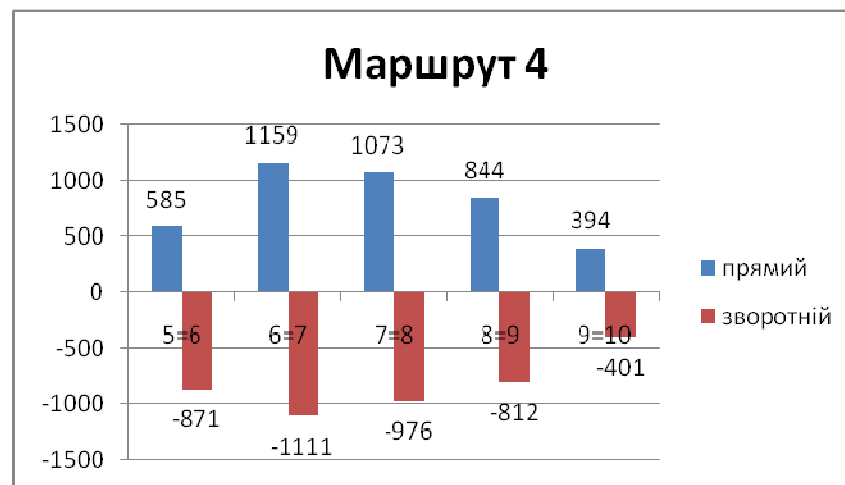


Рисунок 3.6 – Еюра пасажиропотоків на маршруті №4

Коефіцієнт ефективності для маршруту №4:

$$k_{\text{эф}} = \frac{15034,5}{21789,2} = 0,69$$

Проводимо перерозподіл міжрайонних кореспонденцій для маршруту №5  
Аналогічно проводимо перерозподіл для інших міжрайонних кореспонденцій і результати розрахунків заносимо до таблиці 3.15.



Таблиця 3.15

Матриця міжрайонних кореспонденцій для маршруту №5 (2-1-10-9-8-7)

№ TP	2	1	10	9	8	7
2	-	156	261	297	147	92
1	208	-	419	325	104	59
10	140	170	-	126	57	29
9	158	130	124	-	143	67
8	76	41	55	139	-	80
7	70	66	32	96	116	-

Розраховуємо пасажиропотоки між кожним перегоном маршруту:

$$N_{2-1} = 156 + 261 + 297 + 147 + 92 = 797 \text{ пас.}$$

$$N_{1-2} = 208 + 140 + 158 + 76 + 70 = 652 \text{ пас.}$$

Аналогічно розраховуємо пасажиропотоки між іншими перегонами. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.16. Епюра пасажиропотоків на маршруті №5 представлена на рисунку 3.7.

Таблиця 3.16

Пасажиропотоки між перегонами на маршруті №5 (2-1-10-9-8-7)

Перегони	2-1	1-10	10-9	9-8	8-7
Прямий напрямок	797	1704	1236	698	327
Зворотній напрямок	652	851	752	575	380

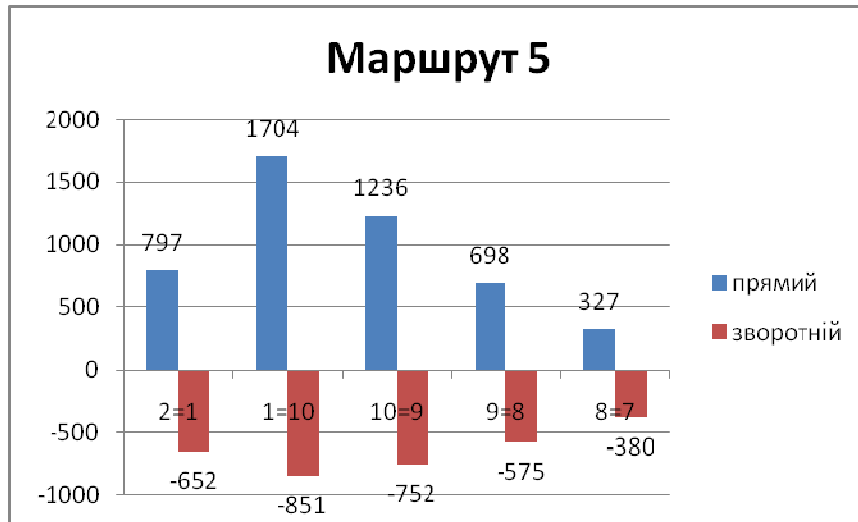


Рисунок 3.7 – Епюра пасажиропотоків на маршруті №5

Коефіцієнт ефективності для маршруту №5:

$$k_{эф} = \frac{23556}{32716,8} = 0,72$$

Значення коефіцієнтів ефективності по кожному маршруту представлені в таблиці 3.17.

Таблиця 3.17

Значення коефіцієнтів ефективності

Маршрути	№1	№2	№3	№4	№5
Коефіцієнт ефективності	0,65	0,71	0,76	0,69	0,72

Розраховані коефіцієнти ефективності для сформованих маршрутів враховують лише безпересадочні сполучення між транспортними районами. Але, згідно матриці безпересаджуванності сполучення для маршрутної мережі (таблиця 5.4), на транспортній мережі міста присутні райони, які між собою не з'єднані жодним маршрутом. Такими районами являються:

- 4-7 (пасажиропотік 52 пасажир), 7-4 (пасажиропотік 211 пасажир);

- 4-8 (пасажиропотік 59 пасажира), 8-4 (пасажиропотік 165 пасажирів);
- 4-9 (пасажиропотік 68 пасажир), 9-4 (пасажиропотік 195 пасажирів);
- 4-10 (пасажиропотік 34 пасажира), 10-4 (пасажиропотік 98 пасажирів).

Сформовані маршрути не враховують 882 пасажирів, яких також необхідно забезпечити у перевезенні.

Тому треба зробити дозавантаження цих маршрутів відповідними парами кореспонденцій.

Формування зв'язків між відповідними транспортними районами виконуємо так, щоб при пересуванні пасажири здійснювали мінімальну кількість пересадок.

Епюра неврахованих пасажиропотоків у сформованій транспортній мережі представлена на рисунку 3.8.

Таблиця 3.18

Перерозподіл кореспонденцій, неврахованих в сформованій транспортній мережі, між маршрутами

№	Перегони	1-11	11-	8-7	7-6	
1	2	3	4	5	6	7
Маршрут №1	Пасажиропотік у прямому напрямку	0	0	115	335	
	Пасажиропотік у зворотньому напрямку	0	0	41	107	

Продовження таблиці 3.18

1	2	3	4	5	6	7
Маршрут №2	Перегони	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
	Пасажиропотік у прямому напрямку	0	0	0	213	107
	Пасажиропотік у зворотньому напрямку	0	0	0	669	335
Маршрут №3	Перегони	3-12	12-7	7-8	8-9	9-10
	Пасажиропотік у прямому напрямку	0	0	41	34	33
	Пасажиропотік у зворотньому напрямку	0	0	185	9	12
Маршрут №4	Перегони	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
	Пасажиропотік у прямому напрямку	107	107	41	34	12
	Пасажиропотік у зворотньому напрямку	335	335	115	98	33
Маршрут №5	Перегони	2-1	1-10	10-9	9-8	8-7
	Пасажиропотік у прямому напрямку	0	0	33	98	153
	Пасажиропотік у зворотньому напрямку	0	0	12	34	54

Так як було проведено доповнення сформованих маршрутів попередньо неврахованими парами кореспонденцій, то в результаті цього зміняться епюри пасажиропотоків на даних маршрутах. В таблиці 3.19 представлено доповнений перерозподіл міжрайонних кореспонденцій для маршруту №1

Таблиця 3.19

Доповнена матриця міжрайонних кореспонденцій для маршруту №1 (1-11-8-7-6)

№ ТР	1	11	8	7	6
1	-	0	104	59	58
11	0	-	0	0	0
8	41	0	-	231	169
7	33	0	51	-	460
6	28	0	100	222	-

На основі матриці міжрайонних кореспонденцій для маршруту №1 будуюмо епюру пасажиропотоків. Для цього розраховуємо пасажиропотоки між кожним перегоном маршруту за залежністю (6.3)

$$N_{1-11} = 0 + 104 + 59 + 58 = 221 \text{ пас.}$$

$$N_{11-1} = 0 + 41 + 33 + 28 = 102 \text{ пас.}$$

Аналогічно розраховуємо пасажиропотоки між іншими перегонами. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.20. Доповнена епюра пасажиропотоків на маршруті №1 представлена на рисунку 3.9.

Таблиця 3.20

Пасажиропотоки між перегонами на маршруті №1 (1-2-8-7-6-5)

Перегони	1-11	11-8	8-7	7-6
Прямий напрямок	221	221	517	687
Зворотній напрямок	102	102	212	350

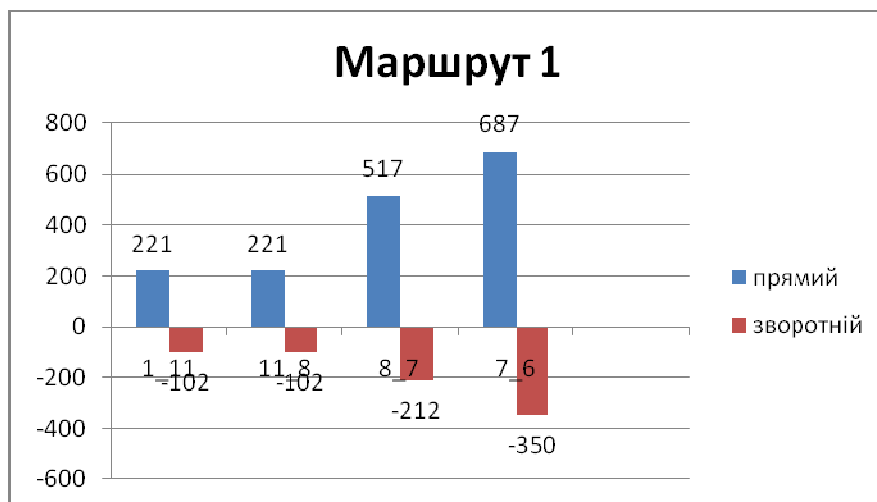


Рисунок 3.9 – Доповнена епюра пасажиропотоків на маршруті №1

Коефіцієнт ефективності для маршруту №1:

$$k_{эф} = \frac{6243,4}{9755,4} = 0,64.$$

В таблиці 3.21 представлено доповнений перерозподіл міжрайонних кореспонденцій для маршруту №2

Таблиця 3.21

Доповнена матриця міжрайонних кореспонденцій для маршруту №2 (1-2-3-4-5-6)

№ ТР	1	2	3	4	5	6
1	-	415	183	227	167	58
2	156	-	280	331	182	120
3	69	141	-	488	173	89
4	31	61	178	-	413	84
5	52	74	141	1112	-	268
6	28	83	122	315	606	-

На основі матриці міжрайонних кореспонденцій для маршруту №2 будуємо епюру пасажиропотоків. Пасажиропотоки між кожним перегоном маршруту за залежністю (6.3)

$$N_{1-2} = 415 + 183 + 227 + 167 + 58 = 1050 \text{ пас.}$$

$$N_{2-1} = 156 + 69 + 31 + 52 + 28 = 336 \text{ пас.}$$

Аналогічно розраховуємо пасажиропотоки між іншими перегонами. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.22.

Доповнена епюра пасажиропотоків на маршруті №2 представлена на рисунку 3.10.

Таблиця 3.22

Пасажиропотоки між перегонами на маршруті №2 (1-2-3-4-5-6)

Перегони	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Прямий напрямок	1050	1548	1835	1286	619
Зворотній напрямок	336	539	770	1927	1154

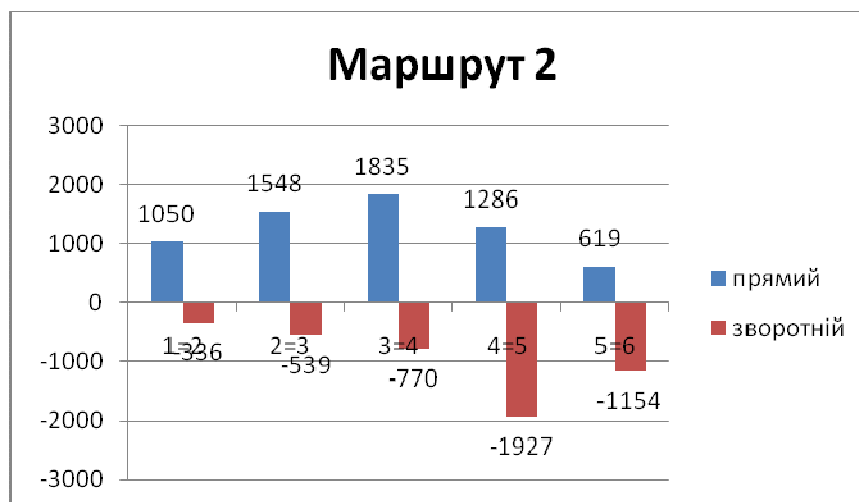


Рисунок 3.10 – Доповнена епюра пасажиропотоків на маршруті №2

Коефіцієнт ефективності для маршруту №2:

$$k_{эф} = \frac{10769,2}{17094} = 0,63 .$$

В таблиці 3.23 представлено доповнений перерозподіл міжрайонних кореспонденцій для маршруту №3

Таблиця 3.23

Доповнена матриця міжрайонних кореспонденцій для маршруту №3 (3-12-7-8-9-10)

№ ТР	3	12	7	8	9	10
3	-	0	75	154	157	121
12	0	-	0	0	0	0
7	113	0	-	157	96	32
8	158	0	265	-	173	55
9	166	0	67	241	-	157
10	129	0	29	57	138	-

На основі матриці міжрайонних кореспонденцій для маршруту №3 будуюмо епюру пасажиропотоків. Пасажиропотоки між кожним перегоном маршруту за залежністю (6.3)

$$N_{3-12} = 0 + 75 + 154 + 157 + 121 = 507 \text{ пас.}$$

$$N_{12-3} = 0 + 113 + 158 + 166 + 129 = 566 \text{ пас.}$$

Аналогічно розраховуємо пасажиропотоки між іншими перегонами. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.24. Доповнена епюра пасажиропотоків на маршруті №3 представлена на рисунку 3.11.



Таблиця 3.24

## Пасажиропотоки між перегонами на маршруті №3 (3-12-7-8-9-10)

Перегони	3-12	12-7	7-8	8-9	9-10
Прямий напрямок	507	507	717	634	365
Зворотній напрямок	566	566	814	689	353

Коефіцієнт ефективності для маршруту №3:

$$k_{эф} = \frac{61129}{99792} = 0,61$$

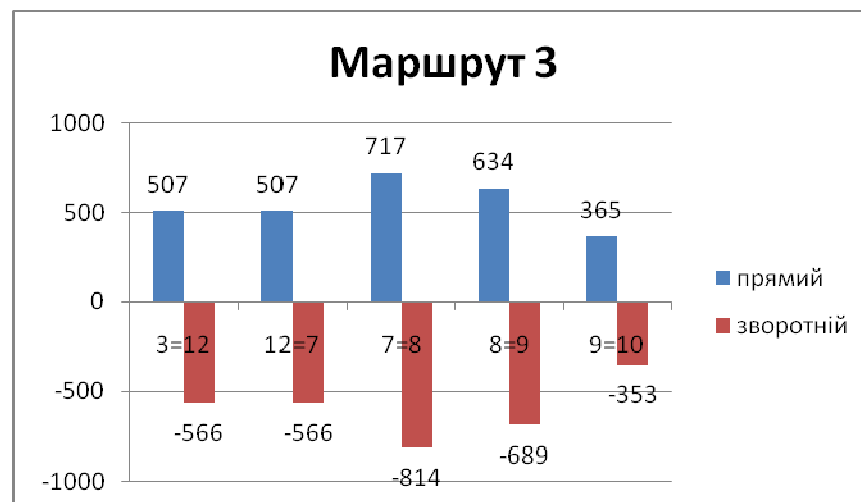


Рисунок 3.11 – Доповнена еюра пасажиропотоків на маршруті №3

В таблиці 3.25 представлено доповнений перерозподіл міжрайонних кореспонденцій для маршруту №4

Таблиця 3.25

Доповнена матриця міжрайонних кореспонденцій для маршруту №4 (5-6-7-8-9-10)

№ ТР	5	6	7	8	9	10
5	-	269	101	107	127	88
6	606	-	336	200	212	95
7	186	460	-	157	96	32
8	135	149	195	-	173	55
9	164	163	67	241	-	136
10	115	74	29	57	159	-

На основі матриці міжрайонних кореспонденцій для маршруту №4 будемо епюру пасажиропотоків. Пасажиропотоки між кожним перегоном маршруту за залежністю (6.3)

$$N_{5-6} = 269 + 101 + 107 + 127 + 88 = 692 \text{ пас.}$$

$$N_{6-5} = 606 + 186 + 135 + 164 + 115 = 1206 \text{ пас.}$$

Аналогічно розраховуємо пасажиропотоки між іншими перегонами. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.26. Доповнена епюра пасажиропотоків на маршруті №4 представлена на рисунку 3.12.

Таблиця 3.26

Пасажиропотоки між перегонами на маршруті №4 (5-6-7-8-9-10)

Перегони	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
Прямий напрямок	692	1066	1114	878	406
Зворотній напрямок	1206	1446	1091	880	434

Коефіцієнт ефективності для маршруту №4:

$$k_{эф} = \frac{16854,5}{27184,8} = 0,62$$

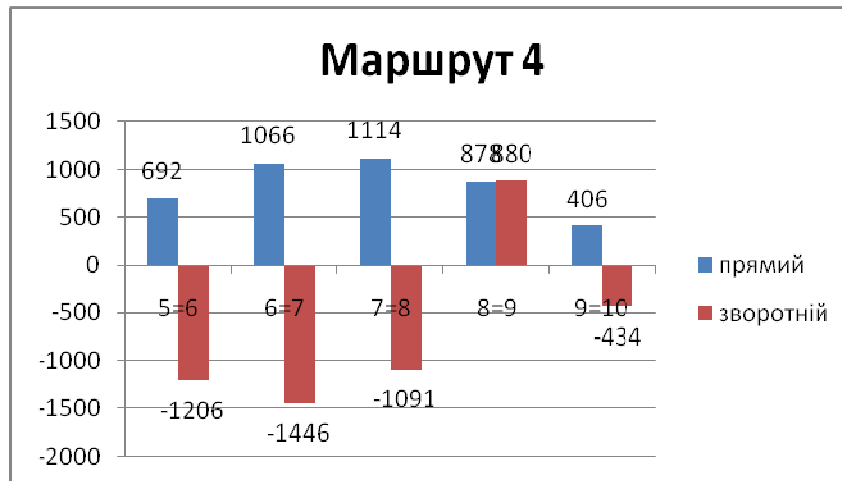


Рисунок 3.12 – Доповнена еюра пасажиропотоків на маршруті №4

В таблиці 3.27 представлено доповнений перерозподіл міжрайонних кореспонденцій для маршруту №5.

Таблиця 3.27

Доповнена матриця міжрайонних кореспонденцій для маршруту №5 (2-1-10-9-8-7)

№ ТР	2	1	10	9	8	7
2	-	156	261	297	147	92
1	208	-	419	325	104	59
10	140	170	-	159	57	29
9	158	130	136	-	241	67
8	76	41	55	173	-	233
7	70	66	32	96	170	-

На основі матриці міжрайонних кореспонденцій для маршруту №5 будуюмо епюру пасажиропотоків. Пасажиропотоки між кожним перегоном маршруту за залежністю (6.3)

$$N_{2-1} = 156 + 261 + 297 + 147 + 92 = 953 \text{ пас.}$$

$$N_{1-2} = 208 + 140 + 158 + 76 + 70 = 652 \text{ пас.}$$

Аналогічно розраховуємо пасажиропотоки між іншими перегонами. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.28. Доповнена епюра пасажиропотоків на маршруті №5 представлена на рисунку 3.13.

Таблиця 3.28

Пасажиропотоки між перегонами на маршруті №5 (2-1-10-9-8-7)

Перегони	2-1	1-10	10-9	9-8	9-8
Прямий напрямок	953	1704	1269	796	480
Зворотній напрямок	652	851	764	609	434

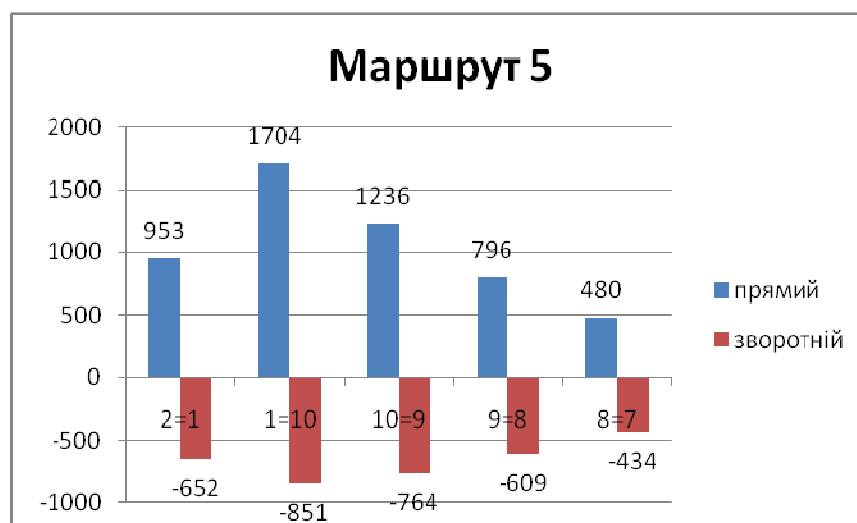


Рисунок 3.13 – Доповнена епюра пасажиропотоків на маршруті №5

Коефіцієнт ефективності для маршруту №5:

$$k_{эф} = \frac{20611,5}{32716,8} = 0,62$$

В результаті дозавантаження маршрутів раніше неврахованими парами кореспонденцій значення коефіцієнтів ефективності на маршрутах №1, №2, №3 №4 та №5 зменшилися. Це пов'язано з тим, що на даних маршрутах присутня достатньо велика кількість пасажирів, яким для переміщення між транспортними районами необхідно користуватися декількома маршрутами. В результаті цього будуть здійснюватися пересадки і підвищиться значення коефіцієнта пересадочності.

Значення коефіцієнтів ефективності по кожному маршруту представлені в таблиці 3.29.

Таблиця 3.29

Значення коефіцієнтів ефективності

Маршрути	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Коефіцієнт ефективності до дозавантаження маршрутів	0,64	0,54	0,82	0,77	0,8	0,82
Коефіцієнт ефективності після дозавантаження маршрутів	0,58	0,44	0,56	0,88	0,62	0,85

### 3.3.Вибір рухомого складу

В курсовому проекті раціональну номінальну пасажиромісткість автобусів визначаємо двома способами:

1. Згідно з доцільного інтервалу руху у години «пік».

2.

Залежність місткості

автобуса від потужності пасажиропотоку.

Раціональну номінальну пасажиромісткість автобуса визначаємо виходячи з доцільного інтервалу руху у години «пік» за залежністю:

$$q_n = \frac{N_{ij}^{\max} \cdot I^{\text{доц}}}{60} \quad (3.6)$$

де  $I^{\text{доц}}$  – доцільний інтервал руху у годину «пік» ( $I^{\text{доц}} = 3 \dots 5$  хв.). Для розрахунків приймаємо середнє значення  $I^{\text{доц}} = 4$  хв.

Так як розрахунок раціональної номінальної пасажиромісткості автобуса представлений у вигляді відношення, то отримане значення може бути у вигляді дробового числа. Кількісне значення пасажиромісткості може бути лише цілим числом, тому результати розрахунків округлюємо до цілого значення. Округлення здійснюємо в більшу сторону для забезпечення резерву пасажиромісць, так як фактичні значення пасажиропотоку можуть бути більшими від розрахункових.

Раціональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №1:

$$q_n^{\text{№1}} = \frac{687 \cdot 4}{60} = 45,8 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№1}} = 46$  пас.

Раціональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №2:

$$q_n^{\text{№2}} = \frac{1927 \cdot 4}{60} = 128,47 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№2}} = 129$  пас.

Раціональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №3:

$$q_n^{\text{№3}} = \frac{814 \cdot 4}{60} = 54,2 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№3}} = 55$  пас.

Рациональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №4:

$$q_n^{\text{№4}} = \frac{1446 \cdot 4}{60} = 96,4 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№4}} = 97$  пас.

Рациональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №5:

$$q_n^{\text{№4}} = \frac{1446 \cdot 4}{60} = 96,4 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№4}} = 97$  пас.

Рациональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №6:

$$q_n^{\text{№5}} = \frac{1704 \cdot 4}{60} = 113,6 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№6}} = 114$  пас.

Отримані значення раціональної номінальної пасажиромісткості автобусів залежать від максимального пасажиропотоку на маршруті і від інтервалу руху автобусів ( $I^{\text{доц}} = 4$  хв.). Але в реальних умовах на інтервалу руху впливають дорожні умови (затори, стан дорожнього покриття), погодно-кліматичні умови (ожеледиця, туман) та інші чинники. Тому проведемо аналогічні розрахунки раціональної номінальної пасажиромісткості автобусів для інтервалу руху  $I^{\text{доц}} = 8$  хв.

Рациональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №1:

$$q_n^{\text{№1}} = \frac{687 \cdot 8}{60} = 91,6 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№1}} = 92$  пас.

Рациональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №2:

$$q_n^{\text{№2}} = \frac{1927 \cdot 8}{60} = 256,9 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№2}} = 257$  пас.

Рациональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №3:

$$q_n^{\text{№3}} = \frac{814 \cdot 8}{60} = 108,5 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№3}} = 109$  пас.

Рациональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №4:

$$q_n^{\text{№4}} = \frac{1446 \cdot 8}{60} = 192,8 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№4}} = 193$  пас.

Рациональна номінальна пасажиромісткість автобуса для маршруту №5:

$$q_n^{\text{№5}} = \frac{1704 \cdot 8}{60} = 227,2 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№5}} = 228$  пас.

Отримані значення раціональної номінальної пасажиромісткості автобусів представлені в таблиці 3.30.



Таблиця 3.30

## Раціональна номінальна пасажиромісткість автобусів

Маршрути	1	2	3	4	5	6
Пасажиромісткість автобуса при інтервалі руху $I^{доц} = 4$ хв., пас.	46	129	55	97	114	46
Пасажиромісткість автобуса при інтервалі руху $I^{доц} = 8$ хв., пас.	92	257	109	193	228	92

Залежність місткості автобуса від потужності пасажиропотоку.

Відповідно до значення пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту (у прямому або зворотному напрямках) обираємо рухомий склад для кожного із маршрутів, місткість якого задовольняє потреби перевезення (таблиця 3.31).

Таблиця 3.31

## Залежність місткості автобуса від потужності пасажиропотоку

Максимальний пасажиропотік у годину «пік» в одному напрямку, пас.	Місткість автобуса, пас.
до 300	18...30
300...500	30...50
500...1000	50...80
1000...1800	80...100
1800...2600	100...120
2600...3800	120...160

У таблиці 3.31 представлено діапазон значень максимального пасажиропотоку і місткості автобуса. Для вибору рухомого складу необхідно

знати конкретне значення місткості автобуса, тому проводимо корегування даних показників методом інтерполяції за залежністю:

$$q_n^{№M} = q_{\min} + \frac{(Q_{\max}^{№M} - Q_{\min}) \cdot (q_{\max} - q_{\min})}{Q_{\max} - Q_{\min}} \quad (3.7)$$

де  $q_n^{№M}$  – значення місткості автобуса, яке необхідно знайти для відповідного маршруту, пас.;

$Q_{\max}^{№M}$  – максимальне значення пасажиропотоку на відповідному маршруті, пас.;

$q_{\max}$ ,  $q_{\min}$  – відповідно табличне максимальне і мінімальне значення місткості автобуса, пас.;

$Q_{\max}$ ,  $Q_{\min}$  – відповідно табличне максимальне і мінімальне значення пасажиропотоку в годину «пік» в одному напрямку, пас.

Значення місткості автобусів округлюємо до цілого значення. Округлення здійснюємо в більшу сторону для забезпечення резерву пасажиромісць, так як фактичні значення пасажиропотоку можуть бути більшими від розрахункових.

Пасажиромісткість автобуса для маршруту №1:

$$q_n^{№1} = 50 + \frac{(687 - 500) \cdot (80 - 50)}{1000 - 500} = 61,2 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{№1} = 62$  пас.

Пасажиромісткість автобуса для маршруту №2:

$$q_n^{№2} = 100 + \frac{(1835 - 1800) \cdot (120 - 100)}{2600 - 1800} = 100,8 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{№2} = 101$  пас.

Пасажиромісткість автобуса для маршруту №3:

$$q_n^{\text{№3}} = 50 + \frac{(814 - 500) \cdot (80 - 50)}{1000 - 500} = 68,8 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№3}} = 69$  пас.

Пасажиромісткість автобуса для маршруту №4:

$$q_n^{\text{№4}} = 80 + \frac{(1446 - 1000) \cdot (100 - 80)}{1800 - 1000} = 91,15 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№4}} = 92$  пас.

Пасажиромісткість автобуса для маршруту №5:

$$q_n^{\text{№5}} = 80 + \frac{(1704 - 1000) \cdot (100 - 80)}{1800 - 1000} = 97,6 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_n^{\text{№5}} = 95$  пас.

Розраховані значення раціональної номінальної пасажиромісткості автобусів в залежності від доцільного інтервалу руху враховують постійний інтервал руху автобусів, якого на практиці не завжди можливо дотримуватися. Також при даному способі розрахунку потребується досить велика кількість рухомого складу, що призводить до великих затрат автотранспортного підприємства, яке обслуговує дані маршрути. Тому доцільно буде для подальших розрахунків обрати місткості автобусів, розрахованих другим способом – «Залежність місткості автобуса від потужності пасажиропотоку».

Однією із умов вибору рухомого складу для роботи на маршрутах є його однотипність. По можливості, автобуси повинні бути однієї марки. Це забезпечує зручність для АТП у закупівлі рухомого складу, його технічному обслуговуванні і ремонті.

В рамках виконання курсового проекту обираємо автобус “Богдан”, виробник – Україна, «АвтомобільнаКомпанія «Богдан Моторс». Згідно отриманим результатам місткості для кожного маршруту призначаємо наступні моделі автобусів:

- маршрут №1 – автобус Богдан А-145;
- маршрут №2 – автобус Богдан А-701;
- маршрут №3 – автобус Богдан А-145;
- маршрут №4 – автобус Богдан А-601;
- маршрут №5 – автобус Богдан - 601;

Коротка технічна характеристика автобусів приведена Додатку 1.

### 3.4. Розрахунок основних ТЕП роботи автобусів

Для призначених маршрутів розраховуємо техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів. Розрахунки проводимо для маршруту №1.

Довжина маршруту, км:

$$L_M = \sum_{i=1}^n l_{ij} \quad (3.8)$$

де  $l_i$  – довжина  $i$ -го перегону, км;

$n$  – кількість перегонів на маршруті.

$$L_M = 2,4 + 1,4 + 1,2 + 2,1 = 7,1 \text{ км.}$$

Час обороту, хв.:

$$t_{об} = 2 \cdot t_{рейс}, \quad (3.9)$$

де  $t_{рейс}$  – час рейсу, хв:

$$t_{\text{ресі}} = \frac{60 \cdot L_M}{V_m} + \frac{n_{\text{зуп}} \cdot t_{\text{н.з.}}}{60} + t_{\text{к.з.}} \quad (3.10)$$

де  $V_m$  – технічна швидкість руху автобусів, км/год.;

$t_{\text{н.з.}}$  - час простою на проміжних зупинках, сек.;

$t_{\text{к.з.}}$  - час простою на кінцевій зупинці, хв.;

$n_{\text{зуп}}$  - кількість зупинок на маршруті, од.

Технічна швидкість руху автобусів приймаємо за залежністю:

$$V_m = 20 + N_{\text{ост}}, \quad (3.11)$$

де  $N_{\text{ост}}$  - остання цифра залікової книжки,  $N_{\text{ост}} = 6$ .

$$V_m = 20 + 6 = 26 \text{ км/год}$$

Час простою на проміжній зупинці приймаємо за залежністю:

$$t_{\text{н.з.}} = 30 + 5 \cdot N_{\text{ост}} \quad (3.12)$$

$$t_{\text{н.з.}} = 30 + 5 \cdot 6 = 60 \text{ сек.}$$

Час простою на кінцевій зупинці приймаємо за залежністю:

$$t_{\text{к.з.}} = 3 + N_{\text{ост}} \quad (3.13)$$

$$t_{\text{к.з.}} = 3 + 6 = 9 \text{ хв.}$$

Кількість зупинок на маршруті, од.:

$$n_{\text{зун}} = \text{int} \left( \frac{L_M}{l_{\text{неп}}} \right) + 1, \quad (3.14)$$

де  $\overline{l_{\text{неп}}}$  – середня довжина перегону на маршруті, км:

$$\overline{l_{\text{неп}}} = \frac{400 + 50 \cdot N_{\text{ост}}}{1000}. \quad (3.15)$$

$$\overline{l_{\text{неп}}} = \frac{400 + 50 \cdot 6}{1000} = 0,7 \text{ км.}$$

$$n_{\text{зун}} = \text{int} \left( \frac{7,1}{0,7} \right) + 1 = 10 \text{ од.}$$

$$t_{\text{рейс}} = \frac{60 \cdot 7,1}{26} + \frac{10 \cdot 60}{60} + 9 = 35,6 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $t_{\text{рейс}} = 36$  хв., так як значення часу рейсу повинно бути цілим числом для зручності використання даного показника при складанні графіку руху автобусів. Округлення здійснюємо в більшу сторону для надання автобусу додаткового часу на випадок виникнення заторів.

$$t_{\text{од.}} = 2 \cdot 34 = 72 \text{ хв.}$$

Інтервал руху у годину «пік», хв.:

$$I^{\text{пik}} = \left( \frac{60 \cdot q_{\text{гран}}}{N_{ij}^{\text{max}}} \right) + 1 \quad (3.16)$$

де  $q_{гран}$  – гранична пасажиромісткість автобуса, яка розраховується виходячи з 8 чол./м<sup>2</sup> вільної площі салону, пас.:

$$q_{гран} = \left( \frac{q_n - q_{сид}}{5} \right) \cdot 8 + q_{сид}, \quad (3.17)$$

де  $q_{сид}$  – кількість місць для сидіння.

$$q_{гран} = \left( \frac{70 - 43}{5} \right) \cdot 8 + 43 = 86,2 \text{ пас}$$

Приймаємо  $q_{гран} = 142$  пас, тому що можна перевозити лише ціле число пасажирів. Округлення здійснюємо в меншу сторону, щоб не перевищувати значення 5 чол./м<sup>2</sup> при заповненні вільної площі салону автобуса.

$$I^{нік} = \left( \frac{60 \cdot 86}{687} \right) + 1 = 8,5 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $I^{нік} = 8$  хв., тому що значення повинно бути цілим числом для зручності використання даного показника при складанні графіку руху автобусів. Округлення здійснюємо в меншу сторону, щоб забезпечити мінімальний час очікування пасажирів на зупинках у час «пик».

Кількість автобусів на маршруті у годину «пик», од.:

$$A^{нік} = \frac{t_{об}}{I^{нік}}. \quad (3.18)$$

$$A^{нік} = \frac{72}{8} = 9 \text{ од.}$$

Приймаємо  $A^{nik} = 9$ , щоб у час «пік» не відбувалося перевищення значення 5 чол./м<sup>2</sup> при заповненні вільної площі салону автобуса.

Фактичний пасажирообіг на маршруті, пас. км.:

$$P_{\phi} = \sum_1^n N_{ij} \cdot l_i + \sum_1^n N_{ji} \cdot l_i, \quad (3.19)$$

$$P_{\phi} = (221 \cdot 2,4 + 221 \cdot 1,4 + 517 \cdot 1,2 + 687 \cdot 2,1) + \\ + (102 \cdot 2,4 + 102 \cdot 1,4 + 212 \cdot 1,2 + 350 \cdot 2,1) = 4279,9 \text{ пас.км.}$$

Кількість перевезених пасажирів на маршруті, пас:

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (H_{ij}^* + H_{ji}^*). \quad (3.20)$$

$$Q = 1081 + 475 = 1556 \text{ пас.}$$

Середня довжина їздки одного пасажирів на маршруті, км:

$$l_{\text{сер}} = \frac{P_{\phi}}{Q}. \quad (3.21)$$

$$l_{\text{сер}} = \frac{4279,9}{1556} = 2,7 \text{ км.}$$

Коефіцієнт змінності пасажирів на маршруті:

$$\eta_{\text{зм}} = \frac{L_M}{l_{\text{сер}}}. \quad (3.22)$$

$$\eta_{\text{зм}} = \frac{7,1}{2,7} = 2,6.$$

Можливий пасажирообіг на маршруті, пас. км.:



$$P_m = \frac{2 \cdot 60 \cdot L_m \cdot A^{nik} \cdot q_n}{t_{об}} \quad (3.23)$$

$$P_m = \frac{2 \cdot 60 \cdot 7,2 \cdot 9 \cdot 70}{68} = 8004 \text{ пас.км.}$$

Динамічний коефіцієнт використання пасажиромісткості:

$$\gamma_d = \frac{P_\phi}{P_m} \quad (3.24)$$

$$\gamma_d = \frac{4279,9}{8004} = 0,53$$

Аналогічно проводимо розрахунки ТЕП для інших маршрутів і результати заносимо до таблиці 3.32.

Таблиця 3.32

Техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів

ТЕП	Одиниці виміру	Маршрути сформованої мережі				
		№1 (1-11-8-7-6)	№2 (1-2-3-4-5-6)	№3 (3-12-7-8-9-10)	№4 (5-6-7-8-9-10)	№5 (2-1-10-9-8-7)
1	2	3	4	5	6	7
$L_m$	км	7,1	10,2	10,5	9,4	9,6
$\overline{l_{пер}}$	км	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
$n_{зуп}$	-	10	11	12	12	10
$t_{н.з.}$	сек.	60	60	60	60	60
$t_{к.з.}$	хв.	9	9	9	9	9
$V_m$	км/ГОД	26	269	26	26	26
$t_{розрах рейс}$	хв.	35,6	46,5	48,3	43,5	44,5

Продовження таблиці 3.32

1	2	3	4	5	6	7
$t_{\text{рейс}}^{\text{прийняте}}$	хв.	36	47	49	44	45
$t_{\text{об}}$	хв.	72	94	98	88	90
$N_{ij}^{\text{max}}$	пас.	687	1927	814	1446	1704
$q_n^{l=4\text{хв}}$	пас.	46	129	55	97	114
$q_n^{l=8\text{хв}}$	пас.	92	257	109	193	228
$N^{\text{max}}$ рекомендаційний інтервал	пас.	500-1000	2600-1800	1000-500	1800-1000	1800-1000
$q_n$ рекомендаційний інтервал	пас.	50-80	120-100	80-50	100-80	100-80
$q_n^{\text{прийняте}}$	пас.	62	101	69	92	98
Модель автобуса	-	Богдан А-145	Богдан А-701	Богдан А-145	Богдан А-601	Богдан А-601
$q_n$	пас.	70	112	70	99	99
$q_{\text{сид}}$	пас.	39	30	39	27	27
$q_{\text{гран}}^{\text{розрах}}$	пас.	86,2	161,2	89,3	142,3	142,3
$q_{\text{гран}}^{\text{прийняте}}$	пас.	86	161	89	142	142
$\Gamma_{\text{розрах}}^{\text{пій}}$	хв.	8,5	6,1	7,1	6,2	6,2
$\Gamma_{\text{прийняте}}^{\text{пій}}$	хв.	8	6	7	6	6
$A_{\text{розрах}}^{\text{пій}}$	-	8,9	15,6	13,9	14,8	14,9
$A_{\text{прийняте}}^{\text{пій}}$	-	9	16	14	15	15
$Q$	пас.	1556	6547	2540	4984	4070
$P_{\phi}$	пас. км.	4279,9	22218,2	11514,1	16305,8	16876
$l_{\text{сер}}$	км	2,7	3,4	4,5	3,2	4,1

Закінчення таблиці 3.32

1	2	3	4	5	6	7
$\eta_{зм}$	-	2,6	3	2,3	2,9	2,3
$P_m$	пас. км.	8004	23334	14400	17766	17740,8
$\gamma_d$	-	0,53	0,95	0,79	0,91	0,95
$K_E$	-	0,64	0,63	0,61	0,62	0,62

Коефіцієнт якості сформованої маршрутної мережі:

$$K_{я} = \frac{\sum P_{\phi}}{P_{min}} \quad (3.25)$$

$$K_{я} = \frac{12789,4 + 1367,7 + 9553 + 5427,1 + 9560,1 + 15854,9}{55714} = 0,98$$

Розраховані техніко-експлуатаційні показники дають інформацію, яка потрібна для розробки розкладів руху автобусів і роботи всього маршруту – необхідний інтервал руху та кількість автобусів в час «пік», час обороту автобуса на маршруті, виконана транспортна робота та інші.

### 3.5. Розрахунок режимів роботи автобусів на маршруті

Для проведення подальших розрахунків обрано маршрут №1 (1-2-9-8-7).

Розрахунок режимів роботи автобусів на маршруті проводимо за допомогою графоаналітичного методу. Даний метод дає змогу визначити кількість випущених транспортних засобів на маршрут та рівномірно розподіляє тривалість робочих змін для водіїв та автобусів.

Для розрахунку режимів роботи автобусів на маршруті за допомогою графоаналітичного методу необхідні наступні вихідні дані:

- діаграма «Мінімум-Максимум»;

- очікувана тривалість зміни;
- тривалість обідніх перерв.

Графоаналітичний метод розрахунків включає в себе 3 етапи:

Розрахунок пасажиропотоків на маршруті за кожною годиною доби.

Розрахунок необхідної кількості автобусів на маршруті за кожною годиною доби.

Розрахунок змінності роботи автобусів на маршруті.

Розрахунок пасажиропотоків на маршруті за кожною годиною доби.

Пасажиропотоки на маршруті за кожною годиною доби визначаються за формулою:

$$N_i = N_{max} \cdot k_i^{nep}, \quad (3.26)$$

де  $N_{max}$  – максимальний пасажиропотік, пас.;

$k_i^{nep}$  – коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку протягом  $i$ -ї години доби:

$$k_i^{nep} = k_i^{nep*} + 0,01 \cdot N_{ост} + 0,01 \cdot N_{пер}, \quad (3.27)$$

де  $N_{пер}$  – передостання цифра залікової книжки,  $N_{пер} = 7$ .

Значення  $k_i^{nep*}$  по годинам доби подані у таблиці 3.33.

Таблиця 3.33

Значення коефіцієнта нерівномірності по годинам доби

Година доби	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
$k_{nep}^*$	0,45	0,8	1	0,9	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	0,8	0,5	0,4	0,4	0,2	0,1

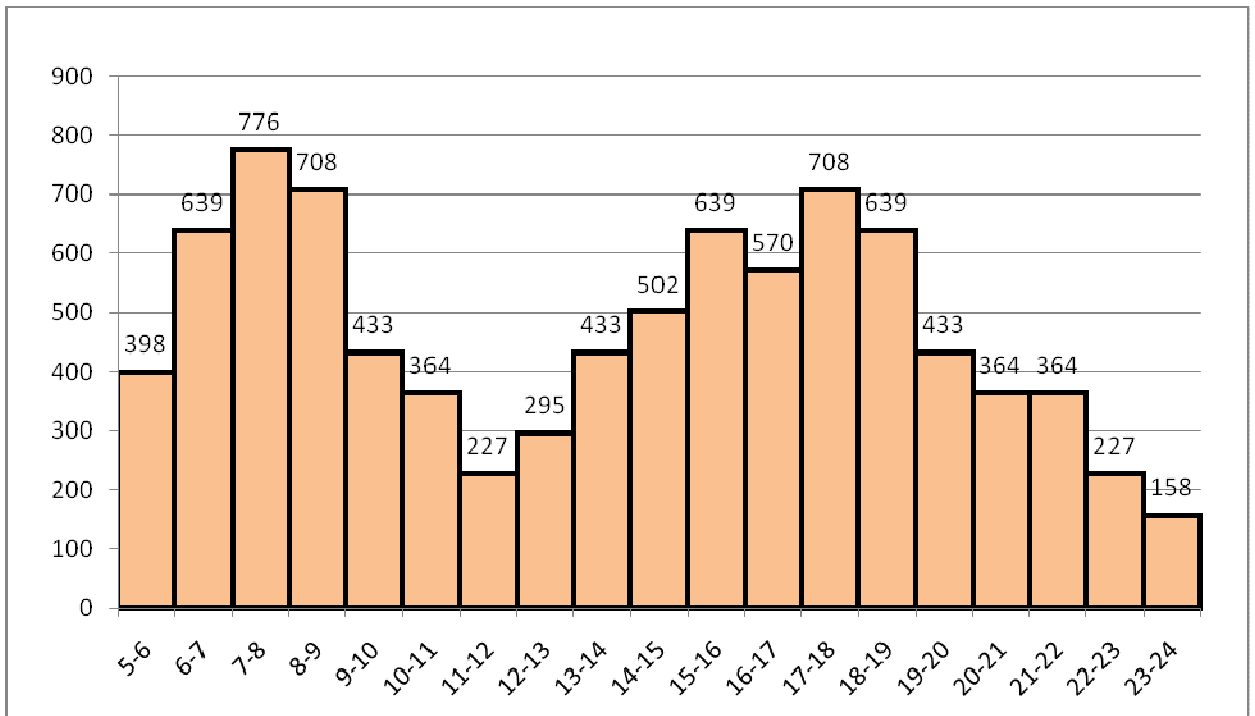


Рисунок 3.14 – Епюра пасажиропотоку на маршруті по годинам доби

$$k_{05-06}^{нер} = 0,45 + 0,01 \cdot 6 + 0,01 \cdot 7 = 0,58.$$

Аналогічно визначаємо коефіцієнти нерівномірності пасажиропотоку для інших годин доби і результати розрахунків заносимо до таблиці 3.34.

Таблиця 3.34

Розрахункові значення коефіцієнта нерівномірності по годинам доби

Година доби	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
$k_{нер}^*$	0,58	0,93	1	1	0,63	0,53	0,33	0,43	0,63	0,73	0,93	0,83	1	0,93	0,63	0,53	0,53	0,33	0,23

$$N_{05-06} = 687 \cdot 0,58 = 398 \text{ пас.}$$

$$N_{06-07} = 687 \cdot 0,93 = 638,9 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $N_{06-07} = 639 \text{ пас.}$ , тому що значення кількості пасажиропотоку повинно бути цілим числом.

Аналогічно визначаємо пасажиропотоки на маршруті для інших годин доби і результати розрахунків заносимо до таблиці 3.35.

Таблиця 3.35

Пасажиропотоки на маршруті по годинам доби

Година доби	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
$N_i$	398	639	776	708	433	364	227	295	433	502	639	570	708	639	433	364	364	227	158

На основі значень пасажиропотоки на маршруті по годинам доби будемо епюру пасажиропотоку на маршруті по годинам доби (рисунок 3.15).

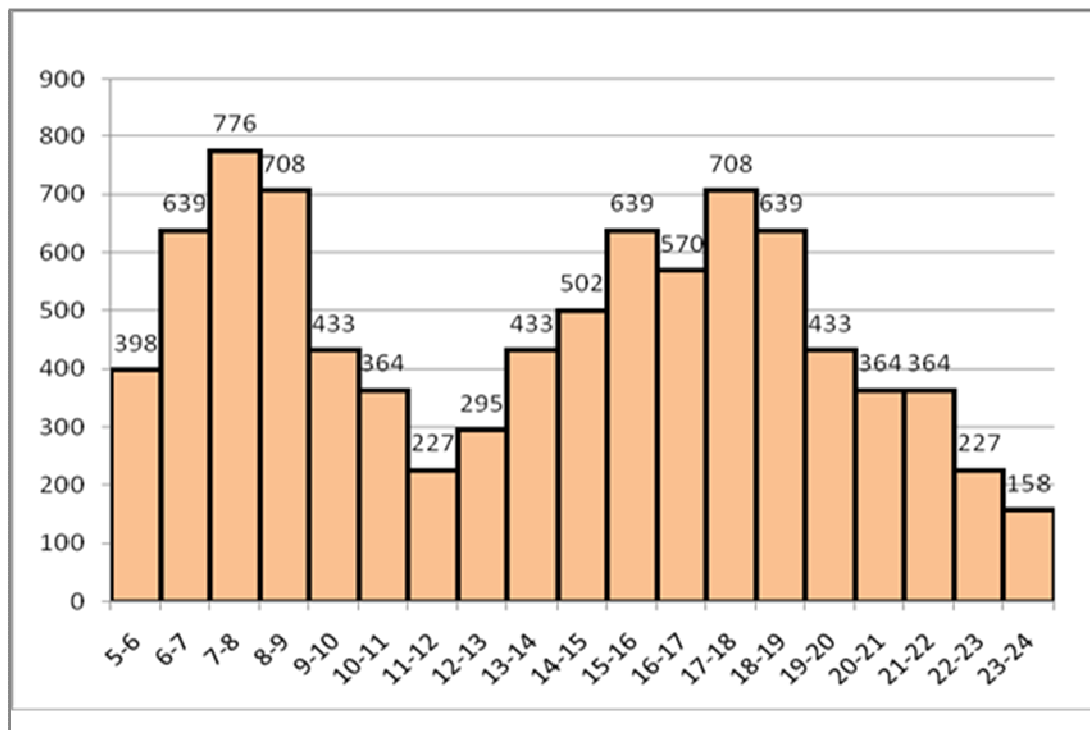


Рисунок 3.15 – Епюра пасажиропотоку на маршруті по годинам доби

Розрахунок необхідної кількості автобусів на маршруті за кожною годиною доби.

Необхідна кількість автобусів за кожною годиною доби розраховується за формулою:

$$A_i = \frac{N_i \cdot t_{об}}{q_n \cdot 60}, \quad (3.28)$$

$$A_{05-06} = \frac{398 \cdot 72}{70 \cdot 60} = 6,8 од.$$

Приймаємо,  $A_{05-06} = 7 од.$  щоб не перевищувати значення 5 чол./м<sup>2</sup> при заповненні вільної площі салону автобуса.

Аналогічно визначаємо кількість автобусів для інших годин доби і результати розрахунків заносимо до таблиці 3.36.

Таблиця 3.36

Зміна кількості автобусів на маршруті за годинам доби

Година доби	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
$A_i$	7	11	13	12	7	6	4	5	7	9	11	10	12	11	7	6	6	4	3

Максимальна кількість працюючих автобусів:

$$A_{max} = \max(A_i) \cdot k_{деф}, \quad (3.29)$$

де  $k_{деф}$  - коефіцієнт дефіциту автобусів:

$$k_{деф} = 0,8 + 0,01 \cdot N_{ост}, \quad (3.30)$$

$$k_{\text{деф}} = 0,8 + 0,01 \cdot 6 = 0,86$$

$$A_{\text{max}} = 13 \cdot 0,86 = 11,2 \text{ од}$$

Приймаємо  $A_{\text{max}} = 11$  од. для того, щоб забезпечити резерв автобусів у розмірі не менше 15% від загальної кількості рухомого складу, так як  $k_{\text{деф}} = 0,86$ .

Мінімальна кількість працюючих автобусів:

$$A_{\text{min}} = \frac{t_{\text{об}}}{I_{\text{max}}}, \quad (3.31)$$

де  $I_{\text{max}}$  - максимально допустимий інтервал руху автобусів, хв.:

$$I_{\text{max}} = 12 + N_{\text{ост}}. \quad (3.32)$$

$$I_{\text{max}} = 12 + 6 = 18 \text{ хв.}$$

$$A_{\text{min}} = \frac{72}{18} = 4 \text{ од.}$$

Приймаємо,  $A_{\text{min}} = 4$  од. тому що при округленні в меншу сторону відбуватиметься переповнення салону автобуса, що призведе до погіршення якості перевезення і можливими стануть випадки відмови у перевезенні.

Будуємо діаграму розрахованої зміни кількості автобусів за годинами (рисунок 3.16).





Рисунок 3.16 – Діаграма зміни кількості автобусів за годинами доби з лініями «Максимум», «Мінімум»

Для визначення прийнятої кількості автобусів для роботи на маршруті необхідно скорегувати розраховану кількість автобусів наступним чином: якщо  $A_i < A_{min}$ , то прийняти його  $A_i = A_{min}$ ; якщо  $A_i > A_{max}$ , то прийняти його  $A_i = A_{max}$ . Скореговані значення необхідної кількості автобусів подані в таблиці 3.37.

Таблиця 3.37

Прийнята кількість автобусів на маршруті за годинам доби

Година доби	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
$A_i^{прий}$	7	11	11	11	7	6	4	5	7	9	11	10	11	11	7	6	6	4	4

Діаграма прийнятої кількості працюючих автобусів за годинами доби з урахуванням лінії «Мінімум» (мінімальна кількість автобусів) та лінії «Максимум» (максимальні кількість автобусів) представлена на рисунку 3.17.

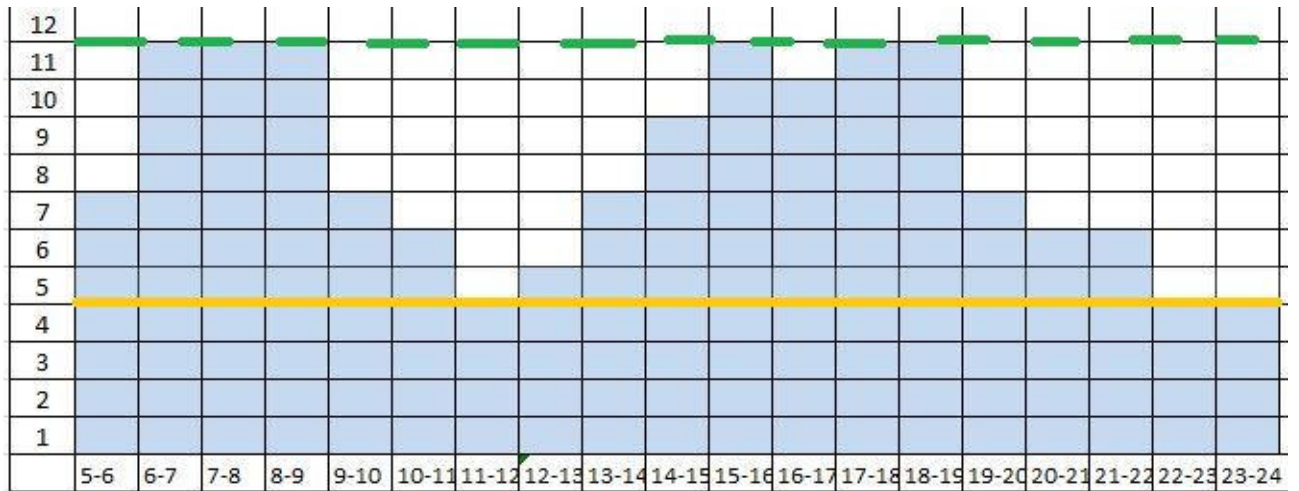


Рисунок 3.17 – Прийнята кількість працюючих автобусів за годинами доби з лініями «Максимум», «Мінімум»

1. Розрахунок змінності роботи автобусів на маршруті.

Визначення змінності роботи автобусів на маршруті:

$$ЗМ = \frac{A\Gamma_{min}^{max} + T_0 \cdot A_{max}}{T_{зм}}, \quad (3.33)$$

де  $A\Gamma_{min}^{max}$  – кількість автомобіле-годин роботи автобусів із урахуванням проведених ліній «максимум» та «мінімум», год.;

$T_{зм}$  – час зміни роботи водіїв, год.;

$T_0$  – час нульових пробігів автобуса, год.

$$A\Gamma_{min}^{max} = \sum A_i^{прий} \quad (3.34)$$

$$A\Gamma_{min}^{max} = 213 \text{ год.}$$

$$T_{зм} = \begin{cases} 7, \text{ якщо } N_{ост} - \text{непарне} \\ 8, \text{ якщо } N_{ост} - \text{парне} \end{cases}, \quad (3.35)$$

Приймаємо  $T_{зм} = 8 год$ , тому що  $N_{ост}$  непарне  $N_{ост} = 6$ .

$$T_0 = \frac{l_0}{V_m}, \quad (3.36)$$

де  $l_0$  – довжина нульових пробігів, км:

$$l_0 = 10 + 2 \cdot N_{ост}, \quad (3.37)$$

$$l_0 = 10 + 2 \cdot 6 = 22 \text{ км.}$$

$$T_0 = \frac{22}{26} = 0,8 \text{ год.}$$

$$ЗМ = \frac{148 + 0,8 \cdot 11}{8} = 19,6 \text{ год.}$$

Приймаємо  $ЗМ = 19$  змін для того, щоб не вводити одну додаткову зміну. Залишок 0,6 зміни розподіляємо між прийнятими 19 змінами у вигляді збільшення зміни роботи кожного автобуса.

Розподіл робочих змін автобусних бригад на маршруті проводимо за допомогою коефіцієнта виходу:

$$k_{вих} = ЗМ - 2A_{мах}. \quad (3.38)$$

На підставі розрахованого значення коефіцієнта виходу і залежностей, які представлені у таблиці 3.38, розподіляємо зміни роботи автобусних бригад на маршруті на однозмінні, двохзмінні та трьохзмінні.



## Кінцевий результат графоаналітичного розрахунку

### Умовні позначення

Умовні позначення:

- лінія змінності

Рисунок 3.18 показує, що кожен автобус на маршруті має різну тривалість роботи виходів. За допомогою графоаналітичного методу можливо максимально урівноважити між собою час роботи кожного виходу, використовуючи вертикальне переміщення окремих стовпців діаграми або їх частин. Дані розрахунки проводяться з урахуванням «Положення про робочий час і відпочинок водіїв автотранспортних засобів», надаючи водіям обідню перерву або короткочасну перерву. При наданні обідньої перерви водіям необхідно враховувати те, що автобуси цих водіїв не працюють. Тому потрібно додатково застосовувати в цей час «компенсуючі» автобуси.

Один з етапів розрахунку режимів роботи автобусів за допомогою графоаналітичного методу представлений на рисунку 3.19.

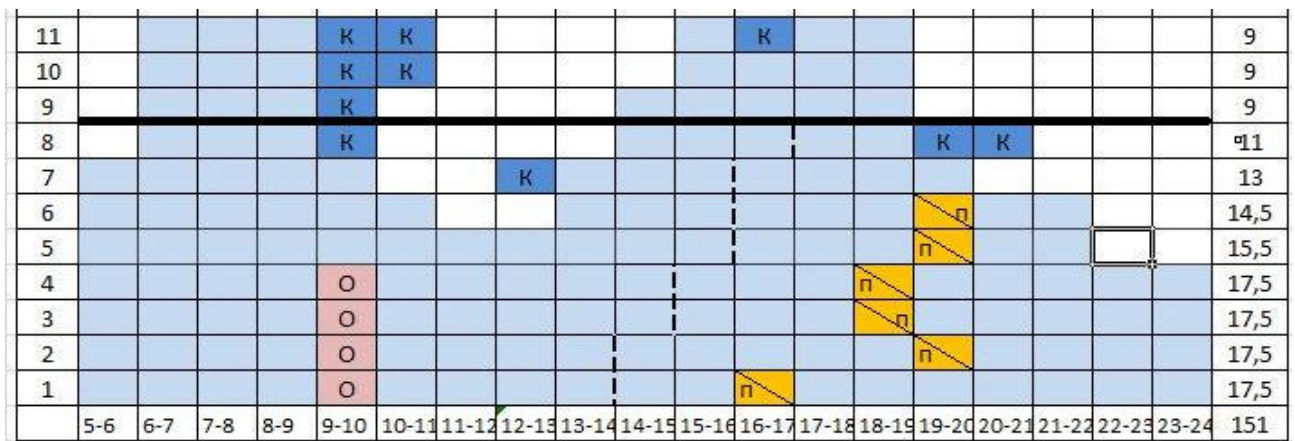


Рисунок 3.19 – Прийнята кількість працюючих автобусів за годинами доби із нанесеною лінією змінності

Перший етап розрахунку режимів роботи автобусів за допомогою графоаналітичного методу

Другий етап розрахунку режимів роботи автобусів за допомогою графоаналітичного методу

Кінцевий результат графоаналітичного розрахунку

## Умовні позначення

Умовні позначення:

	Компенсуючий автобус
	Короткочасна перерва
	Обід
	Час зміни роботи водіїв

11					К	К										К																							9	
10					К	К																																		9
9																															9									
8					К																																			11
7																																								13,5
6																																								17
5																																								15,5
4																																								15,5
3																																								15,5
2																																								15,5
1																																								13,5
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24																					148,5

Рисунок 3.20 – Прийнята кількість працюючих автобусів за годинами доби із нанесеною лінією змінності

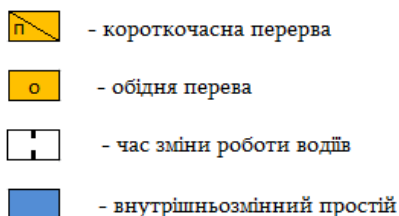
Перший етап розрахунку режимів роботи автобусів за допомогою графоаналітичного методу

Другий етап розрахунку режимів роботи автобусів за допомогою графоаналітичного методу

Кінцевий результат графоаналітичного розрахунку

Умовні позначення

Умовні позначення:



Кінцевий результат графоаналітичного розрахунку представлений на рисунку 3.21.

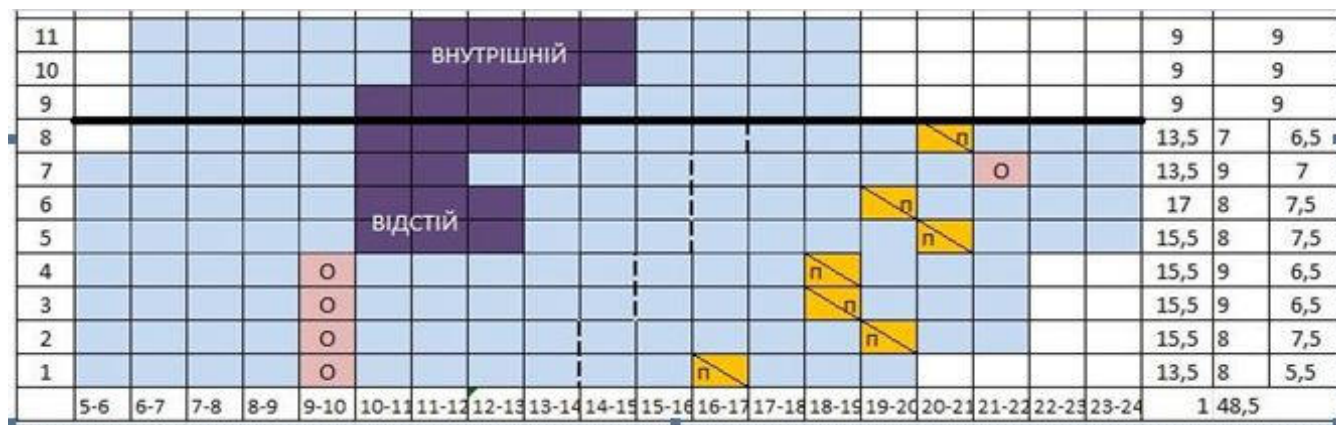


Рисунок 3.21 – Прийнята кількість працюючих автобусів за годинами доби із нанесеною лінією змінності

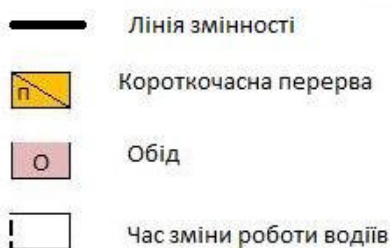
Перший етап розрахунку режимів роботи автобусів за допомогою графоаналітичного методу

Другий етап розрахунку режимів роботи автобусів за допомогою графоаналітичного методу

Кінцевий результат графоаналітичного розрахунку

#### Умовні позначення

:



В результаті проведення розрахунків режимів роботи автобусів було застосовано наступні види виходів:

- для автобусів 1-4 – двохзмінний режим (перший вихід з обідньою перервою, другий вихід з короткочасною перервою);
- для автобусів 5-8 – двохзмінний режим (перший вихід з внутрішньозмінним простоем, другий вихід з короткочасною перервою(обідом));
- для автобусів 9-11 – однозмінний режим (вихід з внутрішньозмінним простоем).

Якість проведених розрахунків визначається коефіцієнтом ефективності графоаналітичної побудови:

$$k_{ef} = \frac{AG_{min}^{max}}{AG_{GAP}} \geq 0,9, \quad (3.40)$$

де  $AG_{GAP}$  – кількість автомобіле-годин, що одержані під час графоаналітичного розрахунку.

$$k_{ef} = \frac{148}{148,5} = 0,99.$$



### 3.6. Розробка графіку руху автобусів

Графік руху автобусів є одним із головних елементів, який необхідний для роботи маршруту. На основі графіку руху забезпечується заданий інтервал руху автобусів, корегується час обідніх перерв та час виїзду з кінцевих зупинок.

Для складання графіку руху автобусів спочатку визначається інтервал руху автобусів по годинам доби за залежністю:

$$I_i = \frac{t_{об.}}{A_i}, \quad (3.41)$$

де  $I_i$  – інтервал руху автобусів на маршруті в певну годину доби, хв.;

$A_i$  – кількість автобусів, що працюють на маршруті в певну годину відповідно до графоаналітичного розрахунку, од.

$$I_{05-06} = \frac{72}{7} = 10,2 \text{ хв.}$$

Приймаємо,  $I_{05-06} = 5,81 \text{ хв.}$  тому що при округленні інтервалу у меншу сторону автобуси не встигатимуть прибувати на зупиночні пункти, що призведе до нерівномірності руху. Аналогічно визначаємо інтервал руху автобусів для інших годин доби і результати розрахунків заносимо до таблиці 3.39.

Таблиця 3.39

Інтервал руху автобусів по годинам доби

Година доби	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
$A_i$	7	11	11	11	7	6	4	5	7	9	11	10	11	11	7	6	6	4	4
$I_i$	11	7	7	7	11	12	18	15	11	8	7	8	7	7	11	12	12	18	18

За допомогою отриманих результатів та графоаналітичного розрахунку складаємо графік руху автобусів на маршруті. Графік руху автобусів на маршруті представлено в таблиці 3.40.

Таблиця 3.40

Графік руху автобусів на маршруті

№ вих оду	КО2		КО1		КО2		КО1		КО2		КО1		КО2		КО1		КО2	
	п р	отп	пр	от п	пр	от п	пр	от п	пр	от п	пр	от п	пр	отп	пр	от п	пр	отп
1	8: 49	Обід				9:4 9	10: 14	10: 26	10: 51	11: 05	11: 30	11: 48	12: 13	12: 28	12: 53	13: 07	13: 32	13: 42
2	8: 56	Обід				9:5 6	10: 26	10: 38	11: 05	11: 23	11: 48	12: 08	12: 32	12: 43	13: 08	13: 18	13: 43	13: 53
3	9: 03	Обід				10: 03	10: 38	10: 50	11: 23	11: 41	12: 08	12: 26	12: 51	12: 58	13: 23	13: 29	13: 49	14: 14
4	9: 14	Обід				10: 10	10: 50	11: 02	11: 41	11: 59	12: 26	12: 44	13: 09	13: 13	13: 38	13: 40	14: 05	14: 25
5	9: 25	9:3 6	10:0 1	Простій				13: 11	13: 36	13: 47	14: 12	14: 20	14: 45	14: 53	15: 18	15: 25	15: 50	15: 57
6	9: 36	9:4 7	10:1 3	Простій				13: 22	13: 50	13: 58	14: 20	14: 28	14: 53	15: 01	15: 26	15: 32	15: 57	16: 05
7	9: 47	9:5 8	10:2 5	Простій	12: 13	12: 38	12: 43	13: 10	13: 21	13: 46	13: 57	14: 22	14: 47	15: 10	15: 17	15: 42	15: 50	
8	9: 58	10: 09	10:3 7	Простій				14: 11	14: 19	14: 44	14: 52	15: 17	15: 34	15: 49	15: 56	16: 21	16: 29	
9	10: 09	10: 21	10:4 9	Простій				14: 19	14: 30	14: 55	15: 03	15: 28	15: 41	16: 14	16: 18	16: 46	16: 54	
10	10: 01	10: 33	11:0 1	11: 19	11: 56	12: 14	Простій				15: 10	15: 35	15: 48	16: 28	16: 36	17: 09	17: 15	
11	10: 03	10: 45	11:1 9	11: 37	12: 14	12: 29	Простій				15: 17	15: 42	15: 55	16: 34	16: 44	17: 34	17: 22	

Продовження таблиці 3.40

	пр	от	пр	от	пр	от	пр	от	пр	от	пр	от	пр	от	пр	от	пр	от
	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п
1	14: 07	14: 15	14: 40	14: 48	15: 13	15: 20	15: 45	15: 52	Перерва		16: 38	16: 46	17: 11	17: :1 8	17: 43	17: 50	18: 15	18: 22
2	14: 18	14: 26	14: 51	14: 59	15: 24	15: 31	15: 56	16: 03	16: 28	16: 35	17: 00	17: 07	17: 32	17: :3 9	18: 06	18: 13	18: 38	18: 45
3	14: 35	14: 43	15: 08	15: 15	15: 40	15: 47	16: 12	16: 20	16: 45	16: 52	17: 17	17: 24	17: 49	17: :5 6	18: 21	Перерва		19: 03
4	14: 51	14: 59	15: 24	15: 32	15: 53	16: 00	16: 25	16: 33	16: 58	17: 06	17: 31	17: 38	18: 03	Перерва		18: 33	18: 58	19: 10
5	16: 48	16: 56	17: 21	17: 28	17: 53	18: 00	18: 25	18: 32	18: 57	19: 04	19: 29	19: 41	Перерва		20: 11	20: 23	20: 48	21: 10
6	16: 28	16: 36	17: 01	17: 35	18: 00	18: 07	18: 32	18: 39	19: 04	19: 15	Перерва		19: 48	19: :5 9	20: 24	20: 36	21: 01	21: 13
7	16: 13	16: 22	17: 08	17: 42	18: 07	18: 14	18: 39	18: 46	19: 11	19: 22	19: 47	20: 10	20: 35	20: :4 7	21: 12	Обід		22: 12
8	16: 53	17: 01	17: 26	17: 33	17: 48	17: 55	18: 20	18: 27	18: 52	18: 59	19: 24	19: 35	20: 00	20: :1 2	20: 37	Перерва		21: 17
9	17: 13	17: 20	17: 45	17: 52	18: 17	18: 24	18: 49	18: 56	19: 21									
10	17: 28	17: 25	17: 50	17: 57	18: 22	18: 29	18: 54											
11	17: 43	17: 50	17: 57	18: 04	18: 29	18: 36	18: 59											

№ виходу	КО2		КО1		КО2		КО1		КО2		КО1		КО2		КО1		КО2	
	пр	отп	пр	отп	пр	отп	пр	отп	пр	отп	пр	отп	пр	отп	пр	отп	пр	отп
1	18:52	18:59	19:24	19:35	20:00													
2	19:10	19:21	19:46	Перерва		20:34	20:59	21:11	21:36	21:48	21:13	21:25	21:50					
3	19:28	19:39	20:04	20:16	20:41	20:53	21:18	21:30	21:45									
4	19:35	19:50	20:15	20:27	20:52	21:14	21:39	21:51	22:16									
5	21:35	21:47	22:12	22:30	22:55	23:13	23:38	23:56										
6	21:38	21:50	22:15	22:33	22:58	23:16	23:41	23:59	00:24									
7	22:37	22:55	23:20	23:38	00:03													
8	22:42	23:13	23:38	23:58														
9																		
10																		
11																		

Проводимо оцінку складеного розкладу руху автобусів. Визначаємо інтервал відправлення від першої та другої кінцевих зупинок за залежністю:

$$I_i^{KO} = t_i - t_{i-1}, \quad (3.42)$$

де  $t_i$  – час відправлення з  $i$ -ї кінцевої зупинки, год.;  $I_i^{KO}$  – інтервал відправлення з  $i$ -ї кінцевої зупинки.

$$I_{05-06}^{KO} = 5:11 - 5:00 = 11 \text{ хв.}$$

Аналогічно розраховуємо інтервал відправлення з  $i$ -ї кінцевої зупинки і результати заносимо до таблиць 3.41 та 3.42

## Інтервал відправлення з кінцевої зупинки №1

КО1	$I_1^{KO}$	КО1	$I_1^{KO}$	КО1	$I_1^{KO}$	КО1	$I_1^{KO}$
1	2	3	4	5	6	7	8
5:00	0:00	9:02	0:11	15:06	0:07	18:42	0:07
5:11	0:11	9:13	0:11	15:13	0:07	18:49	0:07
5:22	0:11	9:24	0:11	15:20	0:07	18:56	0:07
5:33	0:11	9:35	0:11	15:27	0:07	19:07	0:11
5:44	0:11	9:46	0:11	15:34	0:07	19:18	0:11
5:55	0:11	9:57	0:11	15:41	0:07	19:29	0:11
6:06	0:11	10:08	0:11	15:49	0:07	19:40	0:11
6:13	0:07	10:20	0:12	15:56	0:08	19:51	0:11
6:20	0:07	10:32	0:12	16:04	0:08	20:03	0:12
6:27	0:07	10:44	0:12	16:12	0:08	20:15	0:12
6:34	0:07	10:56	0:12	16:20	0:08	20:27	0:12
6:41	0:07	11:14	0:18	16:28	0:08	20:39	0:12
6:48	0:07	11:32	0:18	16:36	0:08	20:51	0:12
6:55	0:07	11:50	0:18	16:44	0:08	21:03	0:12
7:02	0:07	12:05	0:15	16:52	0:08	21:15	0:12
7:09	0:07	12:20	0:15	17:00	0:07	21:27	0:12
7:16	0:07	12:35	0:15	17:07	0:07	21:39	0:12
7:23	0:07	12:50	0:15	17:14	0:07	21:51	0:12
7:30	0:05	13:01	0:11	17:21	0:07	22:09	0:18
7:37	0:05	13:22	0:11	17:28	0:07	22:27	0:18
7:44	0:05	13:33	0:11	17:35	0:07	22:45	0:18
7:51	0:05	13:44	0:11	17:42	0:07	23:03	0:18
7:59	0:03	13:55	0:08	17:49	0:07	23:21	0:18
8:06	0:05	14:03	0:08	17:56	0:07	23:39	0:18
8:13	0:05	14:11	0:08	18:03	0:07	23:57	0:18

Продовження таблиці 3.41

1	2	3	4	5	6	7	8
8:20	0:05	14:19	0:08	18:10	0:07		
8:27	0:05	14:27	0:08	18:17	0:07		
8:34	0:05	14:35	0:08	18:24	0:07		
8:41	0:05	14:43	0:08	18:31	0:07		
8:48	0:05	14:51	0:08	18:38	0:07		
8:55	0:05	14:59	0:08	18:35	0:07		

Таблиця 3.42

## Інтервал відправлення з кінцевої зупинки №2

KO2	$I_2^{KO}$	KO2	$I_2^{KO}$	KO2	$I_2^{KO}$	KO2	$I_2^{KO}$
1	2	3	4	5	6	7	8
5:36	0:00	9:22	0:11	15:08	0:07	18:45	0:07
5:47	0:11	9:33	0:11	15:15	0:07	18:52	0:07
5:58	0:07	9:44	0:11	15:22	0:07	18:59	0:07
6:05	0:07	9:55	0:11	15:29	0:07	19:10	0:11
6:12	0:07	10:07	0:12	15:36	0:07	19:21	0:11
6:19	0:07	10:19	0:12	15:43	0:07	19:32	0:11
6:26	0:07	10:31	0:12	15:50	0:07	19:43	0:11
6:33	0:07	10:43	0:12	15:57	0:07	19:54	0:11
6:40	0:07	10:55	0:12	16:05	0:08	20:06	0:12
6:47	0:07	11:15	0:20	16:13	0:08	20:18	0:12
6:54	0:07	11:33	0:18	16:21	0:08	20:30	0:12
7:01	0:07	11:51	0:18	16:29	0:08	20:42	0:12
7:08	0:07	12:06	0:15	16:37	0:08	20:54	0:12
7:15	0:07	12:21	0:15	16:45	0:08	21:06	0:12

Закінчення таблиці 3.42

1	2	3	4	5	6	7	8
7:22	0:07	12:36	0:15	16:53	0:08	21:18	0:12
7:29	0:07	12:51	0:15	17:01	0:08	21:30	0:12
7:36	0:07	13:02	0:11	17:08	0:07	21:42	0:12
7:43	0:07	13:13	0:11	17:15	0:07	21:54	0:12
7:50	0:07	13:24	0:11	17:22	0:07	22:12	0:18
7:57	0:07	13:35	0:11	17:29	0:07	22:30	0:18
8:04	0:07	13:46	0:11	17:36	0:07	22:48	0:18
8:11	0:07	13:57	0:11	17:43	0:07	23:06	0:18
8:18	0:07	14:05	0:08	17:50	0:07	23:24	0:18
8:25	0:07	14:13	0:08	17:57	0:07	23:42	0:18
8:32	0:07	14:21	0:08	18:03	0:07	00:00	0:18
8:39	0:07	14:29	0:08	18:10	0:07		
8:46	0:07	14:37	0:08	18:17	0:07		
8:53	0:07	14:45	0:08	18:24	0:07		
9:00	0:11	14:53	0:08	18:31	0:07		
9:11	0:11	15:01	0:08	18:38	0:07		

На основі таблиць 3.41 та 3.42 будемо графіки інтервалів відправлення з кінцевих зупинок.

Оцінка складеного розкладу руху автобусів по інтервалу відправлення з кінцевої зупинки №1 представлений на рисунку 3.22. Оцінка складеного розкладу руху автобусів по інтервалу відправлення з кінцевої зупинки №2 представлений на рисунку 3.23.

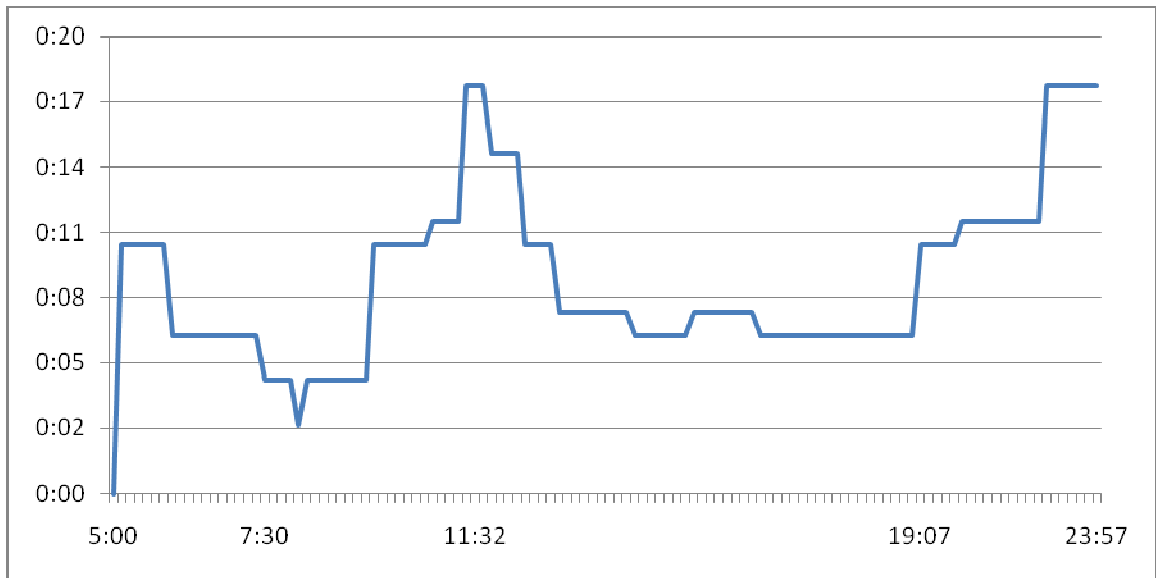


Рисунок 3.22 – Оцінка складеного розкладу руху автобусів по інтервалу відправлення з кінцевої зупинки №1

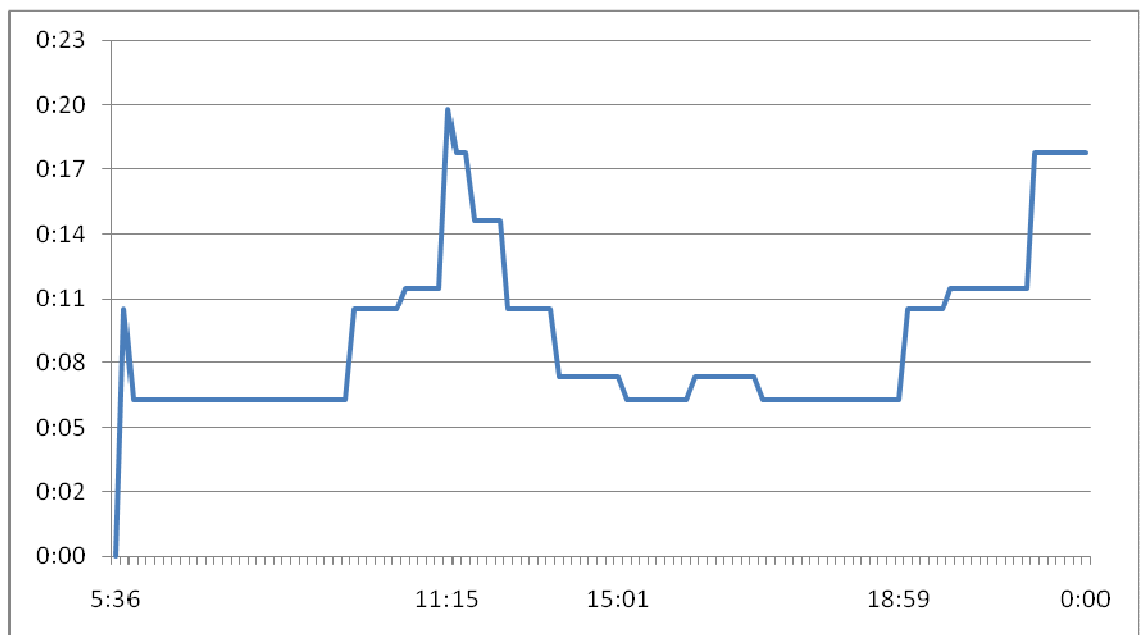


Рисунок 3.23– Оцінка складеного розкладу руху автобусів по інтервалу відправлення з кінцевої зупинки №2

Побудовані графіки відображають інтервал відправлення автобусів з кінцевих зупинок. Вертикальні лінії на графіках показують нерівномірні



інтервали відправлення автобусів, що свідчить про досить не якісно складений розклад руху автобусів на маршруті. Але в рамках виконання розрахунково-графічної роботи дані недоліки є допустимими.

Час виїзду з АТП:

$$T_{\text{виїзду}} = T_{\text{відКЗ1}} - T_0, \quad (3.43)$$

де  $T_{\text{відКЗ1}}$  – час відправлення з першої кінцевої зупинки першого оборотного рейсу, год.;  $T_0$  – час на нульовий пробіг, год.

$$T_{\text{виїзду}}^{\text{№1}} = 5 : 00 - 0 : 48 = 4 : 12$$

Аналогічно розраховуємо час виїзду з АТП для інших автобусів і результати заносимо до таблиці 10.5.

Час заїзду в АТП:

$$T_{\text{заїзду}} = T_{\text{прибКЗ1}} + T_0, \quad (3.44)$$

де  $T_{\text{прибКЗ1}}$  – час прибуття на першу кінцеву зупинку після виконаного останнього обороту, год.

$$T_{\text{заїзду}}^{\text{№1}} = 20 : 00 + 0 : 48 = 20 : 48 \text{ хв.}$$

Аналогічно розраховуємо час заїзду в АТП для інших автобусів і результати заносимо до таблиці 3.43.

Час виїзду (заїзду) автобусів з (у) АТП

Випуск автобусу	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11
$T_{\text{виїзду}}$ год	4:12	4:23	4:34	4:45	4:56	5:03	5:10	5:17	5:24	5:31	5:39
$T_{\text{заїзду}}$ год	20:4 8	22:3 8	22:3 3	23:0 4	00:4 8	01:1 2	00:5 1	00:4 6	20:0 9	19:4 2	19:4 7

Час в наряді кожного випуску автобусу:

$$T_H = T_{\text{заїзду}} - T_{\text{виїзду}} - T_{\text{обіду(відст.)}}, \quad (3.45)$$

де  $T_{\text{обіду(відст.)}}$  – сумарний час обіду (відстою) відповідного випуску, год.

$$T_H^1 = 20:48 - 4:12 - 1 = 15:36 \text{ год.}$$

Аналогічно розраховуємо час в наряді для інших автобусів і результати заносимо до таблиці 10.6.

Час в наряді водія першої зміни розраховується за залежністю:

$$T_H^{e1} = T_{\text{кін}}^1 - T_{\text{виїзду}} - T_{\text{обіду(відст.)}}^1, \quad (3.46)$$

де  $T_{\text{кін}}^1$  – час закінчення першої зміни;  $T_{\text{обіду(відст.)}}^1$  – сумарний час обіду (відстою) водія першої зміни, год.

$$T_H^{e1} = 13:53 - 4:12 - 1:00 = 8:41 \text{ год.}$$

Аналогічно розраховуємо час в наряді для інших водіїв першої зміни і результати заносимо до таблиці 3.44.

Час в наряді водія другої зміни розраховується за залежністю:

$$T_H^{62} = T_{\text{заїзду}} - T_{\text{поч}}^2 - T_{\text{обіду(відст.)}}^2, \quad (3.47)$$

де  $T_{\text{поч}}^2$  – час початку другої зміни;  $T_{\text{обіду(відст.)}}^2$  – сумарний час обіду (відстою) водія другої зміни, год.

$$T_H^{61} = 21:53 - 13:53 - 1:00 = 6:41 \text{ год.}$$

Аналогічно розраховуємо час в наряді для інших водіїв другої зміни і результати заносимо до таблиці 3.44.

Таблиця 3.44

Характеристика роботи автобусів на маршруті

Випуск автобусу	Зміна	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11
Кількість рейсів	1 зміна	12	14	11	12	13	14	13	11	11	12	13
	2 зміна	11	12	10	11	12	10	12	9	12	10	9
Час обіду (відстою), год.	1 зміна	1:00	1:01	1:03	1:09	1:11	1:12	3:03	3:05	4:33	4:05	4:27
	2 зміна	1:00	0:34	0:38	0:31	0:45	0:30	0:32	0:40	0:32	0:30	0:30
Час в наряді автобусу, год.		15:36	12:41	13:52	12:51	15:23	12:32	14:19	14:24	15:06	14:39	12:47
Час в наряді водія, год.	1 зміна	8:41	6:46	8:02	5:59	8:56	6:59	8:39	8:46	6:32	7:19	7:54
	2 зміна	6:41	5:51	7:32	6:33	8:48	9:01	7:08	7:57	6:52	7:17	6:53

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

---

### 4.1 Аналіз причин виникнення пожеж на автомобільному транспорті

На автомобільному транспорті основними причинами виникнення пожеж є наступні:

- порушення герметичності з'єднань паливних систем, займання паливо-мастильних матеріалів, контакт струмоведучих частин із легкозаймистими поверхнями;

- займання паливо-мастильних матеріалів, що було спричинене утворенням іскри внаслідок контакту металевих частин транспортних засобів в момент дорожньо-транспортної пригоди;

- самозаймання паливо-мастильних матеріалів від статичної електрики;

- самозаймання горючих матеріалів, спричинене несправністю електричного обладнання або кабелів живлення;

- самозаймання горючих матеріалів транспортного, спричинене дією відкритого вогню (зварювальні роботи, надмірний нагрів вузлів транспортного засобу, паління, тощо);

- несправність в системі запалювання та живлення транспортного засобу.

Заходи безпеки на автомобільному транспорті.

Огляд транспортних засобів та пошук в них несправностей, особливо в системах живлення та мащення не повинен здійснюватися за допомогою джерел відкритого вогню. Для цього слід використовувати електричні лампи із захисною металевою сіткою. Знімання клем із акумуляторів транспортних засобів потрібно здійснювати обережно, щоб воно не супроводжувалось утворенням іскор. Усі струмоведучі частини та з'єднання слід захищати від контакту з металевими предметами та інших струмопровідних матеріалів.

Місця зупинки та стоянки транспортних засобів не повинні суміщатися із місцями миття рук бензином та іншими горючими матеріалами. Розлиті

паливо-мастильні матеріали повинну бути засипані піском і винесені за межі гаражів або у спеціально відведені місця.

Забороняється залишати без нагляду ганчірки, які використовувались для протирання автомобільних деталей і мають сліди паливо-мастильних матеріалів. Такі речі потрібно складувати у спеціально відведені металеві скрині, які щільно закриваються. Після закінчення робіт такі ганчірки потрібно утилізувати.

Закриті та відкриті стоянки транспортних засобів не повинні бути місцями зберігання легкозаймистих речовин, вогненебезпечних речовин та вантажів. Також забороняється складувати їх у проїздах та проходах.

Гаражі та автотранспортних господарствах повинні бути розроблені схеми евакуації транспорту та персоналу на випадок виникнення пожежі або аварії. Ці плани повинні знати всі працівники підприємства, а навчання на перевірку таких знань потрібно проводити кожних 6 місяців.

Дії водіїв транспортних засобів при пожежі.

Якщо займання транспортного засобу сталося в дорозі, то водій зобов'язаний з'їхати на узбіччя, вимкнути запалення та зупинити транспортний засіб. Після цього водій зобов'язаний забезпечити найшвидшу евакуацію з транспортного засобу пасажирів, якщо такі є і приступити до ліквідації займання.

Якщо почалося горіння пролитого під автомобілем пального, то ліквідацію пожежі слід почати з нього. Слід також пам'ятати, що відкриття капоту транспортного засобу підсилює горіння, оскільки збільшує доступ кисню, який є продуктом горіння.

Основна запорука успіху палаючого автомобіля полягає у оперативності гасіння пожежі. Для цього необхідно знати час безперервної роботи вогнегасника, щоб правильно розрахувати свої дії.

Для раціональнішого використання діючої речовини вогнегасника слід використовувати його запірні пристрої. Це дозволить локалізувати кілька осередків займання одним і тим же вогнегасником.

Найшвидше вдається загасити полум'я використовуючи кілька джерел гасіння. Такий ефект використовується завдяки застосуванню кількох вогнегасників одночасно. Цього можна досягнути лише за допомогою кількох водіїв. Гасіння пожежі здійснюють з підвітряного боку, а струмінь активної речовини вогнегасника спрямовують не на полум'я, а на поверхню, яка горить. Гасіння ж палива, але витікає здійснюють знизу вверх, а не навпаки.

При гасінні пожежі необхідно підібрати відповідний вогнегасник. Для цього необхідно знати якого типу горючі речовини є в транспортному засобі. Гасіння водою транспортних засобів чи паливо-мастильних матеріалів є неефективним, оскільки вода не може їх загасити. Пінні вогнегасники для гасіння пожежі на транспортному засобі, які є досить ефективними для цього також не підійдуть, оскільки можуть спричинити коротке замикання. Для гасіння пожежі на транспортному засобі доцільно використовувати лише порошкові вогнегасники. Внаслідок дії активної речовини перекривається доступ кисню і полум'я не може продовжуватись жити киснем.

Порошкові вогнегасники поділяють на дві категорії:

- перша – вогнегасники наповнені газом для викидання порошку;
- друга – вогнегасники, які використовують для викидання порошку окремі балони чи ємності наповнені стиснутим повітрям.

Ефективним є також використання вуглекислотних вогнегасників, принцип роботи яких полягає у тому, що активна речовина вуглекислота. Ці вогнегасники слід використовувати з обережністю. Струмінь вуглекислоти має дуже низьку температуру та може спричинити обмороження. Також слід мати на увазі, що пари вуглекислоти можуть призвести до паралізації органів дихання.

Вогнегасники слід купувати у спеціалізованих магазинах, ознайомившись із сертифікатом відповідності та якості. Використовувати можна лише вогнегасники із актуальним терміном використання.

## 4.2 Безпека життєдіяльності на транспорті

В транспортній системі міст важливе місце посідає громадський автомобільний транспорт. Він представлений різними видами автомобільного транспорту, зокрема автобусами, тролейбусами, маршрутними таксі.

Висока інтенсивність транспортних потоків, низька соціальна відповідальність та кваліфікація водіїв, недисциплінованість учасників дорожнього руху та низька якість дорожнього покриття призводять до великої кількості аварій, багато з яких мають летальні наслідки.

Основними видами аварій міського автомобільного транспорту є перекидання, зіткнення, наїзди на пішоходів, тварин та нерухомі перешкоди.

В теперішній час автомобільний транспорт став ще більше небезпечнішим.

Для сучасного міста характерними є високі швидкості руху транспортних засобів, що спричиняє більші гальмівні шляхи при однакових інших умовах руху.

Із настанням осінньо-зимового періоду тривалість денного світла значно скорочується та погіршується видимість, що призводить до необхідності їздити із увімкненими фарами впродовж цілого дня. Ігнорування цим фактом може призвести до недостатньої видимості транспортного засобу на дорозі, і як наслідок, утворення дорожньо-транспортної пригоди.

Своєчасній заміні покришок автомобілів на відповідні сезону також слід приділяти належну увагу. Для цього слід періодично перевіряти прогноз погоди, а із зниженням середньодобової температури нижче 7 С потрібно замінити літні покришки колісних транспортних засобів на зимові. Перед цим слід переконатись, що величина протектора покришки лежить в дозволеному діапазоні значень, а сам її стан виключає тріщини, оголення корду, гулі та виривання резино-гумової суміші.

Слід також мати на увазі, що обочини доріг мають інші фізико-механічні властивості ніж основне покриття, тому при контакті із ним автомобіль може втратити керованість.

Для пасажирів громадських транспортних засобів слід дотримуватись правил безпеки на транспорті.

Для цього не можна обходити транспортний засіб спереду, оскільки при цьому не буде видно транспортних засобів, які здійснюють об'їзд транспорту, з якого виходять пасажирів.

В громадському транспорті слід дотримуватись наступних правил:

- заходити у транспортний засіб або виходити з нього можна лише при повній його зупинці;

- потрібно намагатись зайняти місце в середній частині салону транспортного засобу а не біля проходу, щоб не утруднювати прохід іншим пасажирам;

- забороняється використовувати двері транспортного засобу як опору, оскільки вони можуть самовільно відчинитись у випадку несправності;

- потрібно триматись за горизонтальні або вертикальні поручні, щоб усунути можливість удару об металеві частини салону;

- під час руху забороняється відволікати водія розмовами;

- якщо пасажир розуміє, що відбудеться ДТП потрібно зайняти фіксуюче для тіла положення;

- при ДТП не потрібно кричати та махати руками, потрібно зберігати спокій та намагатись добратись до найближчого вільного виходу, або використовувати аварійні виходи із транспортного засобу;

- після того як пасажирів вибравались із транспортного засобу потрібно викликати аварійні служби і вже потім допомагати іншим пасажирам вибиратись із пошкодженого транспортного засобу.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

В дипломній роботі розроблено рекомендації щодо удосконалення транспортної мережі громадського транспорту м. Тернополя з розрахунком кількості рухомого складу та техніко-економічних показників його роботи на маршруті.

Проведено характеристику громадського транспорту міст. Розглянуто екологічні аспекти використання різних видів громадського транспорту. Також було розглянуто проблеми та перспективи розвитку громадського транспорту та здійснено постановку задач на дипломне проектування.

Визначено загальні основи розвитку міського пасажирського транспорту. Після цього проведено аналіз транспортної мережі міста Тернополя із визначенням ключових транспортних районів. Було проведено визначення обсягу кореспонденцій та розрахунок мінімальної транспортної роботи необхідної для обслуговування даної транспортної мережі.

Проведено формування маршрутної мережі та побудова епюр пасажиропотоків на сформованих маршрутах. Після цього обґрунтовано та вибрано рухомий склад, розраховано його основні техніко-економічні показники, складено графік руху автобусів на маршрутах.

Проведено аналіз причин виникнення пожеж на автомобільному транспорті, а також заходи з безпеки життєдіяльності на транспорті.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Трегубов, В.Н. Функциональное обеспечение синхронизации в логистических системах общественного пассажирского транспорта [Текст] : автореф. дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05 / Трегубов Владимир Николаевич; [Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Саратовский государственный технический университет»]. – СПб., 2011.– 39 с.
2. Новиков, М. Государственная социальная политика по отношению к вопросам инвалидности в Российской Федерации: текущие проблемы и рекомендации [Электронный ресурс] / М. Новиков ; РООИ «Перспектива». Сайт региональной общественной организации инвалидов. Москва, 2010. – Режим доступа: <http://perspektiva-inva.ru/>, свободный.
3. Системный анализ проблем обеспечения безопасности дорожного движения [Текст] / В.В. Амбарцумян [и др.]. – СПб. : СПГАУ, 2009. – 352 с.
4. Экологическая безопасность автомобильного транспорта [Текст] / В.В. Амбарцумян [и др.]. – М. : Научтехлитиздат, 2009. – 208 с.
5. Герами, В.Д. Концепции формирования системы городского пассажирского общественного транспорта [Текст] / В.Д. Герами // Автотранспортное предприятие. – 2009. – Май. – С. 8-11.
6. Рассел, Дж. Список стран по ВВП (ППС) на душу населения [Текст] / Дж. Рассел. – М. : Книга по Требованию, 2012. – 136 с.
7. Управление и организация в сфере услуг. Теория и практика [Текст] / К. Хаксевер [ и др.] ; пер. с англ. под ред. В.В. Кулибановой. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2002. – 752 с.
8. Фатхутдинов, Р.А. Глобальная конкурентоспособность. На стол современному руководителю [Текст] / Р.А. Фатхутдинов. – М. : Стандарты и качество, 2009. – 464 с.
9. Федеральная служба государственной статистики. Основные показатели системы национальных счетов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>.

10. Хилл, Н. Как измерить удовлетворенность клиентов [Текст] : пер. с англ. / Н. Хилл, Дж. Брайерли, Р. Мак-Дуголл. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 176 с.

11. Корнеев, Н.В. Принципы разработки и создания автоматизированной информационно-логистической системы интеллектуальной оценки безопасности внутренней среды транспортных средств [Текст] / Н. В. Корнеев // Техника машиностроения. – 2011. – № 3. – С. 48-57.

12. Портал для людей с ограниченными возможностями здоровья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.support@disiife.ru>, свободный.

13. ГОСТ Р ИСО 9001:2008. Системы менеджмента качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/55/55247/>.

14. Тойменцева, И.А. Стратегическое планирование транспортных услуг [Текст] / И.А. Тойменцева // Вестн. Самар. гос. экон. ун-та. – Самара, 2009. – № 12 (62). – С. 112-117.

15. Пасажирські перевезення. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів денної та заочної форми навчання напряму підготовки 0701 Транспортні технології / В.В. Литвин, І.Ю. Клименко. – Д.: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2012. – 31 с

16. Пасажирські перевезення. Методичні рекомендації до практичних робіт для студентів денної форми навчання напряму підготовки 0701 Транспортні технології / І.О. Таран, В.В. Литвин, О.В. Новицький. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – 30 с.

17. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками.: Учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / И.В. Спирин. - М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 400 с.

18. Фатхутдинов, Р.А. Глобальная конкурентоспособность. На стол современному руководителю [Текст] / Р.А. Фатхутдинов. – М. : Стандарты и качество, 2009. – 464 с.

19. Федеральная служба государственной статистики. Основные показатели системы национальных счетов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>.

20. Хилл, Н. Как измерить удовлетворенность клиентов [Текст] : пер. с англ. / Н. Хилл, Дж. Брайерли, Р. Мак-Дуголл. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 176 с.

21. Шавыраа, Ч.Д. Разработка методики организации обслуживания населения автобусным транспортом в малых городах [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ч.Д. Шавыраа. – СПб., 2009. – 16 с.

22. Школа научного управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://staffprogress.ru/shkola-nauchnogo-upravlenija-f-tejlor-frjenk-i.html>.

23. Шоул, Дж. Первокласный сервис как конкурентное преимущество. [Текст] : пер. с англ. / Дж. Шоул. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 338 с.

24. Экологическая безопасность автомобильного транспорта [Текст] / В.В. Амбарцумян [и др.]. – М. : Научтехлитиздат, 2009. – 208 с.

25. Эффективность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.milogiya2007.ru>.

26. Юдин, Д. Математические методы управления в условиях неполной информации. Задачи и методы стохастического программирования [Текст] / Д. Юдин. – М. : Красанд, 2010. – 400 с.

27. Albalade, D. Tourism and urban public transport: Holding demand pressure under supply constraints [Text] / D. Albalade, G. Bel // Tourism Management. 2010. – 31. – P. 425-433.

28. Anbarci, N. Traffic fatalities: Does income inequality create an externality? [Text] / N. Anbarci, M. Escaleras, C.A. Register // Canadian Journal of Economics. – 2009. – 42 (1). – P. 244-266.