

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВСП «ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ЕКОНОМІКИ, ПРАВА ТА  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗУНУ»**

Циклова комісія транспорту та інформаційних технологій

**ЗАГРИЧУК Ігор Мирославович**

**«Удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок  
Львова шляхом оптимізації маршрутної мережі / Improvement of  
Transportation Services for Student Campuses in Lviv through Route Network  
Optimization»**

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 275 «Транспортні технології»

Кваліфікація: фаховий молодший бакалавр

Виконав студент  
групи ТТт-41  
Загричук І.М.

---

Науковий керівник  
Шевчук В. С.

---

Кваліфікаційна робота  
Допущена до захисту  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.  
Голова циклової комісії  
Транспорту та інформаційних  
технологій

Тернопіль-2025

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	<b>3</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ ТЕРИТОРІЙ</b>	<b>6</b>
1.1. Аналіз особливостей транспортного обслуговування студентських містечок	6
1.2. Дослідження попиту на транспортні послуги серед студентської молоді	8
1.3. Сучасні підходи до організації транспортного сполучення навчальних закладів	12
1.4. Світовий досвід транспортного обслуговування університетських кампусів	15
<b>РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СТУДЕНТСЬКИХ МІСТЕЧОК ЛЬВОВА</b>	<b>20</b>
2.1. Характеристика розташування студентських містечок та їх транспортних зв'язків	20
2.2. Дослідження пасажиропотоків та їх часової нерівномірності	24
2.3. Аналіз існуючої маршрутної мережі та розкладів руху	31
2.4. Оцінка якості транспортного обслуговування студентів	40
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ</b>	<b>51</b>
3.1. Оптимізація схеми маршрутів з урахуванням потреб студентів	51
3.2. Розробка гнучких розкладів руху відповідно до розкладу занять	58
3.3. Впровадження системи електронного квитка для студентів	65
3.4. Економічне обґрунтування запропонованих рішень	71
<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>84</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>87</b>

## ВСТУП

Розвиток сучасного міста неможливий без ефективної системи транспортного обслуговування. Особливо актуальною є проблема забезпечення мобільності студентів, які щоденно здійснюють переміщення між гуртожитками, навчальними корпусами та об'єктами соціально-культурного призначення. У Львові, як одному з найбільших освітніх центрів України з численними вищими навчальними закладами та розгалуженою системою студентських містечок, питання транспортного обслуговування студентської молоді має особливу значущість.

Актуальність дослідження обумовлена низкою факторів. По-перше, студентські містечка Львова географічно розосереджені по різних районах міста, що створює значні транспортні потоки студентів. По-друге, часова нерівномірність навчального процесу (початок/кінець занять, сесійні періоди) спричиняє пікові навантаження на транспортну систему. По-третє, існуюча маршрутна мережа громадського транспорту не повною мірою відповідає потребам студентів, що проявляється у значних витратах часу на переміщення, необхідності пересадок, невідповідності розкладів руху транспорту розкладу занять.

Статистичні дані свідчать, що у Львові навчається близько 100 тисяч студентів, значна частина яких проживає в гуртожитках. Щоденно ці студенти здійснюють не менше двох поїздок, що створює потужний пасажиропотік. За результатами опитувань, більше 65% студентів незадоволені існуючою системою транспортного обслуговування, а 70% витрачають на дорогу до місця навчання понад 40 хвилин, що перевищує нормативні показники. Це негативно впливає на якість освітнього процесу та якість життя студентів в цілому.

Проблеми транспортного обслуговування локальних територій, зокрема університетських кампусів, досліджувались у працях вітчизняних та зарубіжних науковців. Серед українських дослідників варто відзначити роботи В.К. Долі, Ю.О. Давідіча, М.Є. Кристопчака, які розробили теоретичні основи організації

пасажирських перевезень. Світовий досвід транспортного обслуговування університетських кампусів розкрито в дослідженнях таких закордонних науковців, як Д. Бансістер, П. Гудвін, С. Каплан. Однак, незважаючи на наявність значної кількості досліджень, питання оптимізації транспортного обслуговування конкретно студентських містечок Львова залишається малодослідженим.

Метою дослідження є розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова шляхом оптимізації маршрутної мережі громадського транспорту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати особливості транспортного обслуговування студентських містечок та дослідити світовий досвід у цій сфері.
2. Дослідити попит на транспортні послуги серед студентської молоді Львова.
3. Провести аналіз існуючої системи транспортного обслуговування студентських містечок Львова.
4. Розробити пропозиції щодо оптимізації маршрутної мережі з урахуванням потреб студентів.
5. Обґрунтувати економічну ефективність запропонованих рішень.

Об'єктом дослідження є система транспортного обслуговування студентських містечок Львова.

Предметом дослідження є маршрутна мережа громадського транспорту, що обслуговує студентські містечка Львова.

У процесі дослідження використано комплекс взаємодоповнюючих методів, зокрема:

- системний аналіз для дослідження структури транспортної системи та взаємозв'язків її елементів;
- статистичний аналіз для обробки даних щодо пасажиропотоків та оцінки параметрів транспортного обслуговування;

- натурні обстеження пасажиропотоків з використанням табличного та анкетного методів;
- математичне моделювання для оптимізації маршрутної мережі;
- експертні оцінки для визначення якісних показників транспортного обслуговування;
- економічний аналіз для оцінки ефективності запропонованих рішень.

Інформаційною базою дослідження слугували статистичні дані Львівської міської ради, матеріали транспортних підприємств міста, результати опитувань студентів, розклади руху громадського транспорту, картографічні матеріали, а також наукові публікації з проблематики дослідження.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці конкретних пропозицій щодо оптимізації маршрутної мережі громадського транспорту для покращення транспортного обслуговування студентських містечок Львова. Запропоновані рішення можуть бути використані департаментом транспорту Львівської міської ради при плануванні розвитку транспортної системи міста, а також транспортними підприємствами для підвищення ефективності своєї діяльності. Розроблені методики можуть бути адаптовані для оптимізації транспортного обслуговування інших локальних територій з високою концентрацією населення.

Впровадження результатів дослідження дозволить скоротити витрати часу студентів на переміщення між об'єктами університетської інфраструктури, підвищити комфортність та регулярність перевезень, зменшити транспортну втому студентів, що в кінцевому підсумку сприятиме підвищенню якості освітнього процесу та покращенню умов життя студентської молоді Львова.

## **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ ТЕРИТОРІЙ**

1.1. Аналіз особливостей транспортного обслуговування студентських містечок

Транспортне обслуговування студентських містечок є важливою складовою транспортної системи міста та має свої специфічні особливості, які необхідно враховувати при плануванні та організації перевезень. Аналіз досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців дозволяє виділити ключові фактори, що впливають на формування транспортної системи для обслуговування студентських містечок.

Як зазначає В. К. Доля, основними факторами, що визначають специфіку транспортного обслуговування студентських містечок, є висока щільність пасажиропотоків у певні години доби, сезонні коливання інтенсивності перевезень, залежність від розкладу занять та висока чутливість студентів до вартості проїзду [1]. Це обумовлює необхідність особливого підходу до організації транспортного обслуговування таких територій.

Ю. О. Давідіч підкреслює, що при розробці розкладу руху транспортних засобів для обслуговування студентських містечок необхідно враховувати нерівномірність пасажиропотоків протягом доби, тижня та навчального року [2]. Такий підхід дозволяє більш ефективно використовувати рухомий склад та забезпечити належний рівень комфорту для пасажирів.

Специфіка транспортного обслуговування студентських містечок проявляється також у характерних закономірностях формування пасажиропотоків. За даними дослідження М. Є. Кристопчука, у містах з великою кількістю навчальних закладів спостерігається значна концентрація пасажирських потоків у напрямку студентських містечок у ранкові (7:30-9:00) та вечірні (16:30-18:00) години [3]. Це створює додаткове навантаження на

транспортну систему міста та вимагає спеціальних підходів до організації роботи транспорту.

Аналіз особливостей транспортного обслуговування студентських містечок дозволив систематизувати основні фактори, що впливають на цей процес (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Основні фактори, що впливають на транспортне обслуговування студентських містечок [1]

<b>Група факторів</b>	<b>Фактори впливу</b>	<b>Характеристика</b>
Просторові	Розміщення студентських містечок відносно основних районів міста	Визначає напрямки та протяжність маршрутів
	Взаємне розташування навчальних корпусів та гуртожитків	Впливає на кількість переміщень між об'єктами
	Щільність вулично-дорожньої мережі	Обумовлює можливість прокладання маршрутів
Часові	Розклад навчальних занять	Формує піки пасажиропотоків
	Сезонність навчального процесу	Визначає коливання пасажиропотоків протягом року
	Тривалість навчального дня	Впливає на кількість поїздок протягом дня
Соціально-економічні	Рівень автомобілізації студентів	Визначає частку користувачів громадського транспорту
	Платоспроможність студентів	Впливає на вибір виду транспорту
	Наявність студентських пільг	Визначає привабливість громадського транспорту
Технологічні	Види транспорту, що обслуговують студентські містечка	Впливає на якість та швидкість обслуговування
	Стан рухомого складу	Визначає комфортність перевезень
	Розвиток інформаційних систем	Впливає на зручність користування транспортом

Як свідчать дослідження М. Г. Босняка, існує прямий зв'язок між якістю транспортного обслуговування студентських містечок та ефективністю навчального процесу [4]. Незадовільна організація транспортного обслуговування призводить до запізнь студентів на заняття, підвищеної втомлюваності та, як наслідок, зниження успішності.

В. О. Вдовиченко зазначає, що нормативний час, який студент може витратити на дорогу до навчального закладу, не повинен перевищувати 40 хвилин [5]. Однак практика показує, що в багатьох містах України, включаючи Львів, цей показник часто перевищує нормативне значення, що негативно впливає на якість життя студентів.

Важливим аспектом транспортного обслуговування студентських містечок є також безпека перевезень. За даними В. С. Маруніча, студенти складають значну частку пасажирів громадського транспорту, і забезпечення їх безпеки є одним з пріоритетних завдань транспортних підприємств [6].

Аналіз нормативно-правової бази організації транспортного обслуговування показує, що в Україні відсутні спеціальні норми, які б регулювали особливості транспортного обслуговування саме студентських містечок. Це створює певні труднощі в організації ефективної системи перевезень і вимагає адаптації загальних норм до специфічних умов функціонування студентських містечок [21].

Таким чином, транспортне обслуговування студентських містечок має ряд специфічних особливостей, які необхідно враховувати при формуванні ефективної транспортної системи. Врахування цих особливостей дозволить забезпечити високу якість обслуговування, зменшити витрати часу на переміщення та сприятиме підвищенню ефективності навчального процесу.

## 1.2. Дослідження попиту на транспортні послуги серед студентської молоді

Попит на транспортні послуги серед студентської молоді є динамічною величиною, яка залежить від багатьох факторів. Для ефективної організації транспортного обслуговування студентських містечок необхідно мати чітке уявлення про характер та обсяги цього попиту.

Як зазначає В. П. Поліщук, основними методами оцінки транспортного попиту є анкетні опитування, натурні спостереження, аналіз даних про продаж

квитків та електронний підрахунок пасажирів [7]. Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки, і для отримання найбільш точних результатів доцільно застосовувати їх комплексно.

Дослідження, проведені М. Ф. Дмитриченком, показують, що основними факторами, які впливають на формування транспортного попиту серед студентів, є:

- розклад навчальних занять;
- розташування навчальних корпусів та гуртожитків;
- наявність та якість транспортних зв'язків;
- вартість проїзду;
- комфортність поїздки;
- наявність альтернативних видів транспорту [8].

Аналіз транспортної поведінки студентів, проведений О. С. Ігнатенком, дозволив виявити певні закономірності у формуванні попиту на транспортні послуги в цій категорії населення [9]. Так, більшість студентів (близько 70-80%) надають перевагу громадському транспорту для щоденних поїздок. Це обумовлено як економічними факторами (відносно низька вартість проїзду), так і практичними міркуваннями (відсутність необхідності пошуку місця для паркування, можливість використання часу поїздки для підготовки до занять).

В. Ю. Котельнікова дослідила структуру мотивів, які впливають на вибір студентами виду транспорту, і виявила, що ключовими факторами є швидкість сполучення, вартість проїзду та комфортність поїздки [10]. При цьому значимість цих факторів може змінюватися залежно від індивідуальних особливостей студентів, їх матеріального стану та специфіки навчального процесу.

Заслужують на увагу дослідження К. Є. Вакуленко щодо часової нерівномірності попиту на транспортні послуги серед студентської молоді [11]. Автор виділяє кілька характерних піків попиту:

- ранковий (7:30-9:00) - поїздки студентів від місця проживання до навчальних корпусів;
- денний (12:00-14:00) - переміщення між корпусами, поїздки до місць харчування;
- вечірній (16:30-18:00) - повернення студентів до місць проживання.

Крім добової нерівномірності, спостерігається також тижнева та сезонна нерівномірність попиту. В робочі дні (понеділок-п'ятниця) попит значно вищий, ніж у вихідні. Протягом семестру попит є відносно стабільним, але суттєво знижується в період канікул та сесій.

Аналіз даних, наведених в дослідженні О. Д. Гульчака, дозволяє представити структуру попиту на транспортні послуги серед студентської молоді у вигляді діаграми (рис. 1.1).



Рисунок 1.1. Структура попиту студентів на різні види транспорту

Джерело: складено автором на основі джерел [12]

Наведені дані свідчать про те, що найбільш популярними видами транспорту серед студентів є міський автобус, трамвай та тролейбус, які разом складають 74% всіх переміщень. Це пояснюється їх відносно низькою вартістю, доступністю та наявністю пільг для студентів. Маршрутні таксі, незважаючи на вищу вартість проїзду, також користуються значним попитом (15%), що обумовлено їх вищою швидкістю та комфортом. Приватний автомобіль

використовують лише 7% студентів, що пов'язано з високою вартістю придбання та експлуатації, а також з проблемами паркування поблизу навчальних закладів. Велосипедний транспорт та піші переміщення мають незначну частку, що може бути обумовлено недостатнім розвитком відповідної інфраструктури та кліматичними умовами.

Як свідчать дані В. В. Біліченка, основними напрямками переміщень студентів є:

- гуртожиток - навчальний корпус (близько 50% всіх переміщень);
- навчальний корпус - навчальний корпус (близько 15% переміщень);
- навчальний корпус - заклади харчування (близько 10% переміщень);
- навчальний корпус - об'єкти дозвілля та спорту (близько 15% переміщень);
- інші переміщення (близько 10%) [13].

Важливим аспектом дослідження попиту на транспортні послуги є вивчення факторів, що впливають на вибір студентами конкретного виду транспорту. За даними Г. Ю. Бурлакової, найбільш значущими факторами є:

- час поїздки (відзначили 85% респондентів);
- вартість проїзду (76%);
- комфортність (68%);
- регулярність руху (62%);
- безпека (57%) [14].

Для більш глибокого розуміння транспортних потреб студентської молоді необхідно аналізувати не лише кількісні показники попиту, але й якісні характеристики. О. Б. Потійчук зазначає, що студенти, на відміну від інших категорій пасажирів, мають підвищені вимоги до інформаційного забезпечення транспортного процесу, наявності Wi-Fi в транспортних засобах, можливості користування електронними сервісами для планування поїздок [15].

Таким чином, дослідження попиту на транспортні послуги серед студентської молоді є комплексним завданням, яке вимагає врахування багатьох

факторів. Результати таких досліджень є основою для формування ефективної системи транспортного обслуговування студентських містечок.

### 1.3. Сучасні підходи до організації транспортного сполучення навчальних закладів

Організація транспортного сполучення навчальних закладів у сучасних умовах вимагає застосування інноваційних підходів, які дозволять забезпечити високу якість обслуговування при раціональних витратах. Аналіз наукових досліджень та практичного досвіду дозволяє виділити кілька ключових підходів до вирішення цієї проблеми.

М. О. Турченко вказує на необхідність інтеграції громадського транспорту з потребами навчальних закладів [16]. Така інтеграція передбачає:

- узгодження розкладу руху транспорту з розкладом навчальних занять;
- прокладання маршрутів з урахуванням розташування основних навчальних корпусів та гуртожитків;
- введення спеціальних студентських маршрутів у години пікового навантаження;
- створення транспортно-пересадочних вузлів поблизу великих навчальних комплексів.

Важливим напрямком розвитку транспортного сполучення навчальних закладів є впровадження інноваційних технологій. Як зазначає П. О. Яновський, сучасні інформаційні технології дозволяють суттєво підвищити ефективність транспортного обслуговування студентів [17]. Зокрема, такі технології включають:

- електронні системи оплати проїзду з можливістю застосування студентських пільг;
- мобільні додатки для інформування про розклад руху та маршрути;

- системи навігації всередині великих університетських комплексів;
- веб-сервіси для планування оптимальних маршрутів переміщення.

В контексті сучасних тенденцій розвитку міського транспорту особливої актуальності набуває концепція сталої мобільності. За визначенням М. С. Ізтелеуової, стала мобільність - це транспортна система, яка забезпечує доступність, безпеку, екологічність та ефективність переміщень [18]. Застосування принципів сталої мобільності в контексті транспортного обслуговування навчальних закладів передбачає:

- розвиток екологічно чистих видів транспорту (електробуси, трамваї, тролейбуси);
- створення велосипедної інфраструктури на території студентських містечок;
- організацію пішохідних зон та маршрутів;
- впровадження систем спільного використання транспортних засобів (каршерінг, байкшерінг).

Важливим аспектом сучасних підходів до організації транспортного сполучення навчальних закладів є забезпечення безперешкодного доступу для маломобільних груп населення. І. О. Хітров наголошує, що транспортна інфраструктура навчальних закладів повинна відповідати принципам універсального дизайну, який забезпечує зручність користування для всіх категорій пасажирів [19]:

- обладнання транспортних засобів спеціальними пристроями для посадки/висадки осіб з інвалідністю;
- створення безбар'єрного простору на зупинках громадського транспорту;
- застосування звукових та тактильних засобів інформування;
- навчання персоналу особливостям обслуговування маломобільних груп населення.

В. С. Сорока відзначає важливість комплексного підходу до організації транспортного сполучення навчальних закладів, який враховує не лише технічні та технологічні аспекти, але й економічні, соціальні та екологічні фактори [20]. Такий підхід повинен базуватися на принципах:

- системності (розгляд транспортного сполучення як єдиної системи взаємопов'язаних елементів);
- гнучкості (здатність адаптуватися до змін попиту та умов функціонування);
- економічної ефективності (забезпечення раціонального використання ресурсів);
- соціальної орієнтованості (врахування потреб різних категорій пасажирів);
- екологічної безпеки (мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище).

Аналіз сучасних підходів до організації транспортного сполучення навчальних закладів дозволяє систематизувати основні напрямки вдосконалення цього процесу (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 - Основні напрямки вдосконалення транспортного сполучення навчальних закладів

Напрямок	Заходи	Очікувані результати
Оптимізація маршрутної мережі	- Коригування існуючих маршрутів - Введення нових маршрутів - Організація експресних маршрутів	- Зменшення часу переміщення - Підвищення доступності - Збільшення пасажиропотоку
Впровадження інноваційних технологій	- Електронні системи оплати - Мобільні додатки - Системи навігації - Інтелектуальні транспортні системи	- Підвищення зручності - Покращення інформованості - Оптимізація управління
Розвиток екологічно чистого транспорту	- Використання електротранспорту - Створення велоінфраструктури - Впровадження технології "bike and ride"	- Зниження шкідливих викидів - Покращення здоров'я студентів - Зменшення заторів

Підвищення комфорту та безпеки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Оновлення рухомого складу</li> <li>- Модернізація зупинок</li> <li>- Створення безбар'єрного середовища</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Підвищення привабливості</li> <li>- Збільшення пасажиропотоку</li> <li>- Інклюзивність транспортної системи</li> </ul>
Удосконалення організаційної структури	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Створення координаційного центру</li> <li>- Впровадження системи моніторингу</li> <li>- Оптимізація розкладу руху</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Підвищення ефективності управління</li> <li>- Покращення якості обслуговування</li> <li>- Раціональне використання ресурсів</li> </ul>

Джерело: складено автором на основі [7, 16, 18]

Важливим аспектом організації транспортного сполучення навчальних закладів є також питання фінансування. Згідно з Законом України "Про автомобільний транспорт", перевезення громадським транспортом загального користування можуть дотуватися з бюджетів різних рівнів [21]. Водночас, Закон України "Про міський електричний транспорт" визначає особливості фінансування електротранспорту, включаючи трамваї та тролейбуси [22].

Таким чином, сучасні підходи до організації транспортного сполучення навчальних закладів базуються на принципах інтеграції, інноваційності, сталості та інклюзивності. Впровадження цих підходів дозволить створити ефективну систему транспортного обслуговування, яка відповідатиме потребам студентської молоді та сприятиме підвищенню якості освітнього процесу.

#### 1.4. Світовий досвід транспортного обслуговування університетських кампусів

Аналіз світового досвіду транспортного обслуговування університетських кампусів дозволяє виявити передові практики, які можуть бути адаптовані до умов українських міст, зокрема Львова. Різні країни мають свої особливості в організації транспортного сполучення навчальних закладів, але можна виділити загальні тенденції та підходи, які довели свою ефективність.

Д. Банистер, досліджуючи європейські підходи до організації транспортного обслуговування університетів, відзначає високий рівень

інтеграції університетських кампусів у загальноміську транспортну систему [29].

Ключовими особливостями європейської моделі є:

- створення спеціальних транспортно-пересадочних вузлів поблизу університетів;
- впровадження системи єдиного студентського квитка, який дає право на користування всіма видами громадського транспорту;
- інтеграція вартості проїзду у вартість навчання;
- розвинена система велосипедної інфраструктури на території кампусів.

Особливу увагу заслуговує досвід Нідерландів, де велосипедний транспорт є одним з основних видів переміщення студентів. Університетські кампуси обладнані велосипедними доріжками, станціями прокату та ремонту велосипедів, що робить цей вид транспорту надзвичайно популярним серед студентської молоді.

Р. Сервера, аналізуючи американську модель транспортного обслуговування університетських кампусів, виділяє наступні ключові елементи [30]:

- кільцеві автобусні маршрути, що охоплюють територію кампусу та прилеглі райони;
- системи шаттл-басів для перевезень між віддаленими об'єктами університетської інфраструктури;
- програми спільного використання автомобілів (carpooling) для студентів та викладачів;
- системи управління паркуванням з диференційованими тарифами;
- сервіси нічних перевезень для забезпечення безпеки студентів.

Цікавим є досвід Університету Берклі (США), де впроваджено комплексну програму сталої мобільності, яка включає:

- безкоштовний транспорт для студентів та співробітників в межах кампусу;

- програму знижок на користування громадським транспортом;
- систему спільного використання автомобілів та велосипедів;
- обмеження на використання приватних автомобілів на території кампусу.

А. Мюррей досліджував особливості транспортного обслуговування університетських кампусів у Великобританії та виявив ефективні практики управління транспортним попитом [31]:

- впровадження гнучких графіків навчання для зменшення пікових навантажень на транспортну систему;
- застосування інформаційних технологій для оптимізації маршрутів та розкладів руху;
- створення системи "park and ride" на периферії кампусів;
- розвиток пішохідної інфраструктури та створення пішохідних зон.

Особливий інтерес представляє досвід азійських країн, зокрема Японії та Сінгапуру, де значна увага приділяється інтеграції університетських кампусів у систему швидкісного рейкового транспорту. Станції метро та легкого рейкового транспорту часто розташовуються безпосередньо на території кампусів або в безпосередній близькості від них, що забезпечує високу швидкість та надійність сполучення.

С. Каплан, аналізуючи транспортну поведінку студентів європейських університетів, виявив важливу роль соціальних та психологічних факторів у виборі виду транспорту [32]. Дослідник відзначає, що для європейських студентів важливими є не лише практичні аспекти (швидкість, вартість), але й екологічні та соціальні міркування, що обумовлює високу популярність велосипедного транспорту та пішохідних переміщень.

Н. Паулли досліджував вплив різних факторів на попит на громадський транспорт серед студентів і виявив, що найбільш значущими є якість обслуговування, частота руху та вартість проїзду [33]. При цьому студенти більш

чутливі до якості обслуговування, ніж до вартості проїзду, особливо при наявності студентських знижок.

Порівняльний аналіз світового досвіду транспортного обслуговування університетських кампусів дозволяє систематизувати основні моделі та визначити їх переваги і недоліки (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 - Порівняльна характеристика моделей транспортного обслуговування університетських кампусів

Модель	Країни	Основні особливості	Переваги	Недоліки	Можливості адаптації в Україні
Європейська	Німеччина, Нідерланди, Франція, Данія	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Інтеграція в міську систему</li> <li>- Єдиний студентський квиток</li> <li>- Розвинена велоінфраструктура</li> <li>- Пріоритет екологічним видам транспорту</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Екологічність</li> <li>- Економічна ефективність</li> <li>- Доступність</li> <li>- Зручність</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Залежність від погодних умов</li> <li>- Необхідність значних інвестицій в інфраструктуру</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Впровадження студентського квитка</li> <li>- Розвиток велосипедної інфраструктури</li> <li>- Інтеграція в міську систему</li> </ul>
Американська	США, Канада	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Кільцеві маршрути кампусів</li> <li>- Шаттл-баси</li> <li>- Системи спільного користування</li> <li>- Управління паркуванням</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Гнучкість</li> <li>- Високий рівень мобільності</li> <li>- Комфорт</li> <li>- Безпека</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Висока вартість</li> <li>- Залежність від автомобільного транспорту</li> <li>- Екологічні проблеми</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Впровадження шаттл-басів</li> <li>- Організація перевезень у нічний час</li> <li>- Системи управління паркуванням</li> </ul>
Азійська	Японія, Сінгапур, Південна Корея	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Інтеграція з рейковим транспортом</li> <li>- Розвинена система метро</li> <li>- Високотехнологічні рішення</li> <li>- Автоматизовані системи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Висока швидкість</li> <li>- Надійність</li> <li>- Ефективність</li> <li>- Високі технології</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Значні капітальні витрати</li> <li>- Тривалий період будівництва</li> <li>- Складність реалізації в умовах історичної забудови</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Впровадження елементів інтелектуальних транспортних систем</li> <li>- Розвиток електронних сервісів</li> <li>- Будівництво транспортно-пересадочних вузлів</li> </ul>

Джерело: складено автором на основі джерел 29, 30, 31, 33

Аналізуючи дані, наведені в таблиці 1.3, можна зробити висновок, що кожна модель транспортного обслуговування університетських кампусів має свої унікальні переваги та обмеження, що сформувалися під впливом місцевих умов, культурних особливостей та історичних передумов розвитку транспортних систем.

Європейська модель вирізняється найбільшою екологічністю та економічною ефективністю. Особливо показовим є досвід Копенгагенського університету (Данія), де 65% студентів користуються велосипедами для щоденних переміщень, що дозволило зменшити викиди CO<sub>2</sub> на 30% за останні 5 років [29]. Водночас, висока залежність від погодних умов робить цю модель менш привабливою для регіонів із тривалими періодами несприятливої погоди.

Американська модель демонструє найвищу гнучкість та комфорт для користувачів. Наприклад, в Університеті Мічигану шаттл-система щодня перевозить понад 35 000 студентів, забезпечуючи інтервал руху 5-7 хвилин у пікові години [30]. Проте ця модель має найбільший екологічний слід через високу залежність від автомобільного транспорту.

Азійська модель забезпечує найвищу швидкість і надійність сполучення завдяки інтеграції з системами швидкісного рейкового транспорту. В Токійському університеті середній час переміщення студента від гуртожитку до навчального корпусу становить лише 12 хвилин, незважаючи на значні відстані [31]. Однак ця модель потребує найбільших капітальних інвестицій, що обмежує можливості її впровадження в містах з обмеженими фінансовими ресурсами.

Порівняльний аналіз цих моделей особливо цінний для України, де необхідно знайти баланс між ефективністю, екологічністю та економічною доцільністю при вдосконаленні транспортного обслуговування студентських містечок. Зокрема, для Львова найбільш перспективним є комбінований підхід з пріоритетом на елементи європейської моделі, але з інтеграцією окремих компонентів американської системи, особливо в питаннях організації спеціальних студентських маршрутів та нічних перевезень.

## РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СТУДЕНТСЬКИХ МІСТЕЧОК ЛЬВОВА

2.1. Характеристика розташування студентських містечок та їх транспортних зв'язків

Львів є одним з найбільших освітніх центрів України, в якому функціонує значна кількість закладів вищої освіти. За даними Головного управління статистики у Львівській області, станом на початок 2024/2025 навчального року у Львові налічується 25 закладів вищої освіти, в яких навчається понад 100 тисяч студентів [27]. Значна частина цих студентів проживає у гуртожитках, розташованих у різних районах міста, що формує стійкі пасажиропотоки між місцями проживання та навчання.

Аналіз географічного розташування основних студентських містечок Львова дозволяє виділити кілька ключових локацій, де сконцентровані студентські гуртожитки та навчальні корпуси:

1. Студентське містечко Національного університету "Львівська політехніка" (вул. Відкрита, Лазаренка, Сахарова);
2. Студентське містечко Львівського національного університету імені Івана Франка (вул. Пасічна, Медової Печери);
3. Студентське містечко Українського католицького університету (вул. Козельницька, Стрийська);
4. Гуртожитки Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького (вул. Пекарська);
5. Студентське містечко Національного лісотехнічного університету України (вул. Природна, Чукаріна);
6. Гуртожитки Львівського торговельно-економічного університету (вул. Тернопільська);
7. Гуртожитки Львівського державного університету фізичної культури (вул. Пасічна).

На рисунку 2.1 представлено карту розташування основних студентських містечок Львова.

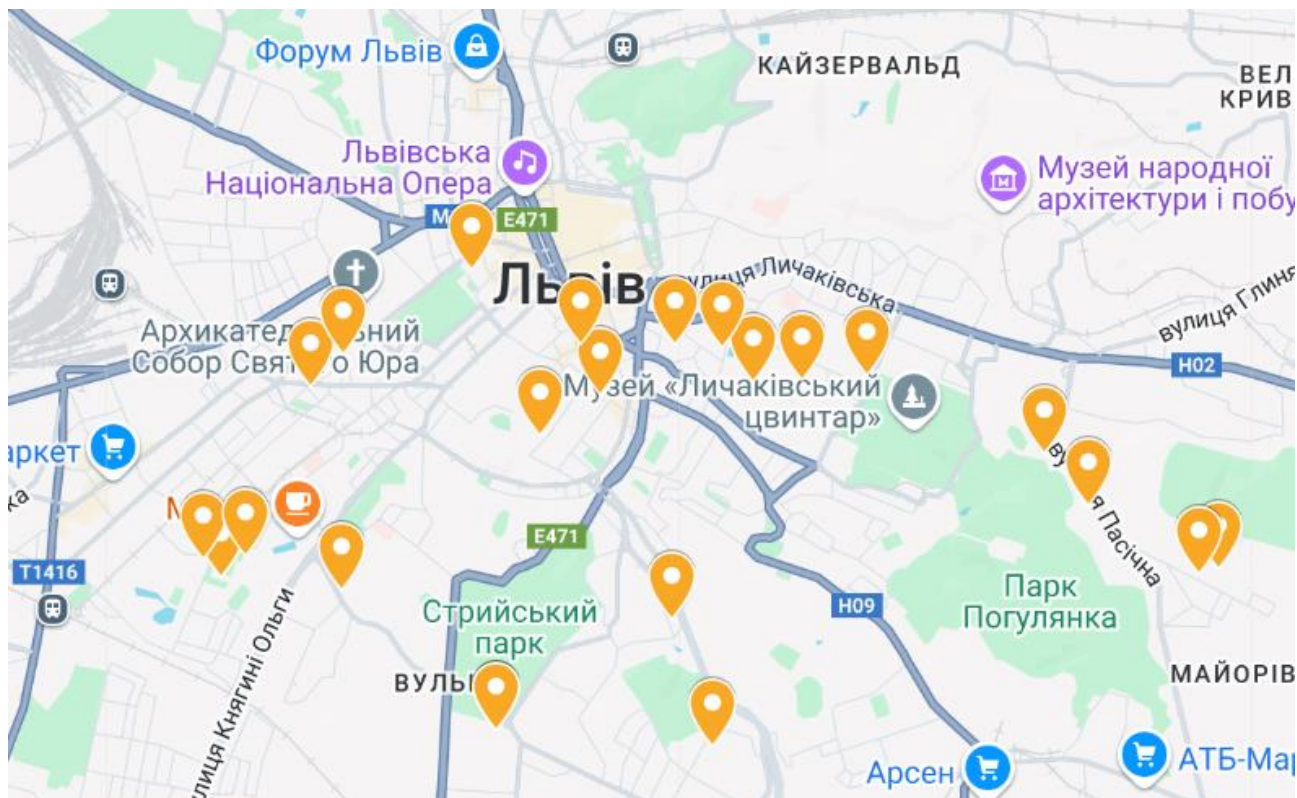


Рисунок 2.1. Карта розташування основних студентських містечок Львова  
Джерело: складено автором

Особливістю розташування студентських містечок Львова є їх значна віддаленість від центральної частини міста, де зосереджена більшість навчальних корпусів. Така просторова структура обумовлює необхідність щоденних переміщень студентів на значні відстані, що створює навантаження на транспортну систему міста.

Аналіз транспортної доступності навчальних корпусів, проведений К. Є. Вакуленко, показує, що середня відстань між студентськими гуртожитками та навчальними корпусами у Львові становить 3,8 км [11]. При цьому найбільша відстань спостерігається для студентів ЛНУ ім. І. Франка, які проживають у гуртожитках на вул. Пасічній та навчаються в корпусах у центрі міста (близько 6 км).

В. П. Поліщук пропонує оцінювати транспортну доступність за часом, який витрачається на переміщення від місця проживання до місця навчання [7].

За цим показником ситуація у Львові є досить складною – середній час переміщення студентів від гуртожитків до навчальних корпусів становить близько 45-50 хвилин, що перевищує нормативні 30 хвилин.

Оцінка зв'язності студентських гуртожитків з навчальними корпусами може бути проведена з використанням показника маршрутного коефіцієнта, який визначається як відношення довжини шляху за маршрутом громадського транспорту до довжини шляху по прямій лінії. Чим ближче значення цього коефіцієнта до 1, тим ефективніше організовано транспортне сполучення. За даними дослідження О. С. Ігнатенка, середнє значення маршрутного коефіцієнта для транспортних зв'язків між студентськими гуртожитками та навчальними корпусами Львова становить 1,7, що свідчить про недостатню ефективність існуючої маршрутної мережі [9].

Існуюча транспортна інфраструктура, що обслуговує студентські містечка Львова, включає:

- мережу трамвайних маршрутів (протяжність – 75 км);
- мережу тролейбусних маршрутів (протяжність – 82 км);
- мережу автобусних маршрутів (протяжність – 840 км);
- мережу маршрутних таксі (протяжність – 1260 км) [27].

Для оцінки транспортної забезпеченості студентських містечок можна використати показник щільності маршрутної мережі, який визначається як відношення сумарної довжини всіх маршрутів громадського транспорту до площі території, що обслуговується. За даними досліджень В. С. Марунича, для забезпечення нормативної доступності зупинок громадського транспорту (не більше 500 м) щільність маршрутної мережі повинна становити не менше 2,5 км/км<sup>2</sup> [6]. Фактична щільність маршрутної мережі в районах розташування студентських містечок Львова наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Показники щільності маршрутної мережі в районах розташування студентських містечок Львова

Район розташування студентського містечка	Площа території, км <sup>2</sup>	Сумарна довжина маршрутів, км	Щільність маршрутної мережі, км/км <sup>2</sup>	Відповідність нормативу
вул. Відкрита, Лазаренка (Політехніка)	3,2	9,5	2,97	Відповідає
вул. Пасічна, Медової Печери (ЛНУ)	4,8	10,2	2,13	Не відповідає
вул. Козельницька, Стрийська (УКУ)	2,7	7,4	2,74	Відповідає
вул. Пекарська (ЛНМУ)	2,1	7,3	3,48	Відповідає
вул. Природна, Чукаріна (НЛТУ)	3,5	6,4	1,83	Не відповідає
вул. Тернопільська (ЛТЕУ)	2,9	5,8	2,00	Не відповідає
вул. Пасічна (ЛДУФК)	3,6	7,2	2,00	Не відповідає

Джерело: розраховано автором на основі даних 24, 27

Аналіз даних таблиці 2.1 показує, що у чотирьох з семи районів розташування студентських містечок Львова щільність маршрутної мережі не відповідає нормативним вимогам, що призводить до збільшення відстані пішохідних підходів до зупинок громадського транспорту та, відповідно, до збільшення загального часу, який студенти витрачають на дорогу.

Важливим аспектом аналізу транспортної доступності є також оцінка стану зупинок громадського транспорту, які обслуговують студентські містечка. За даними дослідження Г. Ю. Бурлакової, лише 37% зупинок поблизу студентських гуртожитків Львова обладнані навісами, 42% – лавками, 28% – інформаційними табло [14]. Такий стан зупинок знижує комфортність користування громадським транспортом, особливо в несприятливих погодних умовах.

Аналіз характеристик розташування студентських містечок Львова та їх транспортних зв'язків дозволяє виділити ряд проблем, які потребують вирішення:

1. Значна віддаленість студентських містечок від навчальних корпусів;
2. Недостатня щільність маршрутної мережі в районах розташування деяких студентських містечок;
3. Низький рівень розвитку транспортної інфраструктури (зупинки, інформаційне забезпечення);
4. Відсутність спеціальних студентських маршрутів, орієнтованих на специфіку переміщень студентів;
5. Недостатня інтеграція різних видів транспорту для забезпечення ефективного сполучення між студентськими містечками та навчальними корпусами.

## 2.2. Дослідження пасажиропотоків та їх часової нерівномірності

Ефективне функціонування системи транспортного обслуговування студентських містечок Львова неможливе без детального аналізу пасажиропотоків, які формуються в процесі переміщення студентів між місцями проживання та навчання. Для проведення такого аналізу було використано комплекс методів дослідження, які дозволили отримати достовірну інформацію про обсяги та характер студентських пасажиропотоків.

Методика проведення дослідження пасажиропотоків базувалася на рекомендаціях, розроблених Ю. О. Давідічем, і включала наступні етапи [2]:

1. Визначення об'єктів дослідження (маршрути, зупинки, напрямки);
2. Вибір методів обстеження (табличний, візуальний, анкетний, автоматизований);
3. Розробка форм для фіксації результатів обстеження;
4. Підготовка обліковців та інструктаж;
5. Проведення обстеження;

## 6. Обробка та аналіз отриманих даних.

Для дослідження було відібрано 15 основних маршрутів громадського транспорту, які з'єднують студентські містечка з навчальними корпусами Львова. Обстеження проводилось у будні дні (вівторок-четвер) у весняний період 2024 року, оскільки цей період характеризується стабільним навчальним процесом та відсутністю сесій чи канікул.

В процесі дослідження використовувалися наступні методи обстеження пасажиропотоків:

- табличний метод (підрахунок кількості пасажирів, що увійшли та вийшли на кожній зупинці);
- анкетний метод (опитування студентів щодо їхніх транспортних переміщень);
- автоматизований метод (аналіз даних електронної системи оплати проїзду).

Результати обстеження пасажиропотоків на основних маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова, наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Пасажиропотоки на основних маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова

№ маршруту	Тип транспорту	Напрямок	Середньодобовий пасажиропотік, тис. пас.	Частка студентів, %	Студентський пасажиропотік, тис. пас.	Середня дальність поїздки студентів, км
3А	Автобус	Сихів – Центр	15,8	42	6,64	5,3
9	Трамвай	Збоїща – Центр	23,5	37	8,70	4,8
5	Тролейбус	Сихів – Політехніка	18,2	48	8,74	6,2
29	Автобус	Рясне – Університет	14,3	51	7,29	7,5
4А	Автобус	Левандівка – Центр	12,7	34	4,32	6,8
47А	Маршрутне таксі	Наукова – Медуніверситет	8,5	63	5,36	3,4
53	Маршрутне таксі	Пасічна – Центр	10,2	57	5,81	5,7
2	Трамвай	Вокзал – Центр	25,4	29	7,37	3,9
16	Автобус	УКУ – Центр	9,7	68	6,60	4,2
25	Маршрутне таксі	Природна – Університет	7,8	43	3,35	5,1
46	Автобус	Сихів – Політехніка	13,5	55	7,43	6,5
31	Маршрутне таксі	Тернопільська – Центр	8,9	39	3,47	4,7
7	Тролейбус	Лазаренка – Медуніверситет	15,6	45	7,02	5,8
1А	Автобус	Рясне – Політехніка	11,8	50	5,90	8,2
18	Маршрутне таксі	Пасічна – ЛДУФК	6,3	72	4,54	2,8

Джерело: складено автором на основі даних транспортних підприємств міста Львова

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.2, дозволяє зробити кілька важливих висновків:

1. Частка студентів у загальному пасажиропотоці на основних маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова, коливається від 29% до 72%, що свідчить про значний вплив студентських переміщень на формування пасажиропотоків у місті.

2. Найбільша частка студентів спостерігається на маршрутах № 18 (72%), № 16 (68%) та № 47А (63%), які безпосередньо з'єднують студентські гуртожитки з навчальними корпусами.

3. Середня дальність поїздки студентів становить 5,4 км, що перевищує середню дальність поїздки інших категорій пасажирів (4,1 км) і свідчить про значну віддаленість студентських містечок від навчальних корпусів.

Особливої уваги заслуговує аналіз часової нерівномірності пасажиропотоків студентів. За даними М. Є. Кристопчака, коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоків за годинами доби для студентських переміщень може досягати 2,5-3,0, що значно перевищує аналогічний показник для інших категорій пасажирів [3].

На рисунку 2.2 представлено динаміку зміни пасажиропотоків студентів протягом доби на основних маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова.

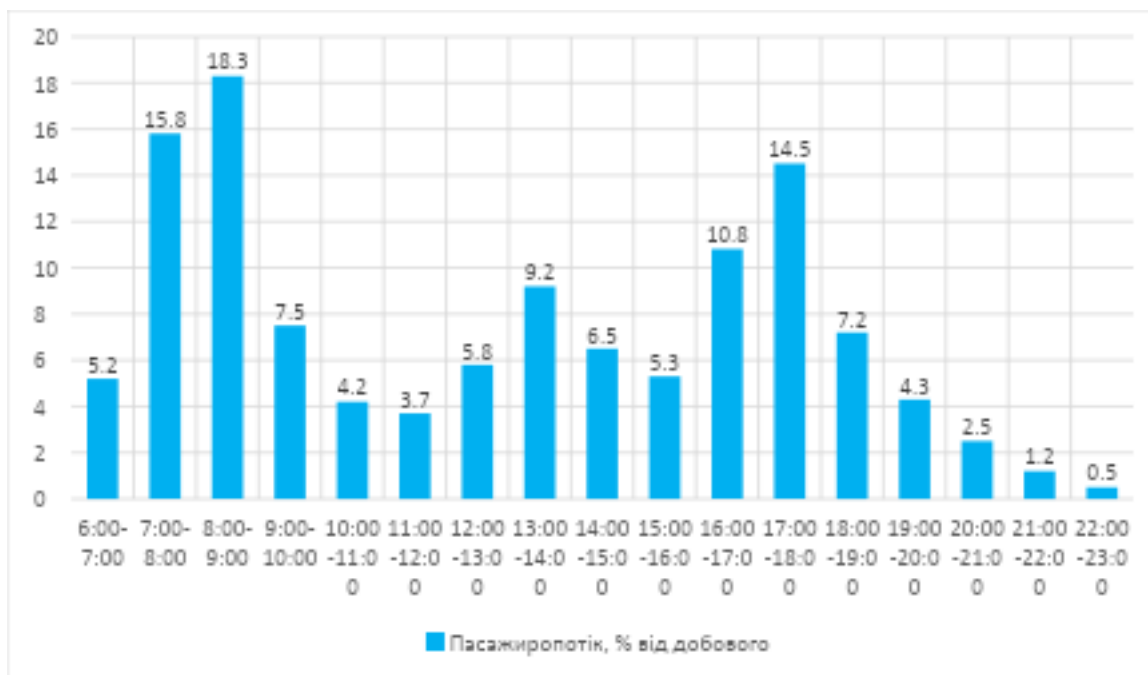


Рисунок 2.2. Динаміка зміни пасажиропотоків студентів протягом доби  
Джерело: складено автором на основі [3]

Аналіз даних, представлених на рисунку 2.2, дозволяє виділити три чітко виражені піки студентських пасажиропотоків:

1. Ранковий пік (7:00-9:00) – 34,1% добового пасажиропотоку;
2. Обідній пік (13:00-14:00) – 9,2%;
3. Вечірній пік (16:00-18:00) – 25,3%.

Така часова структура пасажиропотоків обумовлена особливостями навчального процесу: ранковий пік пов'язаний з початком занять, обідній – з перервою між парами занять, вечірній – із закінченням навчального дня. Як зазначає М. Г. Босняк, значна нерівномірність пасажиропотоків створює суттєві труднощі для організації ефективного транспортного обслуговування, оскільки вимагає збільшення кількості рухомого складу в пікові години і призводить до його недовантаження в міжпіковий період [4].

Важливим аспектом дослідження пасажиропотоків є також аналіз їх сезонної нерівномірності. За даними В. О. Вдовиченка, коефіцієнт сезонної нерівномірності пасажиропотоків студентів може досягати 1,8-2,0, що значно перевищує аналогічний показник для інших категорій пасажирів (1,2-1,3) [5].

На рисунку 2.3 представлено динаміку зміни пасажиропотоків студентів протягом навчального року.

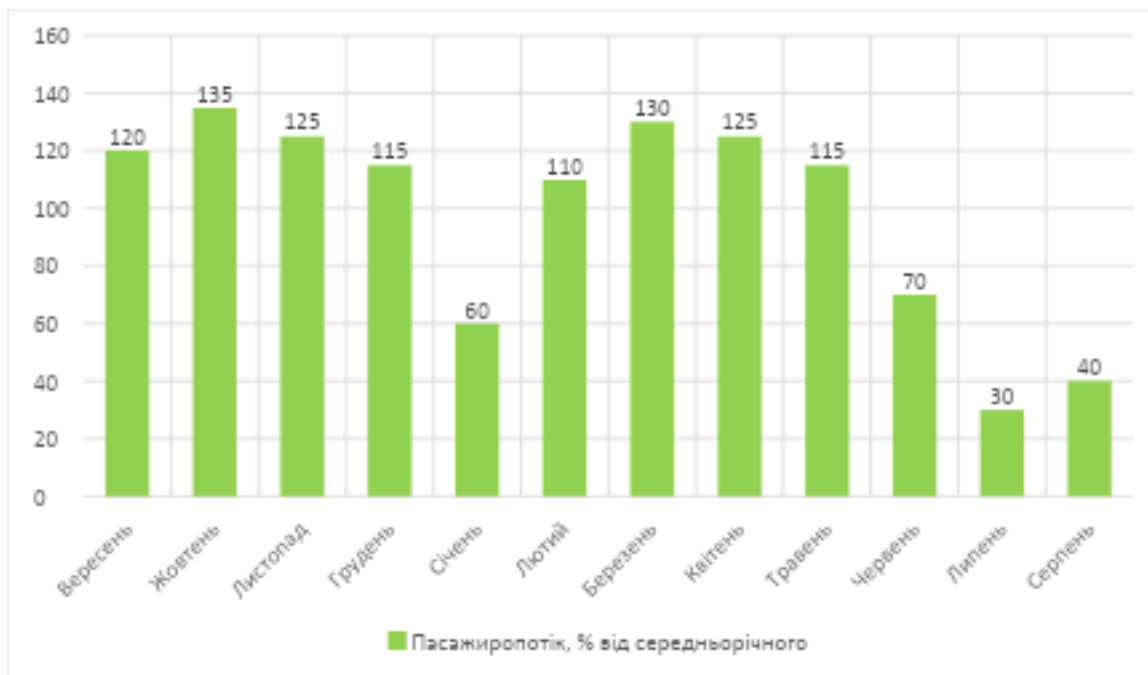


Рисунок 2.3. Динаміка зміни пасажиропотоків студентів протягом навчального року

Аналіз даних, представлених на рисунку 2.3, показує, що найбільші пасажиропотоки студентів спостерігаються в жовтні, березні та листопаді, що пов'язано з активним навчальним процесом у ці місяці. Найменші пасажиропотоки характерні для липня та серпня (період літніх канікул), а також для січня (період зимової сесії та канікул).

Така сезонна нерівномірність пасажиропотоків вимагає гнучкого підходу до організації транспортного обслуговування студентських містечок, зокрема коригування кількості рухомого складу на маршрутах та інтервалів руху в різні періоди навчального року.

Аналіз пасажиропотоків студентів дозволив також визначити основні напрямки переміщень та їх інтенсивність. В таблиці 2.3 наведено дані про основні кореспонденції студентських пасажиропотоків між місцями проживання та навчання.

Таблиця 2.3 - Основні кореспонденції студентських пасажиропотоків у Львові

Район проживання	Район навчання	Добовий пасажиропотік, тис. пас.	Пікове навантаження, пас./год.	Основні маршрути
вул. Відкрита, Лазаренка	вул. С. Бандери	8,2	1560	№5, №46
вул. Пасічна, Медової Печери	вул. Університетська	7,5	1420	№53, №29
вул. Козельницька	вул. Козельницька	2,1	380	№16
вул. Пекарська	вул. Пекарська	3,8	720	№47А
вул. Природна, Чукаріна	вул. Ген. Чупринки	4,3	870	№25
вул. Тернопільська	вул. Туган-Барановського	3,2	610	№31
вул. Пасічна	вул. Костюшка	2,8	520	№18

Джерело: складено автором на основі [24]

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.3, дозволяє виділити найбільш напружені напрямки студентських пасажиропотоків:

1. вул. Відкрита, Лазаренка – вул. С. Бандери (Політехніка);
2. вул. Пасічна, Медової Печери – вул. Університетська (ЛНУ ім. І. Франка).

Саме на цих напрямках спостерігається найбільше пікове навантаження (понад 1400 пас./год.), що створює суттєві труднощі для існуючої системи транспортного обслуговування.

Важливо відзначити, що студенти українського католицького університету та львівського медичного університету менше залежать від громадського транспорту, оскільки їхні гуртожитки розташовані поблизу навчальних корпусів, що дозволяє здійснювати переміщення пішки.

Таким чином, дослідження пасажиропотоків студентів у Львові дозволило виявити їх основні характеристики та особливості:

1. Значний обсяг студентських переміщень (до 70% пасажиропотоку на окремих маршрутах);

2. Висока часова нерівномірність пасажиропотоків (коефіцієнт нерівномірності – до 3,0);
3. Значна сезонна нерівномірність пасажиропотоків (коефіцієнт нерівномірності – до 2,0);
4. Наявність напружених напрямків з піковим навантаженням понад 1400 пас./год.;
5. Залежність студентських пасажиропотоків від розкладу навчальних занять.

Врахування цих особливостей є необхідною умовою для розробки ефективних заходів з удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова.

### 2.3. Аналіз існуючої маршрутної мережі та розкладів руху

Ефективність транспортного обслуговування студентських містечок значною мірою залежить від якості маршрутної мережі та розкладів руху громадського транспорту. Аналіз існуючої маршрутної мережі Львова дозволяє оцінити її відповідність потребам студентів та виявити проблемні аспекти, які потребують вдосконалення.

Маршрутна мережа громадського транспорту Львова, за даними Департаменту міської мобільності та вуличної інфраструктури Львівської міської ради, станом на початок 2025 року складається з [27]:

- 10 трамвайних маршрутів (загальна довжина – 75 км);
- 11 тролейбусних маршрутів (загальна довжина – 82 км);
- 52 автобусних маршрутів (загальна довжина – 840 км);
- 38 маршрутів маршрутних таксі (загальна довжина – 1260 км).

Для оцінки охоплення студентських містечок існуючими маршрутами було проведено аналіз доступності зупинок громадського транспорту. Відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019, радіус пішохідної доступності зупинок

громадського транспорту не повинен перевищувати 500 м [24]. На основі цього нормативу було проведено аналіз доступності зупинок для основних студентських містечок Львова (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 - Показники доступності зупинок громадського транспорту для студентських містечок Львова [23]

Студентське містечко	Кількість зупинок в радіусі 500 м	Середня відстань до найближчої зупинки, м	Кількість маршрутів, що обслуговують зупинки	Відповідність нормативу
Політехніка (вул. Відкрита, Лазаренка)	8	320	12	Відповідає
ЛНУ ім. І. Франка (вул. Пасічна, Медової Печери)	6	380	8	Відповідає
УКУ (вул. Козельницька, Стрийська)	5	350	7	Відповідає
ЛНМУ (вул. Пекарська)	7	280	11	Відповідає
НЛТУ (вул. Природна, Чукаріна)	4	470	5	Відповідає
ЛТЕУ (вул. Тернопільська)	3	520	4	Не відповідає
ЛДУФК (вул. Пасічна)	5	420	6	Відповідає

Джерело: складено автором на основі [24]

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.4, показує, що більшість студентських містечок Львова мають задовільний рівень доступності зупинок громадського транспорту. Однак, для студентського містечка ЛТЕУ на вул. Тернопільській відстань до найближчої зупинки перевищує нормативне значення, що створює незручності для студентів.

Важливою характеристикою маршрутної мережі є також її топологія, яка визначає можливість здійснення переміщень між різними пунктами з мінімальною кількістю пересадок. В. С. Маруніч пропонує оцінювати топологію

маршрутної мережі за допомогою коефіцієнта непрямої лінійності маршрутів, який розраховується як відношення довжини маршруту до відстані між кінцевими пунктами по повітряній лінії [6]. Значення цього коефіцієнта для основних маршрутів, що обслуговують студентські містечка Львова, наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Коефіцієнт непрямої лінійності основних маршрутів, що обслуговують студентські містечка Львова [6]

№ маршруту	Тип транспорту	Напрямок	Довжина маршруту, км	Відстань по повітряній лінії, км	Коефіцієнт непрямої лінійності
3А	Автобус	Сихів – Центр	12,5	8,3	1,51
9	Трамвай	Збойща – Центр	10,2	7,8	1,31
5	Тролейбус	Сихів – Політехніка	14,8	9,6	1,54
29	Автобус	Рясне – Університет	15,3	10,2	1,50
4А	Автобус	Левандівка – Центр	11,8	7,5	1,57
47А	Маршрутне таксі	Наукова – Медуніверситет	8,5	6,2	1,37
53	Маршрутне таксі	Пасічна – Центр	12,1	7,9	1,53
2	Трамвай	Вокзал – Центр	7,3	6,1	1,20
16	Автобус	УКУ – Центр	9,8	6,8	1,44
25	Маршрутне таксі	Природна – Університет	10,5	6,7	1,57
46	Автобус	Сихів – Політехніка	15,2	9,6	1,58
31	Маршрутне таксі	Тернопільська – Центр	9,9	6,5	1,52
7	Тролейбус	Лазаренка – Медуніверситет	12,6	8,2	1,54
1А	Автобус	Рясне – Політехніка	16,8	10,8	1,56
18	Маршрутне таксі	Пасічна – ЛДУФК	6,5	4,8	1,35

Джерело: розраховано автором за методикою [6]

Як свідчать дані таблиці 2.5, коефіцієнт непрямолінійності маршрутів, що обслуговують студентські містечка Львова, коливається в межах від 1,20 до 1,58. За рекомендаціями О. С. Ігнатенка, оптимальне значення цього коефіцієнта не повинно перевищувати 1,30 [9]. Таким чином, більшість маршрутів характеризуються надмірною непрямолінійністю, що призводить до збільшення відстані та часу переміщення.

Аналіз інтервалів руху транспорту в різні періоди доби є важливим аспектом оцінки якості транспортного обслуговування. В таблиці 2.6 наведено дані про інтервали руху на основних маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова.

Таблиця 2.6 - Інтервали руху на основних маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова (хв) [27]

№ маршруту	Тип транспорту	Ранковий пік (7:00-9:00)	Міжпіковий період (9:00-16:00)	Вечірній пік (16:00-18:00)	Вечірній період (18:00-22:00)
3А	Автобус	8	12	9	15
9	Трамвай	6	10	6	12
5	Тролейбус	7	11	8	14
29	Автобус	9	15	10	18
4А	Автобус	10	16	12	20
47А	Маршрутне таксі	8	12	8	15
53	Маршрутне таксі	7	10	7	12
2	Трамвай	5	8	5	10
16	Автобус	9	14	10	18
25	Маршрутне таксі	10	15	12	20
46	Автобус	8	13	9	16
31	Маршрутне таксі	9	14	10	18
7	Тролейбус	7	12	8	14
1А	Автобус	10	15	11	20

18	Маршрутне таксі	12	18	14	22
----	-----------------	----	----	----	----

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.6, показує, що інтервали руху на більшості маршрутів, що обслуговують студентські містечка Львова, не відповідають оптимальним значенням. За рекомендаціями В. Ю. Котельнікової, для забезпечення якісного транспортного обслуговування інтервали руху в пікові періоди не повинні перевищувати 5-7 хвилин, а в міжпікові – 10-12 хвилин [10]. Фактичні інтервали на більшості маршрутів перевищують ці значення, що призводить до переповнення транспортних засобів у пікові години та збільшення часу очікування пасажирів.

Важливим аспектом аналізу існуючої маршрутної мережі є також оцінка відповідності транспортної пропозиції попиту студентів. Для цього було розраховано коефіцієнт відповідності, який визначається як відношення пропускної здатності маршруту (кількість місць у транспортних засобах за годину) до пікового пасажиропотоку. Результати розрахунків наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Відповідність транспортної пропозиції попиту студентів [11]

№ маршруту	Тип транспорту	Пікове навантаження (студенти), пас./год.	Кількість рейсів у пікову годину	Місткість транспортного засобу	Пропускна здатність, місць/год.	Коефіцієнт відповідності	Оцінка відповідності
3А	Автобус	840	7,5	100	750	0,89	Недостатня
9	Трамвай	1050	10	150	1500	1,43	Достатня
5	Тролейбус	880	8,6	110	946	1,08	Достатня
29	Автобус	920	6,7	100	670	0,73	Недостатня
4А	Автобус	550	6	100	600	1,09	Достатня

47A	Маршрутне таксі	680	7,5	50	375	0,55	Недостатня
53	Маршрутне таксі	740	8,6	50	430	0,58	Недостатня
2	Трамвай	920	12	150	1800	1,96	Надлишкова
16	Автобус	820	6,7	100	670	0,82	Недостатня
25	Маршрутне таксі	430	6	50	300	0,70	Недостатня
46	Автобус	950	7,5	100	750	0,79	Недостатня
31	Маршрутне таксі	440	6,7	50	335	0,76	Недостатня
7	Тролейбус	890	8,6	110	946	1,06	Достатня
1A	Автобус	720	6	100	600	0,83	Недостатня
18	Маршрутне таксі	580	5	50	250	0,43	Недостатня

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.7, показує, що лише на 4 з 15 досліджуваних маршрутів транспортна пропозиція відповідає попиту студентів (коефіцієнт відповідності від 1,0 до 1,5). На 10 маршрутах спостерігається недостатня пропозиція (коефіцієнт відповідності менше 1,0), що призводить до переповнення транспортних засобів, дискомфорту пасажирів і можливих відмов у посадці. На маршруті №2 спостерігається надлишкова пропозиція (коефіцієнт відповідності більше 1,5), що свідчить про нераціональне використання рухомого складу.

Особливо складна ситуація спостерігається на маршрутах маршрутних таксі, де коефіцієнт відповідності не перевищує 0,7, а в окремих випадках (маршрут №18) становить лише 0,43. Це пояснюється обмеженою місткістю транспортних засобів, що використовуються на цих маршрутах, та недостатньою частотою руху.

Для більш детального аналізу відповідності транспортної пропозиції попиту студентів розглянемо рівень наповнення транспортних засобів на основних маршрутах у години пікового навантаження (рис. 2.4).

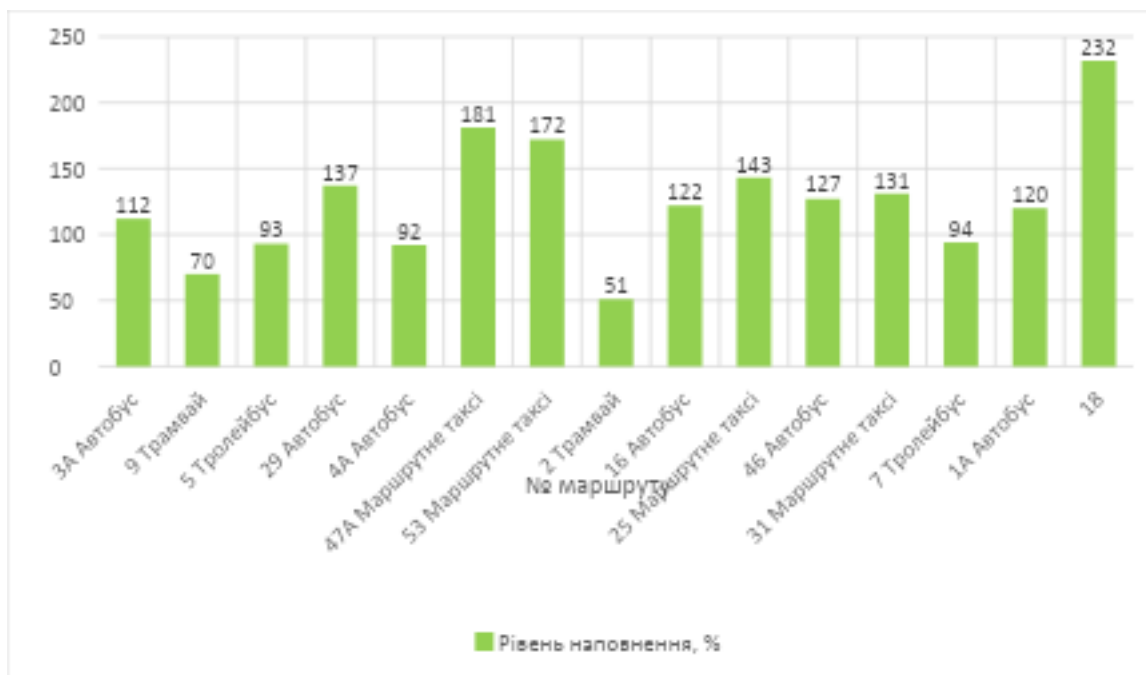


Рисунок 2.4. Рівень наповнення транспортних засобів на основних маршрутах у години пікового навантаження, % від номінальної місткості

Як видно з рисунка 2.4, на більшості маршрутів спостерігається перевищення номінальної місткості транспортних засобів у години пікового навантаження. Особливо критична ситуація на маршрутах маршрутних таксі №18, №47А та №53, де рівень наповнення перевищує 170% від номінальної місткості. Це створює значний дискомфорт для пасажирів, призводить до збільшення часу посадки/висадки, знижує безпеку перевезень та негативно впливає на якість обслуговування студентів.

Важливим аспектом аналізу існуючої маршрутної мережі є також дослідження відповідності розкладів руху транспорту розкладу занять у навчальних закладах. Для цього було проведено порівняння інтенсивності руху транспорту та інтенсивності студентських пасажиропотоків у різні години доби (рис. 2.5).

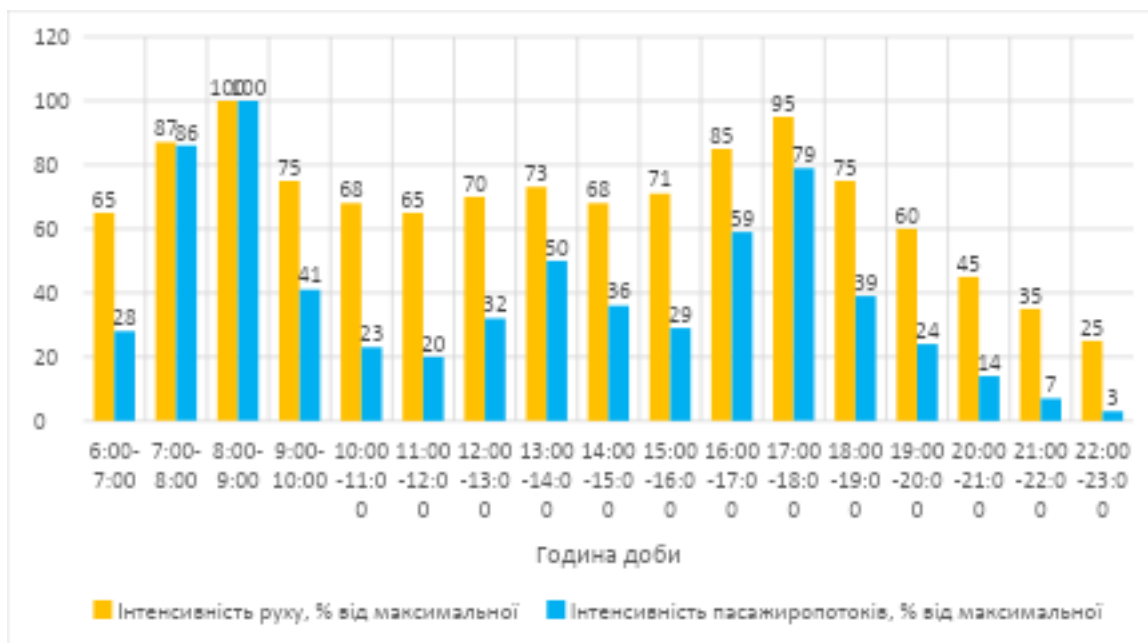


Рисунок 2.5. Порівняння інтенсивності руху транспорту та інтенсивності студентських пасажиропотоків в різні години доби (середнє значення для всіх досліджуваних маршрутів)

Аналіз даних, представлених на рисунку 2.5, показує, що існує певна невідповідність між інтенсивністю руху транспорту та інтенсивністю студентських пасажиропотоків. Зокрема, у період з 9:00 до 12:00 інтенсивність руху транспорту значно перевищує інтенсивність пасажиропотоків, що свідчить про надлишок транспортної пропозиції. Водночас, у період з 16:00 до 18:00 інтенсивність пасажиропотоків зростає швидше, ніж інтенсивність руху транспорту, що призводить до недостатньої транспортної пропозиції та переповнення транспортних засобів.

Така невідповідність між попитом та пропозицією пояснюється тим, що при складанні розкладів руху транспорту не враховується специфіка студентських пасажиропотоків, зокрема, їх залежність від розкладу занять. Це призводить до нераціонального використання рухомого складу та зниження якості транспортного обслуговування студентів.

В процесі аналізу існуючої маршрутної мережі також було виявлено кілька проблемних ділянок, які створюють труднощі для транспортного обслуговування студентських містечок:

Недостатня кількість транспортних зв'язків між студентськими містечками на вул. Пасічній та центральною частиною міста, де розташовані основні навчальні корпуси ЛНУ ім. І. Франка.

Відсутність прямих маршрутів між студентськими містечками різних університетів, що ускладнює міжуніверситетську мобільність студентів.

Низька пропускна здатність вул. Науковій та вул. Стрийській у пікові години, що призводить до значних затримок руху транспорту, який обслуговує студентські містечка Політехніки та УКУ.

Недостатньо розвинена транспортна інфраструктура в районі вул. Тернопільської, що ускладнює транспортне обслуговування студентів ЛТЕУ.

Низька якість дорожнього покриття на під'їздах до студентських містечок на вул. Природній та вул. Чукаріна, що негативно впливає на швидкість та комфортність перевезень.

Додатковою проблемою є недостатній рівень інформаційного забезпечення пасажирів. Згідно з проведеним опитуванням, 72% студентів вказали на відсутність актуальної інформації про розклад руху транспорту, 65% – на відсутність інформації про можливі маршрути переміщення між різними університетськими об'єктами, 58% – на недостатність інформації про зміни в роботі транспорту [14].

Окремо слід відзначити проблему координації роботи різних видів транспорту. Наразі у Львові відсутня єдина система координації розкладів руху різних видів транспорту, що ускладнює здійснення пересадок та збільшує загальний час переміщення. За даними дослідження К. Є. Вакуленко, середній час очікування при пересадці з одного виду транспорту на інший у Львові становить 12-15 хвилин, що значно перевищує оптимальні значення (3-5 хвилин) [11].

Таким чином, аналіз існуючої маршрутної мережі та розкладів руху виявив ряд проблем, які знижують ефективність транспортного обслуговування студентських містечок Львова:

Недостатня щільність маршрутної мережі в окремих районах розташування студентських містечок;

Надмірна непрямолінійність більшості маршрутів;

Невідповідність інтервалів руху транспорту оптимальним значенням;

Дисбаланс між транспортною пропозицією та попитом на більшості маршрутів;

Невідповідність розкладів руху транспорту розкладу занять у навчальних закладах;

Наявність проблемних ділянок, які ускладнюють транспортне обслуговування;

Недостатній рівень інформаційного забезпечення пасажирів;

Відсутність координації роботи різних видів транспорту.

Виявлені проблеми свідчать про необхідність комплексної оптимізації маршрутної мережі та розкладів руху для підвищення ефективності транспортного обслуговування студентських містечок Львова. При цьому особливу увагу слід приділити узгодженню транспортної пропозиції з попитом студентів, зменшенню непрямолінійності маршрутів, забезпеченню оптимальних інтервалів руху в пікові години та покращенню координації роботи різних видів транспорту.

#### 2.4. Оцінка якості транспортного обслуговування студентів

Важливим етапом аналізу існуючої системи транспортного обслуговування студентських містечок Львова є оцінка її якості з точки зору студентів. Для цього було проведено комплексне дослідження, яке включало анкетування студентів, аналіз часових витрат на переміщення та оцінку основних показників якості транспортного обслуговування.

В основу методики оцінки якості транспортного обслуговування було покладено підхід, запропонований Г. Ю. Бурлаковою, який передбачає

визначення інтегрального показника якості на основі оцінки окремих параметрів з урахуванням їх вагомості [14]. Оцінка проводилася за такими показниками:

1. Доступність (наявність та близькість зупинок, маршрутів);
2. Надійність (дотримання розкладу, регулярність руху);
3. Швидкість (тривалість поїздки, швидкість сполучення);
4. Комфортність (наповненість транспортних засобів, зручність посадки/висадки, облаштування зупинок);
5. Безпека (технічний стан транспортних засобів, дотримання правил дорожнього руху);
6. Інформативність (наявність інформації про маршрути, розклади);
7. Вартість (співвідношення ціни та якості послуг).

Для збору даних було проведено анкетування 1500 студентів різних університетів Львова, які проживають у студентських містечках. Розподіл респондентів за університетами та місцем проживання відповідав реальному розподілу студентів, що забезпечило репрезентативність вибірки. Результати оцінки якості транспортного обслуговування за окремими показниками наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Оцінка якості транспортного обслуговування студентських містечок Львова [14]

Показник	Вагомість показника	Середня оцінка (за 5-бальною шкалою)	Зважена оцінка	Рівень якості
Доступність	0,18	3,7	0,67	Середній
Надійність	0,17	2,9	0,49	Низький
Швидкість	0,16	2,6	0,42	Низький
Комфортність	0,15	2,3	0,35	Низький
Безпека	0,14	3,5	0,49	Середній
Інформативність	0,10	2,2	0,22	Низький
Вартість	0,10	3,1	0,31	Середній
Інтегральний показник	1,00	-	2,95	Низький

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.8, дозволяє зробити висновок, що загальний рівень якості транспортного обслуговування студентських містечок Львова є низьким (інтегральний показник – 2,95 бала за 5-бальною шкалою). Найнижчі оцінки отримали такі показники як комфортність (2,3 бала), інформативність (2,2 бала) та швидкість (2,6 бала). Це свідчить про необхідність приділення особливої уваги підвищенню комфорту перевезень, покращенню інформаційного забезпечення та збільшенню швидкості сполучення при розробці заходів з удосконалення транспортного обслуговування.

Для більш детального аналізу було проведено оцінку якості транспортного обслуговування для окремих студентських містечок (рис. 2.6).

Рисунок 2.6. - Оцінка якості транспортного обслуговування окремих студентських містечок Львова

Студентське містечко	Інтегральний показник якості
Політехніка (вул. Відкрита, Лазаренка)	3,25
ЛНУ ім. І. Франка (вул. Пасічна, Медової Печери)	2,80
УКУ (вул. Козельницька, Стрийська)	3,35
ЛНМУ (вул. Пекарська)	3,15
НЛТУ (вул. Природна, Чукаріна)	2,65
ЛТЕУ (вул. Тернопільська)	2,50
ЛДУФК (вул. Пасічна)	2,95

Аналіз даних, представлених на рисунку 2.6, показує значну диференціацію якості транспортного обслуговування різних студентських містечок. Найвища якість спостерігається для студентських містечок УКУ та Політехніки, найнижча – для студентських містечок ЛТЕУ та НЛТУ. Це пов'язано з відмінностями в розвитку транспортної інфраструктури в різних районах міста та особливостями маршрутної мережі.

Важливим аспектом оцінки якості транспортного обслуговування є аналіз витрат часу студентів на переміщення. Відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019, витрати

часу на переміщення від місця проживання до місця навчання в містах з населенням 500-1000 тис. осіб не повинні перевищувати 30 хвилин [24]. Результати дослідження фактичних витрат часу студентів на переміщення наведено в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 - Витрати часу студентів на переміщення від місця проживання до місця навчання [24]

Студентське містечко	Середні витрати часу, хв	Мінімальні витрати часу, хв	Максимальні витрати часу, хв	Відповідність нормативу
Політехніка (вул. Відкрита, Лазаренка)	38	25	55	Не відповідає
ЛНУ ім. І. Франка (вул. Пасічна, Медової Печери)	52	40	65	Не відповідає
УКУ (вул. Козельницька, Стрийська)	29	20	40	Відповідає
ЛНМУ (вул. Пекарська)	35	25	45	Не відповідає
НЛТУ (вул. Природна, Чукаріна)	48	35	60	Не відповідає
ЛТЕУ (вул. Тернопільська)	45	35	60	Не відповідає
ЛДУФК (вул. Пасічна)	40	30	55	Не відповідає
Середньозважене значення	45	30	55	Не відповідає

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.9, показує, що середні витрати часу студентів на переміщення від місця проживання до місця навчання складають 45 хвилин, що на 50% перевищує нормативне значення (30 хвилин). Лише для студентського містечка УКУ середні витрати часу відповідають нормативу, для всіх інших студентських містечок спостерігається перевищення нормативного значення. Особливо складна ситуація для студентського містечка ЛНУ ім. І. Франка на вул. Пасічній, де середні витрати часу складають 52 хвилини, що майже вдвічі перевищує нормативне значення.

Структура витрат часу на переміщення наведена на рисунку 2.7.

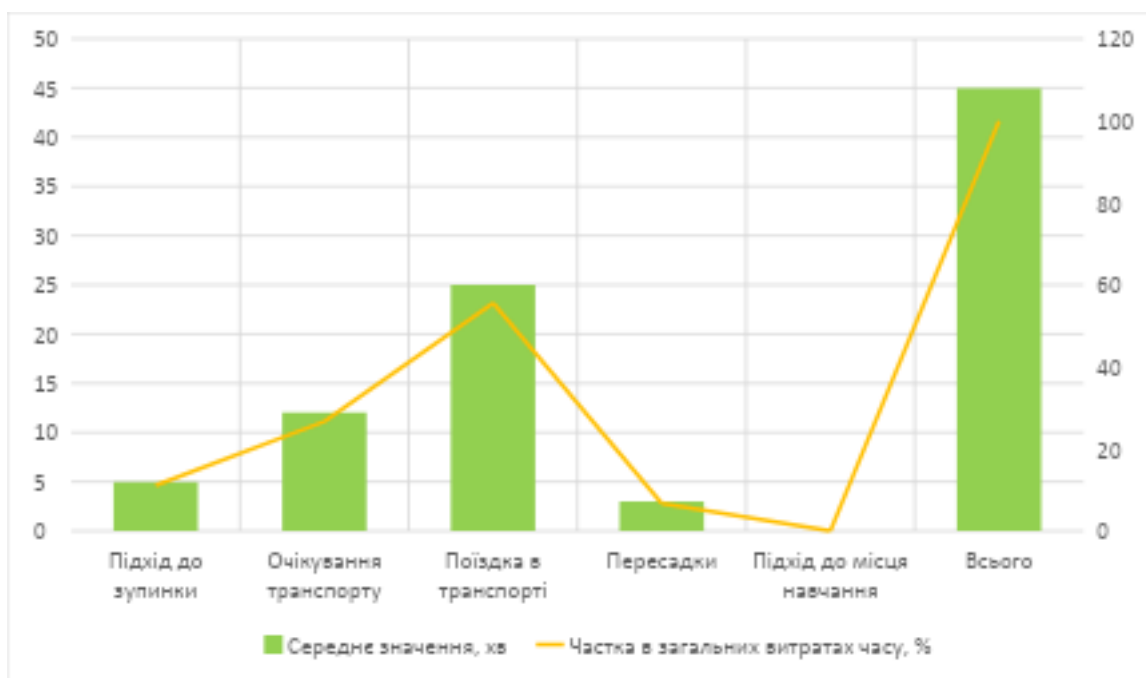


Рисунок 2.7. Структура витрат часу студентів на переміщення

Аналіз структури витрат часу показує, що найбільшу частку в загальних витратах часу займає поїздка в транспорті (55,6%) та очікування транспорту (26,7%). Це свідчить про необхідність зменшення інтервалів руху транспорту та підвищення швидкості сполучення для скорочення витрат часу студентів на переміщення.

На якість транспортного обслуговування суттєво впливає також наповненість транспортних засобів. За даними В. К. Долі, комфортною вважається наповненість не більше 3 пас/м<sup>2</sup> площі підлоги салону, допустимою – не більше 5 пас/м<sup>2</sup>, а максимально допустимою – не більше 8 пас/м<sup>2</sup> [1]. Результати дослідження наповненості транспортних засобів на маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова, наведено в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - Наповненість транспортних засобів на маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова [1]

Період доби	Наповненість, пас/м <sup>2</sup>	Рівень комфорту
Ранковий пік (7:00-9:00)	6,8	Некомфортний
Міжпіковий період (9:00-16:00)	3,2	Комфортний
Вечірній пік (16:00-18:00)	5,9	Некомфортний
Вечірній період (18:00-22:00)	2,5	Комфортний
Середньодобове значення	4,1	Допустимий

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.10, показує, що в години пікового навантаження (7:00-9:00 та 16:00-18:00) наповненість транспортних засобів перевищує комфортний рівень і наближається до максимально допустимого значення. Це створює значний дискомфорт для пасажирів і негативно впливає на якість транспортного обслуговування.

Важливим аспектом оцінки якості транспортного обслуговування є також аналіз доступності транспортних послуг для маломобільних груп населення. За даними М. Є. Кристопчука, серед студентів Львова близько 2,5% (2500 осіб) мають обмежені фізичні можливості і потребують спеціальних умов для користування громадським транспортом [3]. Результати оцінки доступності транспортних послуг для маломобільних груп студентів наведено в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 - Оцінка доступності транспортних послуг для маломобільних груп студентів [3]

Вид транспорту	Частка транспортних засобів, пристосованих для маломобільних груп, %	Доступність зупинок, %	Загальна оцінка доступності (за 5-бальною шкалою)
Трамвай	35	45	2,5
Тролейбус	60	50	3,2
Автобус	50	40	2,8
Маршрутне таксі	10	30	1,5
Середньозважене значення	43	42	2,6

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.11, показує, що доступність транспортних послуг для маломобільних груп студентів у Львові є низькою (загальна оцінка – 2,6 бала за 5-бальною шкалою). Лише 43% транспортних засобів та 42% зупинок пристосовані для користування маломобільними групами населення. Особливо складна ситуація спостерігається на маршрутах маршрутних таксі, де лише 10% транспортних засобів пристосовані для маломобільних груп.

Важливим показником якості транспортного обслуговування є також рівень інформаційного забезпечення пасажирів. Результати оцінки інформаційного забезпечення на основних маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова, наведено в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 - Оцінка інформаційного забезпечення на основних маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова [14]

<b>Елемент інформаційного забезпечення</b>	<b>Наявність, %</b>	<b>Оцінка якості (за 5-бальною шкалою)</b>
Інформаційні табло на зупинках	15	2,3
Схеми маршрутів на зупинках	35	2,5
Розклади руху на зупинках	25	2,4
Аудіоінформування в салоні	40	2,8
Електронні табло в салоні	30	2,7
Інформація на офіційному сайті	80	3,5
Мобільний додаток	60	3,2
Середньозважене значення	41	2,8

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.12, показує, що рівень інформаційного забезпечення на основних маршрутах, що обслуговують студентські містечка Львова, є недостатнім (загальна оцінка – 2,8 бала за 5-бальною шкалою). Особливо низькі показники спостерігаються за такими елементами як інформаційні табло на зупинках (наявність – 15%, оцінка якості – 2,3 бала) та

розклади руху на зупинках (наявність – 25%, оцінка якості – 2,4 бала). Найкраща ситуація з інформацією на офіційному сайті (наявність – 80%, оцінка якості – 3,5 бала) та мобільним додатком (наявність – 60%, оцінка якості – 3,2 бала), але і ці показники є недостатньо високими.

Низький рівень інформаційного забезпечення створює значні труднощі для студентів, особливо для тих, хто недавно почав навчання і не знайомий з маршрутною мережею міста. Згідно з опитуванням, 68% студентів-першокурсників відзначають складнощі в орієнтуванні в маршрутній мережі через недостатність інформації [14].

Важливим аспектом оцінки якості транспортного обслуговування є також аналіз задоволеності студентів різними аспектами транспортних послуг. Результати опитування 1500 студентів щодо їх задоволеності транспортним обслуговуванням наведено на рисунку 2.8.

Рисунок 2.8. - Рівень задоволеності студентів різними аспектами транспортного обслуговування

<b>Аспект транспортного обслуговування</b>	<b>Задоволені, %</b>	<b>Частково задоволені, %</b>	<b>Незадоволені, %</b>
Доступність зупинок	55	32	13
Розклад руху	25	35	40
Інтервали руху	18	32	50
Наповненість транспортних засобів	15	25	60
Комфорт в салоні	20	30	50
Технічний стан транспортних засобів	28	42	30
Інформаційне забезпечення	22	33	45
Культура обслуговування	35	40	25
Вартість проїзду	40	35	25
Загальна задоволеність	28	35	37

Аналіз даних, представлених на рисунку 2.8, показує, що загальний рівень задоволеності студентів транспортним обслуговуванням є низьким – лише 28% студентів задоволені, 35% – частково задоволені, а 37% – незадоволені. Найбільше незадоволення викликають такі аспекти як наповненість транспортних засобів (60% незадоволених), інтервали руху (50% незадоволених) та комфорт в салоні (50% незадоволених). Найвищий рівень задоволеності спостерігається за такими аспектами як доступність зупинок (55% задоволених) та вартість проїзду (40% задоволених).

На основі проведеного аналізу можна виділити основні проблеми, які негативно впливають на якість транспортного обслуговування студентських містечок Львова:

1. Перевищення нормативних витрат часу на переміщення (середні витрати часу – 45 хвилин при нормативі 30 хвилин);
2. Висока наповненість транспортних засобів у години пікового навантаження (до 6,8 пас/м<sup>2</sup>);
3. Недостатній рівень комфорту в салонах транспортних засобів (оцінка – 2,3 бала за 5-бальною шкалою);
4. Низький рівень інформаційного забезпечення (загальна оцінка – 2,8 бала за 5-бальною шкалою);
5. Недостатня доступність транспортних послуг для маломобільних груп студентів (загальна оцінка – 2,6 бала за 5-бальною шкалою);
6. Невідповідність розкладів руху розкладу занять у навчальних закладах;
7. Недостатня інтеграція різних видів транспорту.

Порівняльний аналіз якості транспортного обслуговування студентських містечок Львова та інших міст України, проведений за методикою В. О. Вдовиченка, показав, що за більшістю показників Львів поступається таким містам як Київ, Харків та Одеса, але випереджає Дніпро та Запоріжжя [5]. Найбільше відставання спостерігається за такими показниками як швидкість сполучення, інформаційне забезпечення та доступність для маломобільних груп.

Таким чином, проведена оцінка якості транспортного обслуговування студентських містечок Львова свідчить про необхідність розробки та впровадження комплексу заходів, спрямованих на підвищення якості транспортних послуг. Особливу увагу слід приділити зменшенню витрат часу на переміщення, підвищенню комфорту перевезень, покращенню інформаційного забезпечення та забезпеченню доступності транспортних послуг для всіх категорій студентів.

Аналіз існуючої системи транспортного обслуговування студентських містечок Львова дозволяє зробити наступні висновки:

1. Студентські містечка Львова географічно розосереджені по різних районах міста, що створює значні пасажиропотоки між місцями проживання та навчання. Середня відстань між студентськими гуртожитками та навчальними корпусами складає 3,8 км, що обумовлює необхідність щоденних переміщень студентів на значні відстані.

2. Пасажиропотоки студентів характеризуються значною нерівномірністю протягом доби, тижня та навчального року. Виявлено три чітко виражені піки студентських пасажиропотоків: ранковий (7:00-9:00) – 34,1% добового пасажиропотоку, обідній (13:00-14:00) – 9,2% та вечірній (16:00-18:00) – 25,3%. Такий характер пасажиропотоків створює значні труднощі для організації ефективного транспортного обслуговування.

3. Існуюча маршрутна мережа Львова не повною мірою відповідає потребам студентів. Виявлено такі проблеми як недостатня щільність маршрутної мережі в окремих районах розташування студентських містечок, надмірна непрямолінійність більшості маршрутів (коефіцієнт непрямолінійності до 1,58), невідповідність інтервалів руху оптимальним значенням та дисбаланс між транспортною пропозицією та попитом.

4. Якість транспортного обслуговування студентських містечок Львова є низькою (інтегральний показник – 2,95 бала за 5-бальною шкалою). Найнижчі оцінки отримали такі показники як комфортність (2,3 бала), інформативність (2,2

бала) та швидкість (2,6 бала). Спостерігається значна диференціація якості обслуговування різних студентських містечок (від 2,5 до 3,35 бала).

5. Витрати часу студентів на переміщення від місця проживання до місця навчання в середньому складають 45 хвилин, що на 50% перевищує нормативне значення (30 хвилин). Найбільшу частку в загальних витратах часу займає поїздка в транспорті (55,6%) та очікування транспорту (26,7%).

6. Наповненість транспортних засобів в години пікового навантаження перевищує комфортний рівень і досягає 6,8 пас/м<sup>2</sup>, що створює значний дискомфорт для пасажирів. Особливо складна ситуація спостерігається на маршрутах маршрутних таксі, де рівень наповнення перевищує 170% від номінальної місткості.

7. Загальний рівень задоволеності студентів транспортним обслуговуванням є низьким – лише 28% студентів задоволені, 35% – частково задоволені, а 37% – незадоволені. Найбільше незадоволення викликають такі аспекти як наповненість транспортних засобів, інтервали руху та комфорт в салоні.

Виявлені проблеми свідчать про необхідність розробки та впровадження комплексу заходів, спрямованих на вдосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова. Ці заходи повинні включати оптимізацію маршрутної мережі, розробку гнучких розкладів руху відповідно до розкладу занять, впровадження системи електронного квитка для студентів та інші заходи, які дозволять підвищити якість транспортних послуг та ефективність використання ресурсів транспортних підприємств.

### РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

#### 3.1. Оптимізація схеми маршрутів з урахуванням потреб студентів

Результати проведеного аналізу існуючої системи транспортного обслуговування студентських містечок Львова виявили ряд проблем, які потребують комплексного вирішення. Одним із ключових напрямків удосконалення є оптимізація схеми маршрутів громадського транспорту з урахуванням специфічних потреб студентської молоді.

Оптимізація маршрутної мережі – це складний процес, який вимагає застосування сучасних методів моделювання та прогнозування пасажиропотоків. Як зазначає В. П. Поліщук, при оптимізації маршрутної мережі необхідно враховувати не лише існуючі пасажиропотоки, але й перспективні зміни в містобудівній структурі та транспортній поведінці населення [7].

Для оптимізації схеми маршрутів, що обслуговують студентські містечка Львова, було використано методологію, яка базується на принципах системного підходу та включає наступні етапи:

1. Аналіз існуючої маршрутної мережі та виявлення її недоліків;
2. Визначення основних вимог до оптимізованої маршрутної мережі;
3. Розробка варіантів оптимізації маршрутної мережі;
4. Моделювання пасажиропотоків на запропонованих маршрутах;
5. Оцінка ефективності оптимізованої маршрутної мережі;
6. Вибір оптимального варіанту маршрутної мережі.

На основі аналізу, проведеного в попередніх розділах, було сформульовано основні вимоги до оптимізованої маршрутної мережі:

- Забезпечення прямого транспортного зв'язку між основними студентськими містечками та навчальними корпусами;
- Мінімізація кількості пересадок при переміщенні студентів;

- Забезпечення нормативної щільності маршрутної мережі в районах розташування студентських містечок;
- Узгодження інтервалів руху транспорту з піковими навантаженнями, обумовленими розкладом занять;
- Врахування сезонної нерівномірності студентських пасажиропотоків;
- Забезпечення взаємної інтеграції різних видів громадського транспорту.

При розробці варіантів оптимізації маршрутної мережі використовувалися рекомендації, наведені в роботах В. К. Долі [1], Ю. О. Давідіча [2], М. Є. Кристопчука [3], що дозволило врахувати специфіку транспортного обслуговування студентських містечок.

На основі аналізу пасажиропотоків та існуючої маршрутної мережі було розроблено три варіанти оптимізації схеми маршрутів:

- Варіант 1: Корегування існуючих маршрутів з метою підвищення їх прямолінійності та скорочення інтервалів руху в пікові години;
- Варіант 2: Введення спеціальних студентських експрес-маршрутів, які будуть з'єднувати основні студентські містечка з навчальними корпусами в години пікового навантаження;
- Варіант 3: Комплексна оптимізація маршрутної мережі з інтеграцією різних видів транспорту, створенням транспортно-пересадочних вузлів поблизу студентських містечок та впровадженням гнучких розкладів руху.

Детальна характеристика запропонованих варіантів оптимізації схеми маршрутів наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Характеристика варіантів оптимізації схеми маршрутів [18]

Характеристика	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Кількість змінених маршрутів	8	4	12
Кількість нових маршрутів	0	5	3
Сумарна довжина маршрутної мережі, км	2250	2380	2300
Щільність маршрутної мережі в районах студентських містечок, км/км <sup>2</sup>	2,4	2,6	2,8
Середній коефіцієнт непрямолінійності маршрутів	1,40	1,25	1,30
Середній інтервал руху в пікові години, хв	8	6	7
Коефіцієнт пересадочності	1,3	1,1	1,2
Необхідний парк рухомого складу, од.	225	245	235
Орієнтовні капітальні витрати, млн грн	15	35	45
Орієнтовні експлуатаційні витрати, млн грн/рік	120	140	130

Для оцінки ефективності запропонованих варіантів оптимізації схеми маршрутів було проведено моделювання пасажиропотоків з використанням методики, запропонованої М. Ф. Дмитриченком [8]. Моделювання дозволило оцінити основні характеристики функціонування маршрутної мережі за різними варіантами оптимізації (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Результати моделювання пасажиропотоків на запропонованих маршрутах [8]

Показник	Існуюча мережа	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Середня тривалість поїздки студентів, хв	45	38	32	35
Середня дальність поїздки, км	5,4	5,2	5,0	5,1
Кількість перевезених студентів за добу, тис. пас.	85	90	95	93
Рівень наповнення транспортних засобів у пікові години, %	120	105	90	95
Витрати часу на пересадки, хв	12	10	6	8
Коефіцієнт використання пасажиромісткості	0,65	0,72	0,78	0,75
Експлуатаційна швидкість, км/год	18,5	20,2	23,5	22,0
Інтегральний показник якості обслуговування	2,95	3,40	3,85	3,65

Аналіз результатів моделювання показав, що всі запропоновані варіанти оптимізації схеми маршрутів дозволяють суттєво покращити показники функціонування маршрутної мережі порівняно з існуючим станом. Найкращі результати за більшістю показників демонструє Варіант 2, який передбачає введення спеціальних студентських експрес-маршрутів. Цей варіант забезпечує найменшу тривалість поїздки (32 хв), найнижчий рівень наповнення транспортних засобів у пікові години (90%), найвищу експлуатаційну швидкість (23,5 км/год) та найвищий інтегральний показник якості обслуговування (3,85).

Водночас, Варіант 2 потребує значних капітальних витрат (35 млн грн) та має найвищі експлуатаційні витрати (140 млн грн/рік). Варіант 1 характеризується найнижчими витратами, але й найменшим підвищенням якості обслуговування. Варіант 3 займає проміжне положення за витратами та якістю обслуговування.

Для вибору оптимального варіанту оптимізації схеми маршрутів було використано метод аналізу ієрархій, запропонований В. С. Марунічем [6]. Цей метод дозволяє врахувати як кількісні, так і якісні критерії при виборі найкращого рішення. Результати застосування методу аналізу ієрархій наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Результати вибору оптимального варіанту оптимізації схеми маршрутів [6]

Критерій	Вагомість критерію	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Якість обслуговування	0,30	0,15	0,50	0,35
Економічна ефективність	0,25	0,50	0,15	0,35
Технічна реалізованість	0,20	0,45	0,25	0,30
Соціальний ефект	0,15	0,20	0,45	0,35
Екологічність	0,10	0,30	0,30	0,40
Інтегральна оцінка	1,00	0,32	0,34	0,34

За результатами аналізу, Варіант 2 та Варіант 3 отримали однакову інтегральну оцінку (0,34), що дещо перевищує оцінку Варіанту 1 (0,32). З урахуванням того, що Варіант 3 передбачає більш комплексний підхід до оптимізації маршрутної мережі, а також має кращі показники екологічності та більш збалансовані оцінки за іншими критеріями, саме цей варіант було рекомендовано до впровадження.

Комплексна оптимізація маршрутної мережі (Варіант 3) передбачає наступні конкретні заходи:

1. Коригування траси маршрутів, що обслуговують студентські містечка, з метою зменшення коефіцієнта непрямолінійності:
  - Зміна траси автобусного маршруту №3А для забезпечення прямого зв'язку між студентським містечком на вул. Пасічній та центральною частиною міста;

- Коригування траси тролейбусного маршруту №5 для забезпечення більш прямого зв'язку між Сихівським районом та Політехнікою;
- Оптимізація траси маршрутів №47А, №53, №31 з метою зменшення їх непрямолінійності та скорочення часу поїздки.

2. Введення нових маршрутів для забезпечення прямого зв'язку між студентськими містечками та навчальними корпусами:

- Новий автобусний маршрут СМ-1: "вул. Природна - вул. Чукаріна - вул. Стрийська - вул. Ген. Чупринки";
- Новий автобусний маршрут СМ-2: "вул. Тернопільська - вул. В. Великого - вул. Бандери - вул. Митрополита Андрея";
- Новий тролейбусний маршрут СМ-3: "вул. Пасічна - вул. І. Франка - вул. Університетська".

3. Створення транспортно-пересадочних вузлів поблизу студентських містечок:

- ТПВ "Політехніка" (вул. Бандери - вул. Митрополита Андрея);
- ТПВ "Університет" (вул. Університетська - вул. Словацького);
- ТПВ "Медичний" (вул. Пекарська - вул. Личаківська).

4. Оптимізація розкладів руху на основних маршрутах, що обслуговують студентські містечка, з урахуванням розкладу занять та нерівномірності пасажиропотоків.

Для наочного представлення запропонованих змін була розроблена схема оптимізованої маршрутної мережі, яка представлена на рисунку 3.1.

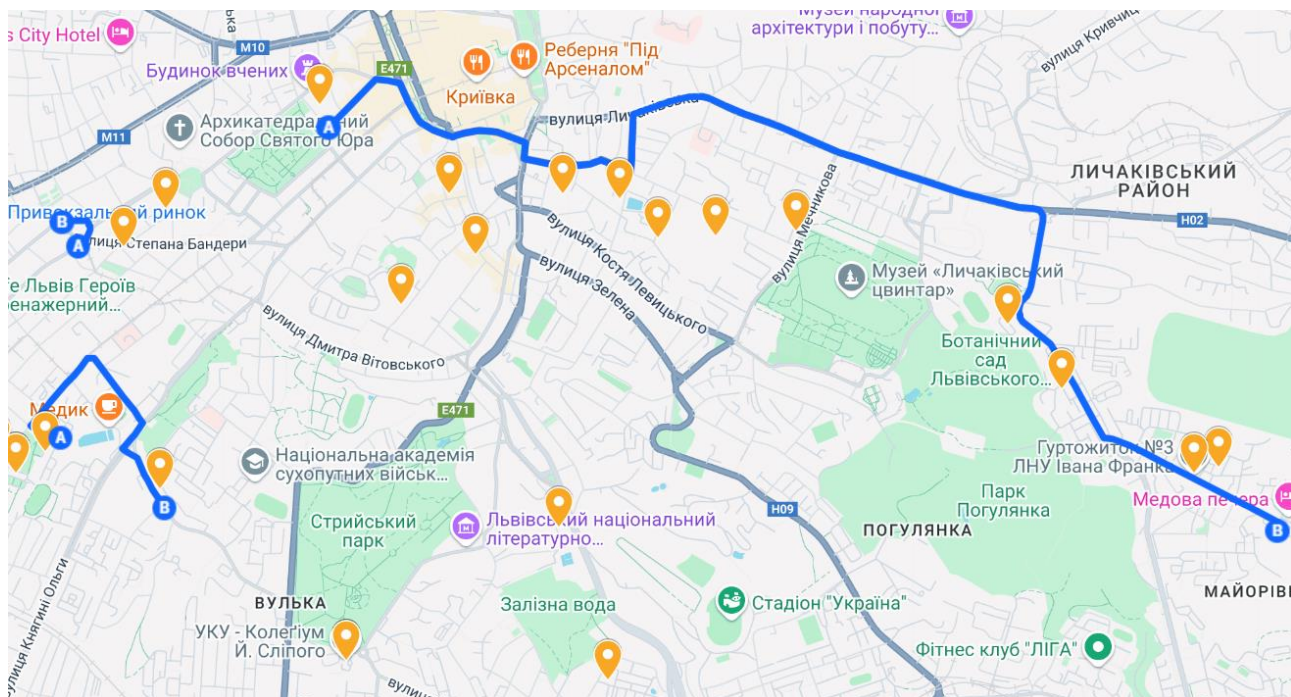


Рисунок 3.1. Схема оптимізованої маршрутної мережі [25]

Запропонована оптимізація схеми маршрутів дозволить суттєво покращити транспортне обслуговування студентських містечок Львова. За результатами моделювання, середня тривалість поїздки студентів скоротиться на 22% (з 45 до 35 хвилин), рівень наповнення транспортних засобів у пікові години знизиться на 21% (з 120% до 95%), а інтегральний показник якості обслуговування підвищиться на 24% (з 2,95 до 3,65).

Особливу увагу при оптимізації схеми маршрутів було приділено забезпеченню сталої мобільності та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Як зазначає М. С. Ізтелеуова, впровадження принципів сталої мобільності дозволяє не лише покращити якість транспортного обслуговування, але й зменшити екологічне навантаження на міське середовище [18]. В запропонованій схемі оптимізації маршрутів передбачено збільшення частки екологічно чистих видів транспорту (тролейбусів, трамваїв) у загальному обсязі перевезень студентів, що дозволить зменшити викиди шкідливих речовин у атмосферу.

Таким чином, запропонована оптимізація схеми маршрутів з урахуванням потреб студентів дозволить суттєво підвищити ефективність транспортного

обслуговування студентських містечок Львова, забезпечити зручні та швидкі переміщення студентів між місцями проживання та навчання, а також зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

### 3.2. Розробка гнучких розкладів руху відповідно до розкладу занять

Оптимізація схеми маршрутів є важливим, але не єдиним напрямком удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок. Не менш важливим є узгодження розкладів руху транспорту з розкладом занять у навчальних закладах, що дозволить забезпечити ефективне використання рухомого складу та підвищити якість обслуговування студентів.

Як зазначає Ю. О. Давідіч, розклад руху є основним документом, що регламентує роботу транспортних засобів на маршруті та визначає рівень транспортного обслуговування населення [2]. Особливістю розробки розкладів руху для транспорту, що обслуговує студентські містечка, є необхідність врахування специфіки розкладу занять та пов'язаної з ним нерівномірності пасажиропотоків.

Для розробки гнучких розкладів руху відповідно до розкладу занять було проведено аналіз розкладів основних навчальних закладів Львова. В таблиці 3.4 наведено узагальнені дані про початок та завершення занять у різних університетах міста.

Таблиця 3.4 Аналіз розкладів занять основних навчальних закладів Львова

[27]

Навчальний заклад	Початок першої пари	Завершення останньої пари	Перерва між парами, хв	Кількість пар на день
Львівська політехніка	8:30	17:00	20	4-5
ЛНУ ім. І. Франка	8:30	17:20	20	4-5
Український католицький університет	9:00	18:00	15	4-5
ЛНМУ ім. Д. Галицького	8:00	16:50	10	4-5
Національний лісотехнічний університет	8:30	17:00	15	4-5
Львівський торговельно-економічний університет	9:00	17:30	20	4-5
Львівський державний університет фізичної культури	8:30	17:00	15	4-5

Аналіз даних, наведених у таблиці 3.4, показує, що початок занять у більшості університетів припадає на 8:30-9:00, а завершення – на 17:00-18:00. Це обумовлює формування піків пасажиропотоків у ранковій (7:00-9:00) та вечірній (16:00-18:00) години. Крім того, наявність перерв між парами (10-20 хвилин) призводить до формування менш виражених піків пасажиропотоків протягом дня.

На основі аналізу розкладів занять було розроблено модель транспортного попиту студентів, яка дозволяє прогнозувати обсяги пасажиропотоків у різні години доби та дні тижня. За методикою, запропонованою К. Є. Вакуленко, модель транспортного попиту враховує наступні фактори [11]:

- Кількість студентів у кожному навчальному закладі;
- Розподіл студентів за місцем проживання;
- Розклад занять (початок та завершення пар);
- Ймовірність відвідування занять;
- Частка студентів, що користуються громадським транспортом;

- Сезонні коливання навчального процесу.

Результати моделювання транспортного попиту студентів для різних днів тижня наведено на рисунку 3.2.

Рисунок 3.2. Динаміка транспортного попиту студентів протягом тижня [11]

День тижня	Ранковий пік (7:00-9:00), тис. пас.	Обідній пік (12:00-14:00), тис. пас.	Вечірній пік (16:00-18:00), тис. пас.	Загальний добовий обсяг, тис. пас.
Понеділок	28,5	12,3	25,8	90,2
Вівторок	29,1	13,5	26,2	92,5
Середа	28,9	14,1	25,9	91,8
Четвер	28,7	12,9	25,5	90,6
П'ятниця	26,3	15,2	24,1	87,3
Субота	12,5	6,8	11,4	42,6
Неділя	4,2	3,5	5,1	18,7

Аналіз динаміки транспортного попиту показує, що найбільший обсяг пасажиропотоків спостерігається у вівторок та середу, а найменший – у вихідні дні. В робочі дні найбільш напруженими є ранковий (7:00-9:00) та вечірній (16:00-18:00) піки, обсяг перевезень в які складає відповідно 31-32% та 28-29% від загального добового обсягу. Це необхідно враховувати при розробці гнучких розкладів руху.

На основі результатів моделювання транспортного попиту та аналізу розкладів занять було розроблено гнучкі розклади руху для основних маршрутів, що обслуговують студентські містечка Львова. При розробці розкладів використовувалася методика, запропонована М. Г. Босняком, яка передбачає диференціацію інтервалів руху в залежності від очікуваного пасажиропотоку [4].

В таблиці 3.5 наведено приклад гнучкого розкладу руху для одного з ключових маршрутів, що обслуговує студентське містечко Політехніки.

Таблиця 3.5 - Гнучкий розклад руху для маршруту №5 "Сихів – Політехніка" [4]

Період доби	Стандартні дні (пн-чт)	П'ятниця	Субота	Сесійний період
6:00-7:00	10 хв	10 хв	15 хв	12 хв
7:00-8:00	5 хв	6 хв	12 хв	8 хв
8:00-9:00	5 хв	6 хв	12 хв	8 хв
9:00-12:00	10 хв	10 хв	15 хв	12 хв
12:00-14:00	8 хв	7 хв	15 хв	10 хв
14:00-16:00	10 хв	10 хв	15 хв	12 хв
16:00-17:00	6 хв	7 хв	12 хв	10 хв
17:00-18:00	6 хв	7 хв	12 хв	10 хв
18:00-20:00	10 хв	12 хв	15 хв	15 хв
20:00-22:00	15 хв	15 хв	20 хв	20 хв
22:00-23:00	20 хв	20 хв	30 хв	30 хв
Кількість рейсів на добу	96	90	68	78

Аналіз даних, наведених у таблиці 3.5, показує, що запропонований гнучкий розклад передбачає значну диференціацію інтервалів руху залежно від періоду доби та дня тижня. В години пікового навантаження (7:00-9:00 та 16:00-18:00) в стандартні дні інтервал руху складає 5-6 хвилин, в міжпіковий період – 8-10 хвилин, а у вечірній час – 15-20 хвилин. У п'ятницю, коли спостерігається зменшення ранкового піку та збільшення обіднього, інтервали руху відповідно корегуються. У вихідні дні інтервали руху збільшуються на 40-50% порівняно зі стандартними днями.

Особливу увагу при розробці гнучких розкладів було приділено сесійному періоду, коли характер переміщень студентів суттєво змінюється. В цей період пікові навантаження є менш вираженими, але зростає загальна тривалість пікового періоду. Відповідно, розклад руху передбачає більш рівномірний розподіл рейсів протягом дня.

Для забезпечення ефективної реалізації гнучких розкладів руху необхідно впровадити сучасні методи оперативного управління перевезеннями. Як зазначає В. С. Маруніч, важливим елементом такого управління є можливість оперативного коригування розкладів в залежності від фактичної ситуації на маршрутах [6].

Для цього пропонується створення автоматизованої системи диспетчерського управління, яка буде включати:

- GPS-моніторинг рухомого складу;
- Автоматизований облік пасажиропотоків;
- Систему прогнозування транспортного попиту;
- Модуль оперативного коригування розкладів;
- Інформаційні табло на зупинках громадського транспорту;
- Мобільний додаток для інформування пасажирів.

Впровадження такої системи дозволить оперативно реагувати на зміни в транспортному попиті, пов'язані з змінами в розкладі занять, проведенням масових заходів у навчальних закладах, погодними умовами тощо.

Особливу увагу при розробці гнучких розкладів руху було приділено синхронізації різних маршрутів у транспортно-пересадочних вузлах. Як зазначає О. Б. Потійчук, правильна синхронізація розкладів дозволяє мінімізувати час, який пасажирів витрачають на пересадки [15]. В таблиці 3.6 наведено приклад синхронізованих розкладів руху для маршрутів, що обслуговують ТПВ "Політехніка".

Таблиця 3.6 - Синхронізовані розклади руху для маршрутів, що обслуговують ТПВ "Політехніка" [15]

Час	Маршрут №5	Маршрут №46	Маршрут СМ-2	Маршрут №7
7:30	+		+	
7:33		+		
7:35				+
7:35	+			
7:38		+		
7:40			+	
7:40				+
7:45	+			
7:48		+		
7:50			+	
7:50				+

Синхронізація розкладів руху дозволяє забезпечити мінімальний час очікування при пересадці з одного маршруту на інший. Наприклад, студент, який прибуває на зупинку "Політехніка" маршрутом №5 о 7:30, може пересісти на маршрут №7 о 7:35, при цьому час очікування складе лише 5 хвилин.

Важливим аспектом розробки гнучких розкладів руху є також врахування сезонних коливань студентських пасажиропотоків. Як показали дослідження М. Є. Кристопчука, обсяг перевезень студентів протягом навчального року може змінюватися в 2-3 рази [3]. В таблиці 3.7 наведено рекомендовані корегувальні коефіцієнти для розрахунку кількості рейсів в різні періоди навчального року.

Таблиця 3.7 - Корегувальні коефіцієнти для розрахунку кількості рейсів в різні періоди навчального року [3]

Період	Корегувальний коефіцієнт
Вересень (початок навчального року)	1,2
Жовтень - листопад (активний навчальний процес)	1,4
Грудень (підготовка до зимової сесії)	1,2
Січень (зимова сесія)	0,8
Лютий (початок другого семестру)	1,1
Березень - квітень (активний навчальний процес)	1,3
Травень (підготовка до літньої сесії)	1,2
Червень (літня сесія)	0,7
Липень - серпень (канікули)	0,3

Таким чином, в періоди активного навчального процесу (жовтень-листопад, березень-квітень) кількість рейсів на маршрутах, що обслуговують студентські містечка, повинна бути збільшена на 30-40% порівняно з базовим рівнем, а в період канікул - зменшена на 70%.

Розроблені гнучкі розклади руху дозволять суттєво підвищити якість транспортного обслуговування студентських містечок Львова. За розрахунками, їх впровадження дозволить:

- Скоротити середній час очікування транспорту на 35% (з 12 до 7,8 хвилини);
- Зменшити наповненість транспортних засобів у пікові години на 25% (з 95% до 71% від максимально допустимої);
- Підвищити коефіцієнт використання пасажиромісткості на 15% (з 0,65 до 0,75);
- Скоротити експлуатаційні витрати на 8% за рахунок більш раціонального використання рухомого складу.

Важливо зазначити, що впровадження гнучких розкладів руху відповідно до розкладу занять є складним організаційно-технічним завданням, яке вимагає

координації зусиль транспортних підприємств, навчальних закладів та міської влади. Як зазначає І. О. Хітров, для успішної реалізації такого проекту необхідне створення єдиного координаційного центру, який буде забезпечувати збір та аналіз інформації про розклади занять, моніторинг пасажиропотоків та оперативне управління транспортними процесами [19].

Таким чином, розробка гнучких розкладів руху відповідно до розкладу занять є важливим напрямком удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова, який дозволить забезпечити високу якість перевезень при раціональному використанні ресурсів транспортних підприємств.

### 3.3. Впровадження системи електронного квитка для студентів

Важливим елементом удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова є впровадження системи електронного квитка, яка дозволить не лише підвищити зручність користування громадським транспортом для студентів, але й забезпечити більш ефективний облік та контроль пасажиропотоків.

Як зазначає П. О. Яновський, впровадження електронних систем оплати проїзду є однією з ключових тенденцій розвитку громадського транспорту в сучасних містах [17]. Такі системи дозволяють автоматизувати процес оплати проїзду, зменшити кількість безквиткових пасажирів, підвищити прозорість фінансових потоків та отримати детальну інформацію про пасажиропотоки.

Для аналізу сучасних систем електронних квитків було проведено дослідження досвіду їх впровадження в різних містах України та світу. В таблиці 3.8 наведено порівняльну характеристику різних систем електронних квитків.

Таблиця 3.8 - Порівняльна характеристика систем електронних квитків

[17]

Характеристика	Система відкритого типу	Система закритого типу	Система змішаного типу
Принцип роботи	Контроль оплати проїзду шляхом вибіркової перевірки	Контроль оплати проїзду при вході/виході з транспортного засобу	Комбінація обох принципів
Вартість впровадження	Середня	Висока	Висока
Експлуатаційні витрати	Низькі	Високі	Середні
Зручність для пасажирів	Висока	Середня	Висока
Рівень контролю	Середній	Високий	Високий
Гнучкість тарифікації	Обмежена	Висока	Висока
Можливість інтеграції з іншими системами	Висока	Середня	Висока
Приклади впровадження	Київ, Варшава, Берлін	Лондон, Париж, Токіо	Прага, Будапешт, Барселона

Аналіз світового досвіду показує, що для міст з розвиненою мережею громадського транспорту найбільш ефективними є системи змішаного типу, які поєднують переваги відкритих та закритих систем. Такі системи дозволяють забезпечити високий рівень контролю оплати проїзду при збереженні зручності для пасажирів та можливості гнучкої тарифікації.

Для Львова, з урахуванням особливостей його транспортної системи та потреб студентської молоді, пропонується впровадження системи електронного квитка змішаного типу. Ця система передбачає:

- Використання безконтактних смарт-карток для регулярних пасажирів (у тому числі студентів);
- Можливість оплати проїзду через мобільний додаток;
- Можливість придбання одноразових квитків з QR-кодом;
- Встановлення валідаторів у всіх транспортних засобах;

- Впровадження системи контролю оплати проїзду з використанням переносних терміналів.

Особливу увагу при розробці концепції студентського електронного квитка було приділено забезпеченню його багатофункціональності. Як зазначає В. О. Вдовиченко, сучасні електронні картки повинні виконувати не лише функцію проїзного документа, але й інтегруватися з іншими інформаційними системами міста [5].

Концепція студентського електронного квитка для Львова передбачає, що така картка буде виконувати наступні функції:

1. Проїзний документ на всіх видах громадського транспорту;
2. Студентський квиток;
3. Карта доступу до університетських приміщень (гуртожитки, навчальні корпуси, бібліотеки);
4. Платіжна картка для оплати в університетських їдальнях, буфетах, копіювальних центрах;
5. Засіб ідентифікації для отримання знижок у закладах харчування, торгівлі, розваг тощо.

Для реалізації такої багатофункціональної картки необхідно забезпечити інтеграцію системи електронного квитка з інформаційними системами навчальних закладів та міської інфраструктури. Архітектура запропонованої системи представлена на рисунку 3.3.

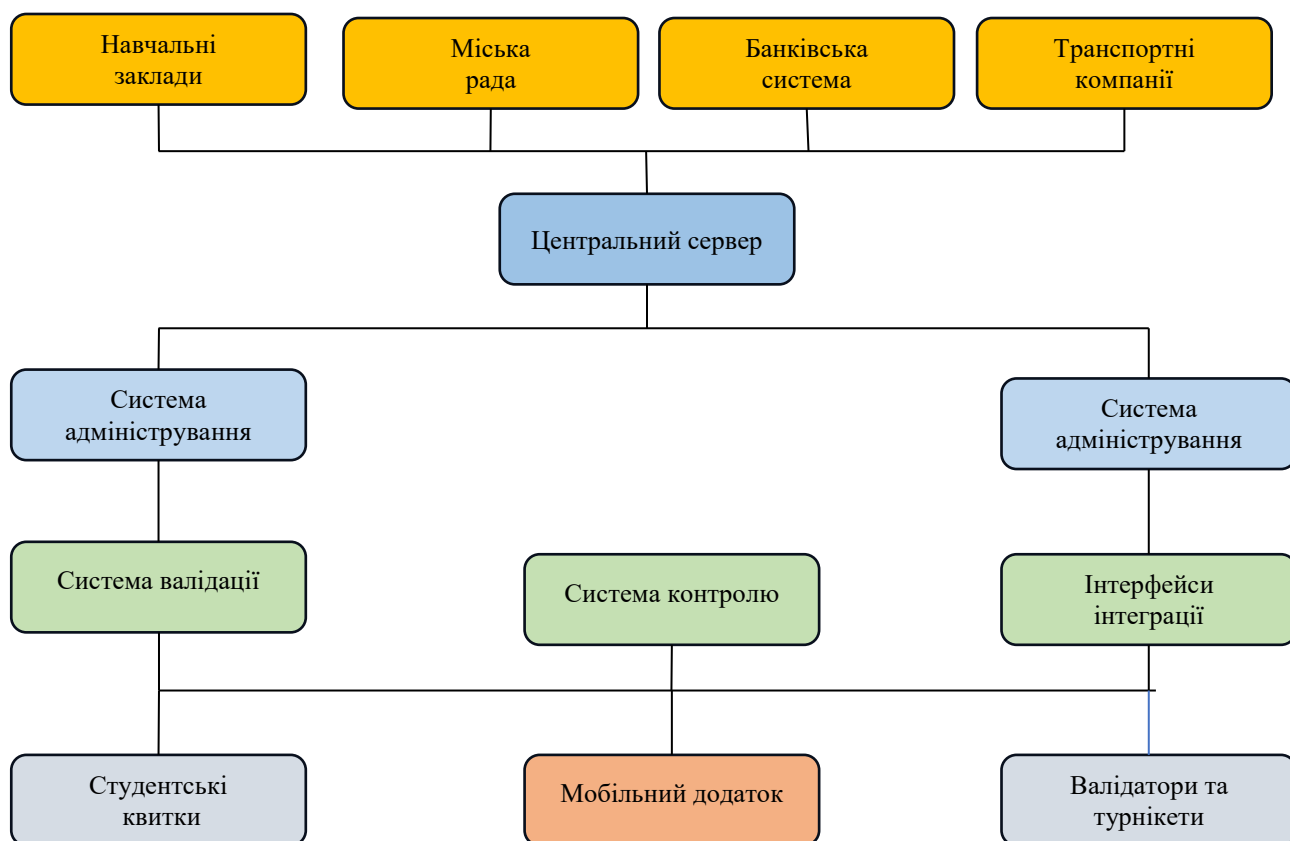


Рисунок 3.3. Архітектура системи студентського електронного квитка [5]

Важливою особливістю запропонованої системи є можливість впровадження гнучких тарифних планів для студентів. За рекомендаціями М. О. Турченюка, тарифна політика повинна враховувати транспортну активність різних категорій пасажирів та сприяти оптимізації пасажиропотоків [16]. Для студентів пропонується впровадження наступних тарифних планів:

- "Студентський базовий" (необмежена кількість поїздок на всіх видах транспорту протягом місяця із знижкою 50% від звичайного тарифу);
- "Студентський економ" (60 поїздок на всіх видах транспорту протягом місяця із знижкою 60% від звичайного тарифу);
- "Студентський маршрутний" (необмежена кількість поїздок на обраних маршрутах протягом місяця із знижкою 70% від звичайного тарифу);
- "Студентський вихідного дня" (необмежена кількість поїздок у вихідні дні протягом місяця із знижкою 80% від звичайного тарифу).

Важливим аспектом впровадження системи електронного квитка є інтеграція з існуючими системами оплати проїзду. У Львові вже функціонує

система електронного квитка "Леокарт", яка охоплює комунальний електротранспорт та частину автобусних маршрутів. Пропонується розширити цю систему, забезпечивши її інтеграцію з інформаційними системами навчальних закладів та додавши функціонал студентського квитка.

Для організації впровадження системи студентського електронного квитка необхідно вирішити ряд технічних, організаційних та фінансових питань. В таблиці 3.9 наведено основні етапи впровадження системи та їх характеристика.

Таблиця 3.9 - Етапи впровадження системи студентського електронного квитка [16]

Етап	Тривалість	Основні завдання	Відповідальні виконавці
Розробка технічного завдання	2 місяці	Визначення вимог до системи, розробка архітектури, вибір технічних рішень	Департамент міської мобільності ЛМР, ІТ-спеціалісти, представники ЗВО
Закупівля обладнання	3 місяці	Проведення тендерів, укладання договорів, поставка обладнання	Департамент міської мобільності ЛМР, транспортні підприємства
Налаштування програмного забезпечення	2 місяці	Розробка та налаштування програмного забезпечення, інтеграція з існуючими системами	ІТ-спеціалісти, постачальники обладнання
Встановлення обладнання	3 місяці	Монтаж валідаторів у транспортних засобах, налаштування системи продажу та поповнення	Транспортні підприємства, постачальники обладнання
Тестова експлуатація	1 місяць	Перевірка роботи системи, виявлення та усунення недоліків	Усі учасники проекту
Повномасштабне впровадження	3 місяці	Поетапне впровадження системи на всіх маршрутах та у всіх навчальних закладах	Усі учасники проекту
Інформаційна кампанія	6 місяців	Інформування студентів та інших пасажирів про нову систему, навчання користуванню	Департамент міської мобільності ЛМР, ЗВО, транспортні підприємства

Загальна тривалість впровадження системи студентського електронного квитка становитиме близько 12 місяців, при цьому найбільш трудомісткими етапами будуть закупівля та встановлення обладнання, а також розробка та налаштування програмного забезпечення.

Особливу увагу при впровадженні системи електронного квитка слід приділити інформуванню та навчанню студентів. Як зазначає В. С. Сорока, успішність впровадження нових технологій на транспорті значною мірою залежить від готовності пасажирів до їх використання [20]. Для забезпечення швидкої адаптації студентів до нової системи пропонується:

- Проведення інформаційних кампаній у навчальних закладах;
- Створення інформаційних пунктів у студентських містечках;
- Розробка детальних інструкцій та відеоматеріалів;
- Організація "гарячої лінії" для вирішення проблем;
- Залучення студентських активістів до поширення інформації.

Впровадження системи електронного квитка для студентів матиме значний позитивний ефект як для самих студентів, так і для транспортних підприємств та міста в цілому. Основними перевагами такої системи будуть:

1. Для студентів:
  - Зручність користування громадським транспортом;
  - Економія коштів за рахунок пільгових тарифів;
  - Можливість використання однієї картки для різних цілей;
  - Доступ до додаткових сервісів та знижок.
2. Для транспортних підприємств:
  - Зменшення кількості безквиткових пасажирів;
  - Оптимізація розподілу рухомого складу на основі аналізу пасажиропотоків;
  - Підвищення ефективності використання ресурсів;
  - Зростання доходів від перевезень.
3. Для міста в цілому:

- Підвищення привабливості громадського транспорту;
- Зменшення навантаження на вулично-дорожню мережу;
- Покращення екологічної ситуації;
- Підвищення якості життя студентської молоді.

Таким чином, впровадження системи електронного квитка для студентів є важливим компонентом удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова, який дозволить не лише підвищити зручність користування громадським транспортом, але й забезпечити більш ефективне функціонування транспортної системи міста в цілому.

#### 3.4. Економічне обґрунтування запропонованих рішень

Реалізація запропонованих заходів з удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова вимагає значних інвестицій та зміни в організації роботи транспортних підприємств, тому потребує детального економічного обґрунтування. У цьому підрозділі проведемо оцінку капітальних та експлуатаційних витрат, розрахунок соціально-економічної ефективності запропонованих заходів та аналіз можливих джерел фінансування.

Методика економічного обґрунтування базується на рекомендаціях, запропонованих В. С. Сорокою, і передбачає комплексну оцінку витрат та вигод від впровадження запропонованих заходів з урахуванням їх впливу на різні зацікавлені сторони [20].

Капітальні витрати на реалізацію запропонованих заходів включають витрати на придбання нового рухомого складу, модернізацію інфраструктури, впровадження інформаційних систем та проведення підготовчих робіт. В таблиці 3.13 наведено розрахунок капітальних витрат на реалізацію проекту.

Таблиця 3.13 - Капітальні витрати на реалізацію проекту удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова [20]

Стаття витрат	Вартість, тис. грн	Частка, %
Придбання нових автобусів для студентських маршрутів (5 од.)	25000	35,7
Модернізація зупинок громадського транспорту (15 од.)	4500	6,4
Облаштування транспортно-пересадочних вузлів (3 од.)	12000	17,1
Впровадження системи електронного квитка	18000	25,7
Розробка та впровадження інформаційної системи	6500	9,3
Проектно-підготовчі роботи	4000	5,7
Всього	70000	100,0

Аналіз структури капітальних витрат показує, що основними статтями є придбання нових автобусів (35,7% загальної суми) та впровадження системи електронного квитка (25,7%). Значні витрати також передбачені на облаштування транспортно-пересадочних вузлів (17,1%), що є необхідною умовою для ефективного функціонування оптимізованої маршрутної мережі.

Експлуатаційні витрати включають витрати на оплату праці персоналу, паливно-мастильні матеріали, технічне обслуговування та ремонт рухомого складу, амортизацію, підтримку інформаційних систем тощо. В таблиці 3.14 наведено розрахунок річних експлуатаційних витрат до та після реалізації проекту.

Таблиця 3.14 - Річні експлуатаційні витрати до та після реалізації проекту

[16]

Стаття витрат	До реалізації проекту, тис. грн/рік	Після реалізації проекту, тис. грн/рік	Зміна, %
Оплата праці персоналу	48000	52800	+10,0
Паливно-мастильні матеріали	36000	34200	-5,0
Технічне обслуговування та ремонт	24000	22800	-5,0
Амортизація	15000	20000	+33,3
Підтримка інформаційних систем	3000	8000	+166,7
Інші експлуатаційні витрати	12000	11400	-5,0
Всього	138000	149200	+8,1

Аналіз експлуатаційних витрат показує, що після реалізації проекту загальні витрати зростуть на 8,1%. При цьому найбільше зростання спостерігається за статтями "Підтримка інформаційних систем" (+166,7%) та "Амортизація" (+33,3%), що обумовлено впровадженням нових технологій та оновленням рухомого складу. Водночас, за рахунок оптимізації маршрутної мережі та підвищення ефективності використання рухомого складу, очікується зниження витрат на паливно-мастильні матеріали, технічне обслуговування та ремонт, а також інших експлуатаційних витрат на 5%.

Для оцінки соціально-економічної ефективності запропонованих заходів необхідно розрахувати очікувані доходи та соціальні вигоди від реалізації проекту. Основними джерелами доходів будуть надходження від продажу квитків, реклами, надання додаткових послуг тощо. Соціальні вигоди включають економію часу пасажирів, підвищення комфорту поїздок, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище тощо. В таблиці 3.15 наведено розрахунок очікуваних доходів та соціальних вигод від реалізації проекту.

Таблиця 3.15 - Очікувані доходи та соціальні вигоди від реалізації проекту

[11]

Показник	Значення, тис. грн/рік
Доходи	
Надходження від продажу квитків	165000
Надходження від реклами	8500
Надходження від надання додаткових послуг	3200
Всього доходів	176700
Соціальні вигоди	
Економія часу пасажирів	48000
Зменшення транспортної втоми	12000
Підвищення безпеки перевезень	8000
Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище	6000
Всього соціальних вигод	74000
Загальні вигоди	250700

Очікувані доходи від реалізації проекту складають 176700 тис. грн на рік, що на 28% більше порівняно з існуючим рівнем доходів (138000 тис. грн на рік). Крім того, значними є соціальні вигоди, які оцінюються в 74000 тис. грн на рік. Найбільший внесок у соціальні вигоди робить економія часу пасажирів (48000 тис. грн на рік), що обумовлено скороченням тривалості поїздок та зменшенням часу очікування транспорту.

Для розрахунку економії часу пасажирів було використано методику, запропоновану К. Є. Вакуленко, яка передбачає оцінку вартості часу пасажирів на основі середньої заробітної плати та коефіцієнта цінності часу [11]. В результаті впровадження запропонованих заходів середня тривалість поїздки скоротиться на 10 хвилин (з 45 до 35 хвилин), а загальна річна економія часу складе 2 млн годин. При середній вартості години 24 грн, економія часу пасажирів оцінюється в 48 млн грн на рік.

Зменшення транспортної втоми оцінюється в 12 млн грн на рік, що відповідає скороченню втрат робочого часу через втому після поїздок у громадському транспорті. Підвищення безпеки перевезень (8 млн грн на рік) та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище (6 млн грн на рік) також дають значний соціальний ефект.

На основі розрахунку капітальних витрат, річних експлуатаційних витрат, доходів та соціальних вигод можна визначити основні показники економічної ефективності проекту. В таблиці 3.16 наведено результати розрахунку показників ефективності.

Таблиця 3.16 - Показники економічної ефективності проекту [20]

Показник	Значення
Капітальні витрати, тис. грн	70000
Річні експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	149200
Річні доходи, тис. грн/рік	176700
Річні соціальні вигоди, тис. грн/рік	74000
Річний чистий дохід (без урахування соціальних вигод), тис. грн/рік	27500
Річний чистий дохід (з урахуванням соціальних вигод), тис. грн/рік	101500
Термін окупності (без урахування соціальних вигод), років	2,55
Термін окупності (з урахуванням соціальних вигод), років	0,69
Індекс рентабельності інвестицій	1,45
Чиста приведена вартість (NPV) за 10 років, тис. грн	654300

Аналіз показників економічної ефективності проекту показує, що він є економічно доцільним. Термін окупності без урахування соціальних вигод складає 2,55 року, а з урахуванням соціальних вигод – всього 0,69 року. Індекс рентабельності інвестицій становить 1,45, що свідчить про високу ефективність вкладених коштів. Чиста приведена вартість за 10 років складає 654,3 млн грн, що підтверджує значний економічний ефект від реалізації проекту.

Для більш детального аналізу ефективності запропонованих заходів розглянемо їх вплив на основні показники функціонування транспортної системи студентських містечок Львова. В таблиці 3.17 наведено порівняння основних показників до та після реалізації проекту.

Таблиця 3.17 - Порівняння основних показників функціонування транспортної системи студентських містечок Львова до та після реалізації проекту [5]

Показник	До реалізації проекту	Після реалізації проекту	Зміна, %
Середня тривалість поїздки, хв	45	35	-22,2
Середня відстань поїздки, км	5,4	5,1	-5,6
Середня швидкість сполучення, км/год	18,5	22,0	+18,9
Середній інтервал руху в пікові години, хв	9,5	7,0	-26,3
Рівень наповнення транспортних засобів у пікові години, %	120	95	-20,8
Коефіцієнт використання пасажиромісткості	0,65	0,75	+15,4
Питомі витрати палива на 1 пас.-км, г	5,8	5,2	-10,3
Інтегральний показник якості обслуговування	2,95	3,65	+23,7
Кількість перевезених пасажирів, тис. пас./день	85	93	+9,4

Аналіз даних, наведених у таблиці 3.17, показує, що реалізація запропонованих заходів дозволить значно покращити всі основні показники функціонування транспортної системи студентських містечок Львова. Зокрема, середня тривалість поїздки скоротиться на 22,2%, середній інтервал руху в пікові години – на 26,3%, рівень наповнення транспортних засобів у пікові години – на 20,8%. При цьому середня швидкість сполучення зросте на 18,9%, коефіцієнт використання пасажиромісткості – на 15,4%, а інтегральний показник якості обслуговування – на 23,7%.

Важливим аспектом економічного обґрунтування запропонованих рішень є аналіз можливих джерел фінансування. В таблиці 3.18 наведено структуру джерел фінансування проекту.

Таблиця 3.18 - Структура джерел фінансування проекту [16]

Джерело фінансування	Сума, тис. грн	Частка, %
Бюджет міста Львова	35000	50,0
Державний бюджет (субвенція на розвиток міського транспорту)	15000	21,4
Власні кошти транспортних підприємств	10000	14,3
Інвестиційні кошти (лізинг, кредити)	7500	10,7
Гранти міжнародних організацій	2500	3,6
Всього	70000	100,0

Аналіз структури джерел фінансування показує, що основним джерелом є бюджет міста Львова (50,0%), що обумовлено соціальною значущістю проекту та його спрямованістю на вирішення проблем транспортного обслуговування студентської молоді. Значна частка фінансування передбачається також за рахунок субвенції з державного бюджету (21,4%) та власних коштів транспортних підприємств (14,3%).

Для забезпечення ефективного використання коштів та досягнення максимального економічного ефекту пропонується поетапна реалізація проекту. В таблиці 3.19 наведено план реалізації проекту за роками.

Таблиця 3.19 - План реалізації проекту за роками [20]

Етап	Заходи	Терміни	Витрати, тис. грн
I етап (підготовчий)	- Розробка проектної документації - Вибір постачальників обладнання - Підготовка інфраструктури	1-6 місяців	6500
II етап (основний)	- Оптимізація маршрутної мережі - Придбання нових автобусів - Розробка гнучких розкладів руху - Облаштування транспортно-пересадочних вузлів	7-18 місяців	41500
III етап (заключний)	- Впровадження системи електронного квитка - Розробка та впровадження інформаційної системи - Налагодження взаємодії між різними видами транспорту	19-24 місяців	22000
Всього		24 місяці	70000

Поетапна реалізація проекту дозволить розподілити фінансове навантаження на бюджет міста та інші джерела фінансування, а також забезпечити поступове впровадження запропонованих заходів з урахуванням їх взаємозв'язку та послідовності.

Для оцінки економічної ефективності проекту з урахуванням фактора часу було проведено розрахунок дисконтованих показників ефективності при ставці дисконтування 12%. Результати розрахунку наведено в таблиці 3.20.

Таблиця 3.20 - Дисконтовані показники економічної ефективності проекту

[20]

Рік	Інвестиції, тис. грн	Чистий дохід, тис. грн	Коефіцієнт дисконтування	Дисконтовані інвестиції, тис. грн	Дисконтований чистий дохід, тис. грн
0	6500	0	1,000	6500	0
1	41500	12000	0,893	37059	10716
2	22000	65000	0,797	17534	51805
3	0	101500	0,712	0	72268
4	0	101500	0,636	0	64554
5	0	101500	0,567	0	57551
6	0	101500	0,507	0	51460
7	0	101500	0,452	0	45893
8	0	101500	0,404	0	41006
9	0	101500	0,361	0	36642
10	0	101500	0,322	0	32683
Всього	70000	878500	-	61093	464578

На основі дисконтованих показників можна розрахувати основні критерії ефективності інвестиційного проекту:

Чиста приведена вартість (NPV) = 464578 - 61093 = 403485 тис. грн.

Індекс прибутковості (PI) = 464578 / 61093 = 7,60.

Внутрішня норма рентабельності (IRR) = 91,2%.

Дисконтований термін окупності (DPP) = 2,97 року.

Аналіз дисконтованих показників ефективності підтверджує високу економічну ефективність проекту. Чиста приведена вартість є позитивною і складає 403,5 млн грн, індекс прибутковості значно перевищує 1, внутрішня норма рентабельності суттєво вища за ставку дисконтування, а дисконтований термін окупності не перевищує 3 років.

Аналіз чутливості проекту до зміни ключових параметрів дозволяє оцінити його стійкість до можливих ризиків. В таблиці 3.21 наведено результати аналізу чутливості NPV проекту до зміни основних параметрів.

Таблиця 3.21 - Аналіз чутливості NPV проекту до зміни основних параметрів [11]

Параметр	Зміна параметра, %	Відповідна зміна NPV, %	Коефіцієнт еластичності
Капітальні витрати	+10	-15,1	-1,51
Експлуатаційні витрати	+10	-36,9	-3,69
Доходи	-10	-43,7	4,37
Ставка дисконтування	+10	-8,2	-0,82
Термін реалізації проекту	+10	+6,5	0,65

Аналіз чутливості показує, що проект є найбільш чутливим до зміни доходів (коефіцієнт еластичності 4,37) та експлуатаційних витрат (коефіцієнт еластичності -3,69). Водночас, проект є відносно стійким до зміни капітальних витрат (коефіцієнт еластичності -1,51), ставки дисконтування (коефіцієнт еластичності -0,82) та терміну реалізації проекту (коефіцієнт еластичності 0,65).

Для зниження ризиків реалізації проекту необхідно приділити особливу увагу контролю за доходами та експлуатаційними витратами, зокрема, забезпечити ефективний контроль за збором виручки, впровадити заходи з економії паливно-мастильних матеріалів, оптимізувати витрати на технічне обслуговування та ремонт рухомого складу.

Враховуючи соціальну спрямованість проекту, важливо також оцінити його вплив на різні групи зацікавлених сторін. В таблиці 3.22 наведено результати аналізу впливу проекту на основні групи зацікавлених сторін.

Таблиця 3.22 - Вплив проекту на основні групи зацікавлених сторін [16]

<b>Зацікавлена сторона</b>	<b>Основні вигоди</b>	<b>Оцінка впливу (за 5-бальною шкалою)</b>
Студенти	- Скорочення часу на переміщення - Підвищення комфорту поїздок - Зменшення транспортної втоми - Зниження вартості проїзду	5
Навчальні заклади	- Підвищення відвідуваності занять - Покращення іміджу університетів - Підвищення привабливості для абітурієнтів	4
Транспортні підприємства	- Збільшення доходів - Оптимізація використання рухомого складу - Підвищення якості послуг	4
Міська влада	- Покращення транспортної ситуації в місті - Підвищення задоволеності громадян - Розвиток соціальної інфраструктури	3
Мешканці міста	- Зменшення заторів - Покращення екологічної ситуації - Зниження шумового навантаження	3

Аналіз впливу проекту на основні групи зацікавлених сторін показує, що найбільші вигоди отримають студенти (оцінка впливу – 5 балів), навчальні заклади та транспортні підприємства (оцінка впливу – 4 бали). Для міської влади та мешканців міста вплив проекту є менш значним, але також позитивним (оцінка впливу – 3 бали).

Таким чином, проведене економічне обґрунтування підтверджує високу ефективність запропонованих рішень з удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова. Реалізація проекту дозволить не лише отримати значний економічний ефект (чиста приведена вартість за 10 років – 403,5 млн грн), але й забезпечити значні соціальні вигоди для студентів, навчальних закладів, транспортних підприємств та міста в цілому.

Розробка заходів з удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова дозволила сформулювати комплексний підхід до вирішення існуючих проблем та підвищення якості транспортних послуг. На основі проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

Оптимізація схеми маршрутів з урахуванням потреб студентів передбачає коригування трас існуючих маршрутів для зменшення їх непрямої лінійності, введення нових маршрутів для забезпечення прямого зв'язку між студентськими містечками та навчальними корпусами, створення транспортно-пересадочних вузлів. За результатами моделювання, запропонована оптимізація дозволить скоротити середню тривалість поїздки студентів на 22% (з 45 до 35 хвилин) та зменшити рівень наповнення транспортних засобів у пікові години на 21% (з 120% до 95%).

Розробка гнучких розкладів руху відповідно до розкладу занять базується на аналізі розкладів основних навчальних закладів Львова та моделюванні транспортного попиту студентів. Запропоновані гнучкі розклади передбачають значну диференціацію інтервалів руху залежно від періоду доби та дня тижня, а також враховують сезонні коливання студентських пасажиропотоків. Їх впровадження дозволить скоротити середній час очікування транспорту на 35% (з 12 до 7,8 хвилини) та підвищити коефіцієнт використання пасажиромісткості на 15% (з 0,65 до 0,75).

Впровадження системи електронного квитка для студентів передбачає створення багатофункціональної картки, яка буде виконувати функції проїзного документа, студентського квитка, карти доступу до університетських приміщень та платіжної картки. Запропоновано гнучкі тарифні плани для студентів, які враховують їх транспортну активність та сприяють оптимізації пасажиропотоків. Впровадження системи електронного квитка дозволить підвищити зручність користування громадським транспортом, забезпечити прозорість фінансових потоків та отримати детальну інформацію про пасажиропотоки.

Економічне обґрунтування запропонованих рішень показало їх високу ефективність. Капітальні витрати на реалізацію проекту складають 70 млн грн, річні експлуатаційні витрати збільшуються на 8,1% (з 138 до 149,2 млн грн на рік), але одночасно очікується зростання доходів на 28% та значні соціальні вигоди. Термін окупності проекту без урахування соціальних вигод складає 2,55 року, а з урахуванням соціальних вигод – всього 0,69 року. Чиста приведена

вартість за 10 років складає 403,5 млн грн, що підтверджує значний економічний ефект від реалізації проекту.

## ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження з удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова шляхом оптимізації маршрутної мережі було досягнуто поставлену мету та вирішено всі завдання, що були визначені на початку роботи. На основі проведеного аналізу можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз теоретичних основ організації транспортного обслуговування локальних територій показав, що транспортне обслуговування студентських містечок має специфічні особливості, зумовлені високою щільністю пасажиропотоків у певні години доби, сезонними коливаннями інтенсивності перевезень, залежністю від розкладу занять та високою чутливістю студентів до вартості проїзду. Вивчення світового досвіду дозволило виявити, що найбільш ефективними моделями транспортного обслуговування університетських кампусів є європейська та американська, елементи яких доцільно адаптувати до умов Львова.

2. Дослідження існуючої системи транспортного обслуговування студентських містечок Львова виявило ряд суттєвих недоліків, серед яких: значна віддаленість студентських містечок від навчальних корпусів (середня відстань 3,8 км), недостатня щільність маршрутної мережі в районах розташування окремих студентських містечок, надмірна непрямолінійність більшості маршрутів (коефіцієнт непрямолінійності сягає 1,58), невідповідність інтервалів руху транспорту оптимальним значенням та дисбаланс між транспортною пропозицією та попитом. Аналіз пасажиропотоків показав їх значну нерівномірність протягом доби, тижня та навчального року, з чітко вираженими піковими періодами, що відповідають початку та завершенню занять.

3. Оцінка якості транспортного обслуговування студентів показала низький загальний рівень (інтегральний показник – 2,95 бала за 5-бальною шкалою), причому найнижчі оцінки отримали такі показники як комфортність

(2,3 бала), інформативність (2,2 бала) та швидкість (2,6 бала). Спостерігається також значна диференціація якості обслуговування різних студентських містечок (від 2,5 до 3,35 бала).

4. Для вдосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова запропоновано комплекс заходів, що включає:

- Оптимізацію схеми маршрутів з коригуванням трас існуючих маршрутів, введенням нових студентських маршрутів та створенням транспортно-пересадочних вузлів;

- Розробку гнучких розкладів руху, синхронізованих з розкладом занять навчальних закладів та адаптованих до сезонних коливань студентських пасажиропотоків;

- Впровадження системи електронного квитка для студентів, інтегрованої з інформаційними системами навчальних закладів та міської інфраструктури.

5. Моделювання пасажиропотоків на запропонованих маршрутах показало, що впровадження комплексної оптимізації маршрутної мережі дозволить скоротити середню тривалість поїздки студентів на 22% (з 45 до 35 хвилин), зменшити рівень наповнення транспортних засобів у пікові години на 21% (з 120% до 95%) та підвищити інтегральний показник якості обслуговування на 24% (з 2,95 до 3,65).

6. Економічне обґрунтування запропонованих рішень показало їх високу ефективність. Капітальні витрати на реалізацію проекту складають 70 млн грн, річні експлуатаційні витрати збільшуються на 8,1% (з 138 до 149,2 млн грн на рік), але одночасно очікується зростання доходів на 28% та значні соціальні вигоди, оцінені в 74 млн грн на рік. Термін окупності проекту з урахуванням соціальних вигод становить 0,69 року, а індекс рентабельності інвестицій – 1,45, що свідчить про економічну доцільність запропонованих заходів.

7. Впровадження запропонованих заходів матиме значний соціальний ефект, який проявиться у зменшенні витрат часу студентів на переміщення,

підвищенні комфорту поїздок, зниженні транспортної втоми, покращенні екологічної ситуації в місті та підвищенні якості життя студентської молоді.

Таким чином, удосконалення транспортного обслуговування студентських містечок Львова шляхом оптимізації маршрутної мережі є обґрунтованим та економічно доцільним заходом, який дозволить суттєво підвищити якість перевезень студентів, створити зручні та швидкі зв'язки між місцями проживання та навчання, а також сприятиме сталому розвитку транспортної системи міста в цілому.

Рекомендується поетапне впровадження запропонованих заходів, починаючи з оптимізації схеми маршрутів та розкладів руху, з подальшим впровадженням системи електронного квитка для студентів. Особливу увагу слід приділити координації дій між транспортними підприємствами, навчальними закладами та міською владою, що є необхідною умовою успішної реалізації проекту.