

**ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ЕКОНОМІКИ, ПРАВА ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ»**

Циклова комісія транспортних технологій

МОКРЕНСЬКИЙ Ілля Русланович

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ  
НА МАРШРУТІ №14 У МІСТІ ТЕРНОПІЛЬ / IMPROVEMENT OF  
PASSENGER TRANSPORTATION ORGANIZATION ON ROUTE NO. 14 IN  
TERNOPIL CITY**

спеціальність: 275 Транспортні технології (за видами)  
освітньо-професійна програма: Транспортні технології

кваліфікаційна робота  
за освітнім ступенем «фаховий молодший бакалавр»

Виконав студент групи ТТт-41  
Мокренський І.Р. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Науковий керівник:  
Ткачук А.В. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кваліфікаційну роботу допущено до захисту  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Голова циклової комісії \_\_\_\_\_ П.І.Б.  
(підпис)

Тернопіль – 2025

## ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	6
1.1. Організація пасажирських перевезень у м. Тернопіль	6
1.2. Характеристика організації перевезень на маршруті №14	9
1.3. Ідентифікація ключових проблем в організації перевезень на досліджуваному маршруті	16
2. ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	20
2.1. Обстеження пасажиропотоку на маршруті №14	20
2.2. Нормування швидкостей руху на досліджуваному маршруті	29
2.3. Оптимізація графіку руху на маршруті №14	33
3. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	37
3.1. Вибір типу рухомого складу на маршруті 14	37
3.2. Розрахунок показників використання автобусів на маршруті №14	40
3.3. Розробка графіків і розкладів руху автобусів	44
3.4. Організація випуску автобусів і повернення в автотранспортне підприємство	48
ВИСНОВКИ	51

## ВСТУП

**Актуальність теми.** В сучасних умовах розвитку економіки та суспільства питання удосконалення організації пасажир. перевезень набуває особливої актуальності.

Підвищення мобільності населення, урбанізаційні процеси, необхідність забезпечення доступності транспортних послуг для різних верств населення та вимоги до сталого розвитку висувають нові виклики до транспортної системи.

Ефективна транспортна система дозволяє людям швидко та зручно пересуватися містами та регіонами, що сприяє економічному розвитку та соціальній взаємодії.

Зміни у структурі попиту на транспортні послуги, посилення конкуренції на ринку перевезень, екологічні виклики та потреба в енергозбереженні також вимагають перегляду підходів до організації пасажир. перевезень.

Сучасні умови вимагають не лише забезпечення регулярності, безпеки та комфорту перевезень, а й оптимізації маршрутної мережі, інтеграції різних видів транспорту, застосування цифрових технологій для управління перевезеннями.

Раціональна організація пасажир. перевезень сприяє підвищенню ефективності використання ресурсів, поліпшенню якості транспортного обслуговування, зниженню негативного впливу на навколишнє середовище та зміцненню соціально-економічного потенціалу територій.

Загалом, грамотна організація пасажир. перевезень покращує якість життя громадян і сприяє сталому розвитку міст та регіонів.

З огляду на це, удосконалення процесів планування, управління та інтеграції перевезень виступає необхідною передумовою формування конкурентоспроможної та стійкої транспортної інфраструктури. Крім того, враховуючи важливу роль транспорту у забезпеченні соціально-економічної стабільності та розвитку територій, удосконалення механізмів організації пасажир. перевезень є необхідною умовою формування сталої транспортної

системи та поліпшення якості життя населення.

**Метою кваліфікаційної роботи** є аналізування сучасного стану організації пасажир. перевезень та визначення шляхів її удосконалення на маршруті №14 у м. Тернопіль.

**Завдання:**

- проаналізувати особливості організації пасажир. перевезень у м. Тернопіль;
- охарактеризувати існуючу організацію перевезень на маршруті №14 та ідентифікувати ключові проблеми в організації перевезень на досліджуваному маршруті;
- провести обстеження пасажиропотоку на маршруті №14;
- виконати нормування швидкостей руху транспорту та розробити оптимізований графік руху транспорту;
- обґрунтувати вибір типу рухомого складу для обслуговування маршруту та розрахувати показники використання автобусів на маршруті;
- сформувати графіки і розклади руху автобусів та розробити заходи з організації випуску автобусів на лінію та їх повернення на автотранспортне підприємство.

**Об'єктом дослідження** є процес організації пасажир. перевезень у міському громадському транспорті.

**Предметом дослідження** є організаційно-технологічні аспекти удосконалення пасажир. перевезень на маршруті №14 у місті Тернопіль.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи використовувалися такі **методи дослідження**: аналіз документів (для вивчення нормативно-правових актів, що регулюють організацію пасажир. перевезень у місті, а також звітної документації транспортних підприємств, що обслуговують маршрут №14); метод статистичного аналізу (для обробки та інтерпретації даних про

пасажиropотік на маршруті №14); польові спостереження (для проведення безпосереднього спостереження за рухом транспорту на маршруті №14, виявлення основних проблем в організації перевезень (затримки, перевантаження, порушення графіка руху); метод моделювання (для розробки оптимізованих графіків руху транспорту на маршруті №14, з урахуванням даних про пасажиropотік та наявність транспортних засобів).

**Практичне значення** результатів дослідження полягає у виробленні рекомендацій щодо удосконалення організації пасажир. перевезень шляхом оптимізації маршрутної мережі, графіків руху та типу рухомого складу на маршруті №14, що дозволить підвищити ефективність транспортного обслуговування населення, скоротити час очікування пасажирів та знизити витрати перевізника.

# 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

## 1.1. Організація пасажирських перевезень у м. Тернопіль

Організація пасажир. перевезень є одним із ключових елементів у системі транспортного забезпечення населення. Її ефективність безпосередньо впливає на якість життя громадян, економічну активність регіону та екологічну ситуацію.

Під організацією пасажир. перевезень розуміють «сукупність управлінських, технологічних, технічних та правових заходів, спрямованих на забезпечення своєчасного, безпечного, зручного та економічно обґрунтованого транспортування пасажирів» [8].

Основними завданнями організації пасажир. перевезень є:

- планування маршрутної мережі з урахуванням потреб населення;
- раціональне розміщення транспортних засобів;
- узгодження графіків руху з попитом на перевезення;
- забезпечення високого рівня обслуговування пасажирів;
- впровадження сучасних технологій диспетчеризації та електронного квитка;
- забезпечення безпеки дорожнього руху та дотримання екологічних норм.

До основних організаційних форм пасажир. перевезень належать (рис. 1.1):

- 1) міські перевезення (автобуси, тролейбуси, трамваї, метро);
- 2) приміські перевезення (автобуси, електрички);
- 3) міжміські та міжнародні перевезення;
- 4) індивідуальні та замовні перевезення (таксі, трансфери).

Зауважимо, що організація пасажир. перевезень є багатогранним процесом, що охоплює планування, управління, контроль та взаємодію між державними структурами, перевізниками та споживачами послуг.



Рисунок 1.1 - Основні організаційні форми пасажир. перевезень

Організація пасажир. перевезень залежить від низки чинників, серед яких можна виділити:

- територіальні особливості (густота населення, рівень урбанізації, транспортна доступність);
- економічні умови (рівень доходів населення, ціни на паливо, тарифна політика);
- «транспортна інфраструктура (стан дорожнього покриття, наявність зупинок, вокзалів, транспортних вузлів);
- сезонність та соціальні фактори (туристичний сезон, навчальний рік, зміни в демографічній структурі)» [17].

У сучасних умовах велике значення має цифровізація процесів управління перевезеннями. Зокрема, «впроваджуються автоматизовані системи управління рухом, мобільні застосунки для моніторингу маршрутів у реальному часі, безконтактна система оплати проїзду» [21]. Це підвищує прозорість, зручність та ефективність функціонування транспортної системи.

Таким чином, ефективна реалізація організації пасажир. перевезень є запорукою соціальної стабільності та сталого розвитку транспортної системи країни.

Місто Тернопіль є важливим адміністративним, економічним та

культурним центром Західної України.

Автобусні пасажирські перевезення у місті відіграють ключову роль у забезпеченні мобільності населення та формуванні сталого міського середовища.

Організація автобусних перевезень у Тернополі «здійснюється відповідно до рішень місцевої влади, з урахуванням потреб населення, особливостей міської інфраструктури та принципів соціально орієнтованого транспорту» [25].

Управління мережею міських автобусних маршрутів забезпечує Управління транспортних мереж та зв'язку Тернопільської міськради, яке координує діяльність перевізників, визначає графіки руху та контролює якість обслуговування пасажирів.

Станом на сьогодні в місті функціонує кілька десятків автобусних маршрутів, які охоплюють як центральну частину міста, так і периферійні житлові масиви (рис. 1.2).

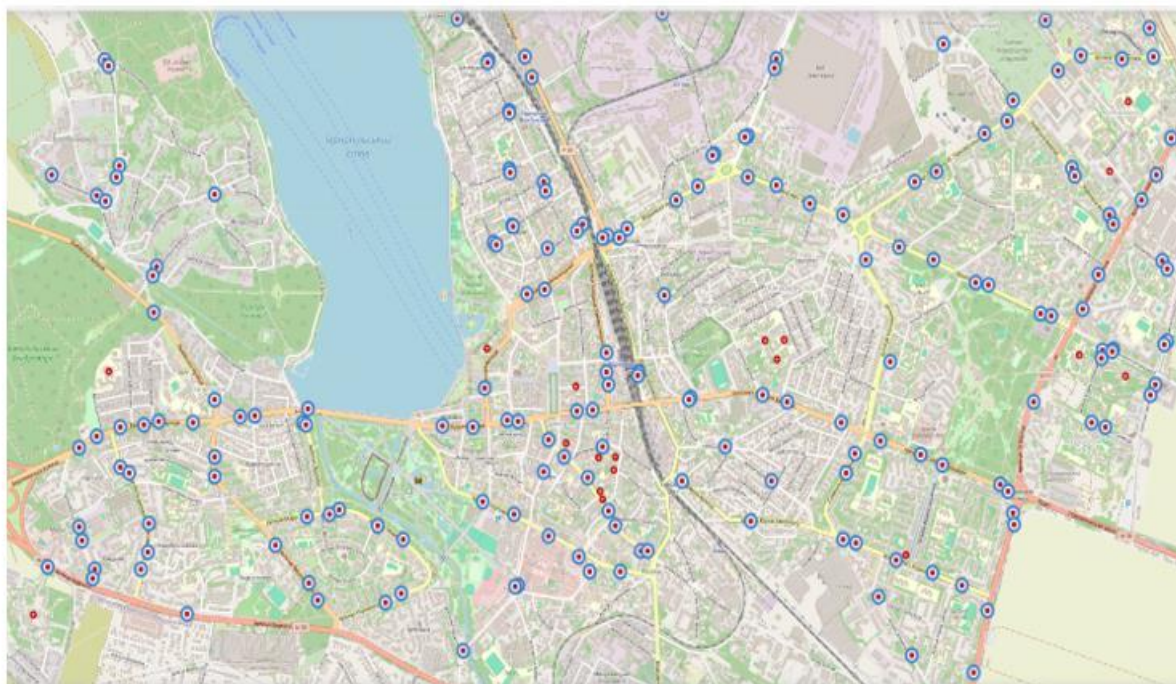


Рисунок 1.2 - Зупиночні пункти м. Тернопіль

Для ефективного обслуговування пасажирів застосовуються такі принципи:

- раціональна маршрутна мережа, адаптована до змін попиту та щоденних міграційних потоків;

- «впровадження електронного квитка (система е-квиток), що забезпечує прозорість обліку пасажирів та зручність оплати проїзду;
- автоматизована система диспетчерського контролю, яка дозволяє відстежувати рух транспорту в реальному часі;
- інтеграція з громадською платформою «*SmartCity*», що сприяє цифровій трансформації міської транспортної системи» [21].

У місті діє диференційований підхід до тарифної політики (вартість проїзду залежить від способу оплати), що стимулює мешканців користуватися електронними засобами оплати. Це не лише зменшує навантаження на водіїв, але й сприяє боротьбі з тіньовим обігом коштів у сфері перевезень.

Також Тернопіль активно впроваджує екологічні ініціативи в галузі транспорту, зокрема, розглядається можливість оновлення автобусного парку за рахунок екологічно чистих транспортних засобів (електробуси, гібриди), а також підвищення енергоефективності перевезень.

Отже, автобусні перевезення в Тернополі є динамічною та соціально значущою галуззю, яка постійно розвивається та модернізується відповідно до вимог часу. Подальше вдосконалення цієї сфери потребує системного підходу до планування, інвестицій у інфраструктуру та тісної співпраці між органами влади, перевізниками та громадою.

## **1.2. Характеристика організації перевезень на маршруті №14**

Маршрут №14 у місті Тернопіль є одним із важливих елементів міської транспортної мережі, що забезпечує сполучення південного району міста (Автовокзал) з центральною частиною та житловими масивами східної околиці (вул. Симоненка, вул. Лесі Українки), забезпечуючи перевезення значної кількості пасажирів упродовж дня. Він проходить через густозаселені житлові

квартали, а також обслуговує ряд соціально значущих об'єктів – заклади освіти, медичні установи, торгові центри та адміністративні споруди (рис. 1.3).

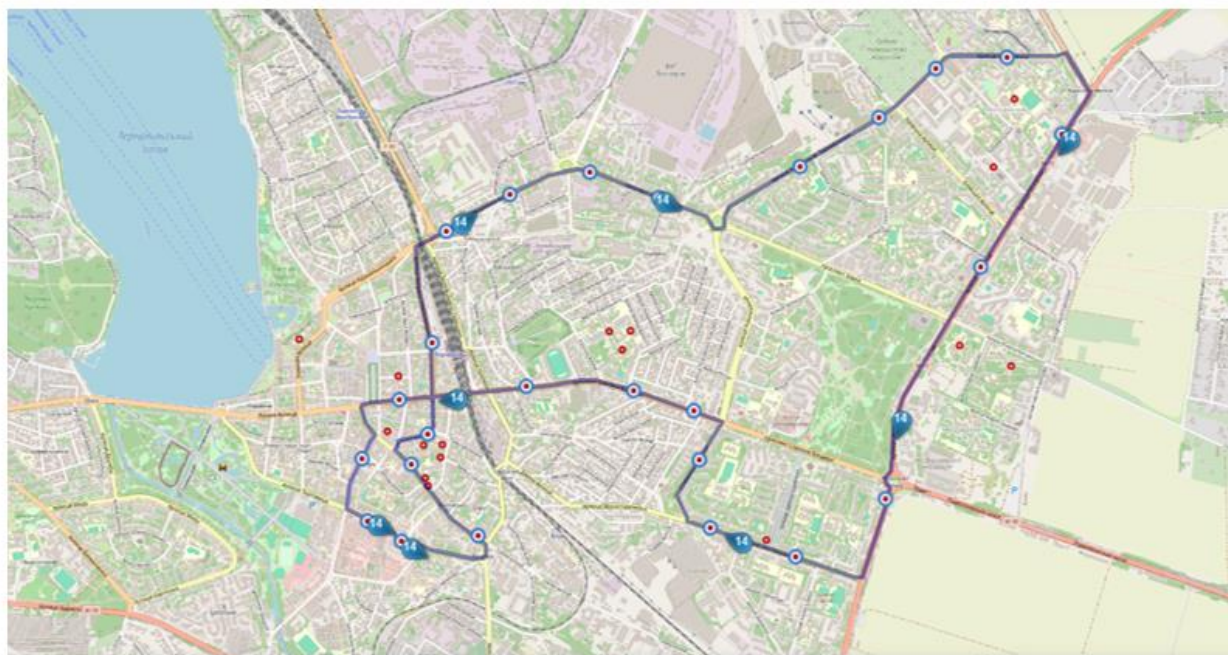


Рисунок 1.3 - Маршрут №14 «Автовокзал – вул. Симоненка – вул. Л. Українки»

У табл. 1.1 подані основні характеристики маршруту №14 у м. Тернопіль.

Таблиця 1.1 – Характеристика маршруту №14 у м. Тернопіль

Показники	Кількісні показники за напрямками руху	
	прямий	зворотний
Довжина маршруту, м	7200	8350
Тривалість рейсу, хв.	31	31
Експлуатаційна швидкість, км/год.	13,9	16,1
Технічна швидкість, км/год.	22,7	27,8
Зупинки, од.	13	14
Перехрестя, од.	20	14
Залізничні переїзди, од.	відсутні	відсутні
Наземні пішохідні переходи, од.	28	27
Мости з вузькою проїзною частиною, од.	відсутні	відсутні

Основні характеристики маршруту:

1. Початковий пункт: Автовокзал.

2. Кінцевий пункт: вул. Лесі Українки.
3. Основні зупинки: вул. Симоненка, проспект Злуки, вул. Коновальця, центральна частина міста, вул. Лесі Українки.
4. Довжина маршруту: 15,55 км.
5. Кількість зупинок: близько 20 у прямому напрямку.
6. Час у дорозі: в середньому 35-40 хвилин залежно від часу доби та інтенсивності трафіку.

У табл. 1.2 представлено список і облаштування зупинок на досліджуваному маршруті.

Таблиця 1.2 – Перелік зупинок та їх облаштування на маршруті 14 у м. Тернопіль

Назви зупинок у прямому напрямку	Облаштування зупинок			Назви зупинок у зворотному напрямку	Облаштування зупинок		
	павільйон	навіс	лава		павільйон	навіс	лава
Автовокзал		Так		вул. Симоненка		Так	
АТП		Так		<u>бульв. Куліша</u>		Так	
вул. Острозького		Так		<u>бульв. С.Петлюри</u>		Так	
Залізничний вокзал		Так		<u>пр. С.Бандери</u>		Так	
вул. Збаразька	Так			<u>вул. Д.Українки</u>		Так	
<u>вул. Ш.Руставеллі</u>		Так		вул. Монастирського		Так	
маг. Текстильник		Так		<u>вул. Слівенська</u>		Так	
маг. Універсам		Так		вул. Польового		Так	
11-та школа		Так		Обласна лікарня		Так	
<u>вул. Б.Лепкого</u>		Так		Стадіон		Так	
<u>вул. В.Ведького</u>	Так			Центр			
Вул. Симоненка		Так		вул. Шептицького	Так		
				Центральний ринок	Так		
				Автовокзал		Так	

У табл. 1.3 представлено відстань та час проїзду між зупинками на

досліджуваному маршруті.

Таблиця 1.3 – Відстань між зупинками та відстань від початкової зупинки

Прямий напрям			Назви зупинок	Зворотній напрям		
Відстань між зупинками, м	Час проїзду між зупинками, хв.	Відстань від початкової зупинки, м		Відстань між зупинками, м	Час проїзду між зупинками, хв	Відстань від початкової зупинки, м
0	0	0	Автовокзал			
700	3	700	АТП			
600	1	1300	вул. Острозького			
400	1	1700	1-ша міська лікарня			
600	2	2300	Залізничний вокзал			
800	2	3100	вул. Збаразька			
500	1	3600	вул. <u>Ш.Руставеллі</u>			
500	2	4100	маг. Текстильник			
500	1	4600	маг. Універсам			
1100	2	5700	11-та школа			
600	2	6300	вул. <u>Б.Лепкого</u>			
450	1	6750	вул. <u>В.Великого</u>			
450	1	7200	вул. Симоненка	0		0
			<u>бульв. Куліша</u>	850	2	850
			<u>бульв. С.Петлюри</u>	850	2	1700
			<u>пр. С.Бандери</u>	1450	2	3150
			<u>вул. Д.Українки</u>	800	2	3950
			вул. Монастирського	550	1	4500
			<u>вул. Слівенська</u>	550	1	5050
			вул. Польового	400	1	5450
			Обласна лікарня	350	1	5800
			Стадіон	650	1	6450
			Центр	700	2	7150
			вул. Шептицького	550	1	7700
			Центральний ринок	450	1	8150
			Автовокзал	200	1	8350
7200	19		Всього:	8350	18	

Зауважимо, що на маршруті №14 зустрічаються ділянки концентрації ДТП, тобто місця на дорогах, де аварії трапляються частіше, ніж у середньому. Вони можуть бути спричинені складними дорожніми умовами, недостатньою видимістю, інтенсивним рухом або іншими факторами. В Україні існують

офіційні списки таких місць [18].

Перелік та характеристику небезпечних місць на досліджуваному маршруті подано у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Місця концентрації дорожньо-транспортних пригод

Небезпечні місця на маршруті	Характеристика небезпеки
Перехрестя вул. Київська – 15 квітня	Наїзд на пішохода
Перехрестя вул. 15 квітня – Братів Бойчуків	Наїзд на пішохода
Перехрестя пр-т Злуки – вул. 15 квітня	Наїзд на пішохода
Перехрестя вул. Руська – <u>Б. Хмельницького</u>	Наїзд на пішохода
Перехрестя вул. <u>Живова</u> – виїзд з Автовокзалу	Наїзд на пішохода
Перехрестя вул. <u>Живова</u> – <u>Микулинецька</u>	Зіткнення
Перехрестя вул. <u>К. Острозького</u> – Пирогова	Наїзд на пішохода

Важливою частиною міської інфраструктури є наземні пішохідні переходи, оскільки забезпечують безпеку для пішоходів та покращують організацію дорожнього руху.

Наземний пішохідний перехід - це зона на проїжджій частині дороги, призначена для безпечного переходу пішоходів з одного боку вулиці на інший. Вони можуть бути регульованими (з світлофорами) або нерегульованими (без світлофорів, часто зі знаками або розміткою).

Є кілька основних типів наземних пішохідних переходів:

- I. Зебра - позначений білими смугами на дорожньому покритті, часто супроводжується знаком «Пішохідний перехід».
- II. Світлофорний перехід - обладнаний світлофором, що контролює рух пішоходів і транспорту.
- III. Підвищений перехід - виконаний у вигляді піднятої платформи, що змушує водіїв знижувати швидкість.
- IV. Острівці безпеки - невеликі ділянки на середині дороги, де пішоходи можуть зупинитися перед тим, як завершити перехід.

У табл. 1.5 представлено наземні пішохідні переходи на досліджуваному

маршруті.

Таблиця 1.5 – Наземні пішохідні переходи

Місця розташування переходів	З регулюв.	Без регулюв.	Типу зебра»
вул. Живова – виїзд з Автовокзалу	Так		Так
вул. Живова – Оболоня	Так		Так
вул. Живова – Сталникової		Так	Так
Зупинка АТП – 16154		Так	Так
вул. К.Острозького – школа № 13	Так		Так
вул. К.Острозького		Так	Так
вул. К.Острозького – Шпитальна		Так	Так
вул. К.Острозького – Пирогова	Так		Так
вул. С.Стрільців - Пирогова		Так	Так
вул. Руська – Гоголя	Так		Так
вул. Хмельницького – Чорновола	Так		Так
вул. Хмельницького – Барвінських		Так	Так
вул. Збаразька – Бродівська	Так		Так
вул. Збаразька – Лозовецька		Так	Так
вул. Збаразька – Ш.Руставеллі	Так		Так
вул. Збаразька – Промислова		Так	Так
Зупинка «маг. Текстильник»		Так	Так
Зупинка «маг. Універсам»		Так	Так
пр-т Злуки – вул. Загородня	Так		Так
пр-т Злуки – вул. Галицька		Так	Так
вул. Г.Тарнавського (2)		Так	Так
вул. Г.Тарнавського	Так		Так
Зупинка «вул. Б.Лепкого»		Так	Так
вул. Г.Тарнавського – вул. Київська	Так		Так
вул. Симоненка – бульв. Куліша		Так	Так
вул. Симоненка (2)		Так	Так
вул. Київська – 15 Квітня	Так		Так
вул. 15 Квітня – Братів Бойчуків	Так		Так
пр-т Злуки – вул. 15 Квітня	Так		Так
пр-т С.Бандери – вул. Протасевича		Так	Так
вул. Протасевича – вул. Л.Українки	Так		Так
вул. Л.Українки – вул. Клима Савури		Так	Так
вул. Л.Українки – вул. Довженка	Так		Так
вул. Л.Українки – вул. Слівенська		Так	Так
вул. Слівенська (2)		Так	Так
вул. Слівенська – пр-т С.Бандери	Так		Так
пр-т С.Бандери		Так	Так
пр-т С.Бандери – вул. Уласа Самчука	Так		Так
пр-т С.Бандери – вул. Клінічна		Так	Так
пр-т С.Бандери – вул. Весела	Так		Так
пр-т С.Бандери – вул. Татарська	Так		Так
вул. Руська – вул. Коперника		Так	Так
вул. Руська – бульв. Т.Шевченка	Так		Так
вул. Руська – К.Острозького		Так	Так
вул. К.Острозького – бульв. Т.Шевченка		Так	Так
вул. М.Шептицького (2)		Так	Так
вул. Живова – Шептицького	Так		Так

Маршрут обслуговується автобусами середньої та малої пасажиромісткості, які належать ПП «Терновояж» на підставі договорів із Тернопільською міськрадою.

Час роботи - з 06:30 до 22:00 щоденно.

Зазначимо, що у години пік спостерігається підвищене навантаження на транспорт, особливо в напрямку центру міста в ранкові години та у зворотному напрямку у вечірній час. Тому графік руху передбачає регулярні інтервали від 7 до 12 хвилин у години пік та до 15-20 хвилин у міжпікові години.

Перевезення на маршруті здійснюються автобусами середньої та великої місткості, зокрема на базі моделей Богдан, Еталон, іноді маршрут обслуговується автобусами підвищеної місткості.

На маршруті функціонує система електронного квитка «Соціальна карта тернополянина», що дозволяє безконтактну оплату за допомогою спеціальних карток або смартфона.

Контроль за дотриманням графіка здійснюється через *GPS*-нагляд, що дозволяє диспетчерській службі оперативно реагувати на затримки. А також є можливість контролювати візуально через мобільний додаток «e-Тернопіль».

Отже, маршрут №14 виконує важливу функцію у міській транспортній системі Тернополя, забезпечуючи доступність громадського транспорту для жителів кількох мікрорайонів. Водночас існують певні виклики щодо підвищення рівня комфорту та регулярності перевезень, що потребують подальшого вдосконалення організації маршруту.

Маршрут має високу соціальну значущість, адже проходить поблизу навчальних закладів, медичних установ, а також торговельних центрів. Це зумовлює сталість пасажиропотоку й потребу у належному рівні транспортного обслуговування.

### 1.3. Ідентифікація ключових проблем в організації перевезень на досліджуваному маршруті

Організація перевезень є стратегічно важливим елементом діяльності підприємств, що надають транспортні послуги. Ефективність цього процесу безпосередньо впливає на рівень задоволеності споживачів, економічні показники підприємства, а також на загальний розвиток транспортної інфраструктури регіону.

Для досягнення високого рівня якості перевезень перевізник має враховувати низку ключових аспектів:

Вивчення попиту та споживчих потреб. Планування перевезень повинно базуватися на детальному аналізі транспортних потреб населення, з урахуванням сезонних коливань, часу доби, соціально-демографічних характеристик пасажирів тощо. Це дозволяє адаптувати графіки руху та маршрути до реальних потреб споживачів.

Оптимізація маршрутної мережі. Ефективна маршрутна мережа повинна забезпечувати максимальне покриття територій, мінімізувати дублювання маршрутів та скорочувати час у дорозі. Доцільним є використання ГІС-технологій для моделювання та аналізу транспортних потоків.

Раціональне використання транспортних засобів. Здійснення моніторингу завантаженості транспорту та адаптація кількості рейсів залежно від пасажиропотоку сприяє зменшенню витрат і підвищенню рентабельності перевезень.

Впровадження цифрових технологій. Системи електронного квитка, *GPS*-моніторинг транспорту, мобільні додатки для користувачів підвищують рівень комфорту, забезпечують прозорість роботи перевізника та сприяють формуванню позитивного іміджу.

Контроль за якістю обслуговування. Регулярний моніторинг якості перевезень (ввічливість персоналу, технічний стан транспорту, дотримання

графіка) є необхідним для забезпечення належного рівня сервісу.

Безпека перевезень. Забезпечення технічної справності транспорту, проведення профілактичних заходів з безпеки руху, навчання персоналу - ключові умови для зниження аварійності та забезпечення захисту пасажирів.

Екологічна відповідальність. Використання екологічно чистого транспорту, оптимізація маршрутів з урахуванням зменшення викидів в атмосферу, участь у програмах «зеленого транспорту» відповідає сучасним вимогам сталого розвитку.

Фінансова ефективність і ціноутворення. Формування тарифної політики має враховувати економічні можливості населення, витрати на надання послуг та необхідність інвестицій у розвиток підприємства.

Загальновідомо, що *SWOT*-аналіз дозволяє комплексно оцінити сильні й слабкі сторони, а також можливості та загрози, що впливають на ефективність організації пасажир. перевезень. Тому у табл. 1.6 подамо результати *SWOT*-аналізу перевезень на маршруті №14.

Таблиця 1.6 - *SWOT*-аналіз перевезень на маршруті №14 у м. Тернопіль

СИЛЬНІ СТОРОНИ (STRENGTHS)	СЛАБКІ СТОРОНИ (WEAKNESSES)
<ul style="list-style-type: none"> <li>– високий пасажиропотік, стабільний попит на послуги;</li> <li>– з'єднання важливих житлових масивів із транспортним хабом (автовокзал);</li> <li>– використання <i>GPS</i>-трекерів для контролю за рухом;</li> <li>– наявність мобільного додатку з відстеженням транспорту;</li> <li>– відносно невеликий інтервал руху в години пік.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– переповненість автобусів у години пік;</li> <li>– недостатня доступність для маломобільних пасажирів (відсутність пандусів, низькопідлогових автобусів);</li> <li>– нерегулярність руху через затори та дорожні умови;</li> <li>– застарілий технічний стан частини автобусів;</li> <li>– відсутність кондиціонування у більшості транспортних засобів.</li> </ul>
МОЖЛИВОСТІ (OPPORTUNITIES)	ЗАГРОЗИ (THREATS)
<ul style="list-style-type: none"> <li>– модернізація рухомого складу (впровадження електробусів або автобусів великої місткості);</li> <li>– запровадження виділеної смуги руху для громадського транспорту;</li> <li>– інтеграція з єдиною системою міського електронного квитка;</li> <li>– розширення графіка руху у вечірній час для задоволення потреб пасажирів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– подальше зростання транспортного трафіку в місті, що ускладнює дотримання графіку;</li> <li>– зниження якості обслуговування через зростання експлуатаційних витрат;</li> <li>– конкуренція з іншими маршрутами або видами транспорту (таксі);</li> <li>– нестабільність тарифної політики та зростання вартості проїзду.</li> </ul>

*SWOT*-аналіз показує, що попри сильні сторони, такі як стабільний пасажиропотік та технічні інновації у відстеженні транспорту, організація перевезень на маршруті №14 стикається з рядом проблем, що можуть бути вирішені через модернізацію інфраструктури, оновлення транспортних засобів та підвищення стандартів обслуговування.

Проблемні аспекти:

- недостатня кількість транспортних засобів великої місткості в години підвищеного попиту, тому у пікові години часто спостерігається переповнення автобусів;
- нерівномірність інтервалів між автобусами у вечірній час;
- часткове порушення графіка у години пік через затори на ключових ділянках маршруту;
- відсутність належних умов для маломобільних груп населення.

Таким чином, маршрут №14 є критично важливим для забезпечення транспортної доступності значної частини населення Тернополя, але потребує модернізації підходів до організації перевезень з урахуванням сучасних вимог до якості громадського транспорту.

На основі проведеного аналізу обсягу автобусних перевезень, пасажирообороту, середньої довжини поїздки пасажирів та коефіцієнта змінності пасажирів, доцільно запропонувати такі рекомендації для вдосконалення роботи перевізника:

Оптимізація графіка руху автобусів. Рекомендується скоригувати графік руху автобусів з урахуванням нерівномірності пасажиропотоку протягом дня. Зокрема, доцільно збільшити кількість рейсів у години пік (ранкові та вечірні періоди) та, навпаки, зменшити їх кількість у міжпіковий час з метою економії експлуатаційних витрат.

Оцінка завантаження по зупинках. Запропоновано здійснити додатковий моніторинг пасажиропотоку на кожній зупинці маршруту для виявлення найінтенсивніших та найменш завантажених ділянок. Це дозволить визначити

доцільність запровадження укорочених або експрес-маршрутів для зменшення часу перебування в дорозі.

Актуалізація маршрутної мережі. Зважаючи на те, що середня довжина поїздки пасажира становить лише 5,1 км, доцільним є аналіз відповідності маршруту актуальним потребам пасажирів. За необхідності слід скоригувати маршрут або створити нові, що відповідатимуть реальному попиту.

Посилення обслуговування зон з високим пасажирообміном. У разі виявлення ділянок маршруту з високим коефіцієнтом змінності пасажирів ( $K_{зм} > 3$ ), варто підвищити частоту рейсів у цих зонах або ввести додаткові зупинки для покращення доступності.

Впровадження електронного обліку пасажирів. Доцільним є встановлення систем автоматичного обліку пасажирів, що дозволить більш точно аналізувати пасажиропотік та ефективніше планувати використання рухомого складу.

Модернізація автопарку. Враховуючи обсяг щорічних перевезень рекомендовано провести оцінку технічного стану автобусів та розробити програму оновлення автопарку із залученням енергоефективного транспорту (газові або електробуси).

Підвищення якості обслуговування пасажирів. Для покращення рівня сервісу доцільно здійснювати анкетування та збір зворотного зв'язку від пасажирів, а також підвищити рівень обслуговування з боку персоналу (ввічливість, охайність, безпека).

Таким чином, впровадження запропонованих заходів дозволить підвищити ефективність функціонування автобусного маршруту, покращити якість транспортних послуг та сприятиме зростанню пасажиропотоку.

## 2. ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

### 2.1. Обстеження пасажиропотоку на маршруті №14

Одним із ключових аспектів ефективного функціонування системи міського пасажирського транспорту є забезпечення відповідності пропозиції транспортних послуг фактичним потребам населення. У цьому контексті важливу роль відіграє систематичне проведення досліджень пасажиропотоку, які дають змогу отримати об'єктивну інформацію про характер, обсяг та просторово-часову динаміку перевезень пасажирів на конкретних маршрутах.

Дослідження пасажиропотоку дозволяє:

- «визначити інтенсивність використання транспорту на різних ділянках маршруту;
- виявити пікові години навантаження, що є основою для формування графіків руху;
- оцінити заповнюваність транспортних засобів, що дає змогу оптимізувати їхню кількість» [19];
- зібрати дані для прогнозування змін у попиті на перевезення внаслідок урбанізаційних процесів чи змін у транспортній інфраструктурі;
- здійснювати економічну оцінку доцільності існування окремих маршрутів чи їхніх відрізків;
- розробляти рекомендації щодо покращення якості обслуговування населення.

Проведення такого роду досліджень сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень у сфері організації транспортного процесу, зокрема, розподіл рухомого складу, коригування маршрутної мережі, планування інтервалів руху. Крім того, результати аналізу пасажиропотоку відіграють

значну роль у забезпеченні економічної ефективності діяльності перевізників, а також у підвищенні комфортності та доступності перевезень для населення, що впливає на загальну мобільність міського середовища та сталий розвиток транспортної системи.

Таким чином, систематичне дослідження пасажиропотоку є необхідною умовою для стратегічного та оперативного управління міським пасажирським транспортом, що забезпечує баланс між попитом і пропозицією транспортних послуг, підвищення рівня обслуговування населення та оптимізацію витрат на перевезення.

У табл. 2.1 і табл. 2.2 наведено результати обстеження пасажиропотоку на досліджуваному маршруті.

Таблиця 2.1 – Результати обстеження пасажиропотоку по напрямку  
Автовокзал – вул. Симоненка – вул. Л. Українки (ранковий рейс)

Пасажиро- оборот, п-км	Прямий напря́м			Відста́нь	Назва зупинок	Відста́нь	Зворотній напря́м			Пасажиро- оборот, п-км
	Н	В	З				Н	В	З	
	<u>25</u>	<u>6</u>	3	0	Автовокзал					
15,4	22	2	5	0,7	АТП					
15	25	3	4	0,6	вул. Острозького					
10,4	26	1	2	0,4	1-ша міська лікарня					
16,2	27	6	7	0,6	Залізничний вокзал					
22,4	28	5	8	0,8	вул. Збаразька					
15,5	31	2	3	0,5	вул. Ш. Руставелді					
16	32	3	3	0,5	маг. Текстильник					
16	32	3	5	0,5	маг. Універсам					
37,4	34	4	3	1,1	11-та школа					
19,8	33	9	4	0,6	вул. Б. Лепкого					
12,6	28	2	7	0,45	вул. В. Великого					
14,85	33	1		0,45	вул. Симоненка	0	<u>32</u>		4	
					бульв. Куліша	0,85	36	1	3	30,6
					бульв. С. Петлюри	0,85	38	3	6	32,3
					пр. С. Бандери	1,45	41	5	2	59,45
					вул. Л. Українки	0,8	38	2	4	30,4
					вул. Монастирського	0,55	40	1	2	22
					вул. Слівенська	0,55	41	2	3	22,55
					вул. Польового	0,4	42	2	2	16,8
					Обласна лікарня	0,35	42	4	1	14,7
					Стадіон	0,65	39	5	3	25,35
					Центр	0,7	37	11	2	25,9
					вул. Шептицького	0,55	28	6	1	15,4
					Центральний ринок	0,45	23	12	7	10,35
					Автовокзал	0,2	18	4	<u>3</u>	3,6
211,55	351	41	54	7,2	Всього:	8,35	463	58	40	309,4

Таблиця 2.2 – Результати обстеження пасажиропотоку по напрямку  
Автовокзал – вул. Симоненка – вул. Л. Українки (рейс після обіду)

Пасажиро- оборот, п-км	Прямий напря́м			Відстань	Назва зупинок	Відстань	Зворотній напря́м			Пасажиро- оборот, п-км
	Н	В	З				Н	В	З	
	<u>31</u>	<u>3</u>	4	0	Автовокзал					
22,4	32	1	2	0,7	АТП					
19,8	33	2	3	0,6	вул. Острозького					
13,6	34	3	1	0,4	1-ша міська лікарня					
19,2	32	5	3	0,6	Залізничний вокзал					
24	30	6	4	0,8	вул. Збараська					
14	28	2	1	0,5	вул. <u>Ш. Руставеллі</u>					
13,5	27	3	3	0,5	маг. Текстильник					
13,5	27	4	2	0,5	маг. Універсам					
27,5	25	5	3	1,1	11-та школа					
13,8	23	4	1	0,6	вул. <u>Б. Лепкого</u>					
9,0	20	3	1	0,45	вул. <u>В. Великого</u>					
8,1	18	2		0,45	вул. Симоненка	0	<u>16</u>		2	
					<u>бульв. Куліша</u>	0,85	18	3	3	15,3
					<u>бульв. С.Петлюри</u>	0,85	18	2	6	15,3
					<u>пр. С.Бандери</u>	1,45	22	5	3	31,9
					<u>вул. Л.Українки</u>	0,8	20	2	3	16
					вул. Монастирського	0,55	21	1	4	11,55
					<u>вул. Слівенська</u>	0,55	24	2	5	13,2
					вул. Польового	0,4	27	2	4	10,8
					Обласна лікарня	0,35	29	3	4	10,15
					Стадіон	0,65	30	2	5	19,5
					Центр	0,7	33	9	2	23,1
					вул. Шептицького	0,55	26	4	1	14,3
					Центральний ринок	0,45	23	12	16	10,35
					Автовокзал	0,2	27	5	<u>4</u>	5,4
198,4	329	40	28	7,2	Всього:	8,35	318	52	58	196,85

Використовуючи результати обстеження пасажиропотоку визначимо такі коефіцієнти.

I. Коефіцієнт нерівномірності:

$$K_{\text{нн}}^{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{пр}}}{Q_{\text{с}}^{\text{пр}}}, \quad (2.1)$$

де

$$Q_{\text{с}}^{\text{пр}} = \frac{\sum Q_{\text{пр}}}{n - 1} \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{с1}}^{\text{пр}} = \frac{351}{13 - 1} = 29,25 \text{ пас.}$$

$$K_{\text{нн1}}^{\text{пр}} = \frac{34}{29,25} = 1,16$$

Як бачимо, у ранковий рейс (прямий напрям) середнє значення пасажирів становить 29,25 пас. Максимальне значення пасажирів - 34 пас. Коефіцієнт нерівномірності - 1,16.

$$Q_{\text{с2}}^{\text{пр}} = \frac{329}{13 - 1} = 27,42 \text{ пас.}$$

$$K_{\text{нн2}}^{\text{пр}} = \frac{34}{27,42} = 1,24$$

Післяобідній рейс (прямий напрям):

- 1) середнє значення пасажирів - 27,42 пас.;
- 2) максимальне значення пасажирів - 34 пас.;
- 3) коефіцієнт нерівномірності - 1,24.

$$K_{\text{нн}}^{\text{зв}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{зв}}}{Q_{\text{с}}^{\text{зв}}}, \quad (2.3)$$

де

$$Q_{\text{с}}^{\text{зв}} = \frac{\sum Q_{\text{зв}}}{n - 1} \quad (2.4)$$

$$Q_{\text{с1}}^{\text{зв}} = \frac{463}{14 - 1} = 35,6 \text{ пас.}$$

$$K_{\text{нн1}}^{\text{зв}} = \frac{42}{35,6} = 1,18$$

У ранковий рейс (зворотній напрям) середнє значення пасажирів - 35,6 пас. Максимальне значення пасажирів - 42 пас., а коефіцієнт нерівномірності - 1,18.

$$Q_{c2}^{зв} = \frac{318}{14 - 1} = 24,46 \text{ пас.}$$

$$K_{нн2}^{зв} = \frac{33}{24,46} = 1,35$$

Післяобідній рейс (зворотній напрям):

- 1) середнє значення пасажирів - 24,46 пас.;
- 2) максимальне значення пасажирів - 33 пас.;
- 3) коефіцієнт нерівномірності - 1,35.

Отже, коефіцієнти нерівномірності на маршруті перевищують 1, що свідчить про наявність нерівномірного розподілу пасажирів по зупинках. Це типовий показник для міських маршрутів, особливо в години пік, коли на певних зупинках пасажиропотік суттєво зростає.

II. Коефіцієнт нерівномірності по часу:

$$K_{к.ч} = \frac{Q_{max}^{год}}{Q_c^{год}}, \quad (2.5)$$

де

$$Q_c^{год} = \frac{\sum Q}{T_p} \quad (2.6)$$

Сумарний пасажиропотік (всі рейси):

$$\sum Q = 351 + 463 + 329 + 318 = 1461 \text{ пас.}$$

Сумарна тривалість рейсів:

$$T_p = 2 \times 1,033 + 2 \times 1,033 = 4,132 \text{ год.}$$

Середній пасажиропотік за годину:

$$Q_{c1,2}^{год} = \frac{351 + 463 + 329 + 318}{2 \times 1,033 + 2 \times 1,033} = 354 \text{ пас.}$$

Максимальний годинний потік:

$$Q_{max}^{год} = \frac{463}{1,033} = 448 \text{ пас.}$$

Коефіцієнт нерівномірності за часом:

$$K_{к.ч} = \frac{448}{354} = 1,27$$

Отже, коефіцієнт нерівномірності за часом свідчить про пікові навантаження в окремі періоди доби, особливо в ранкові години. Це підтверджує необхідність оптимізації графіку руху шляхом збільшення кількості рейсів у години пік для зменшення навантаження.

Таким чином, нерівномірність пасажиропотоку по зупинках і в часі вказує на потребу в гнучкому підході до планування маршруту, з урахуванням найбільш завантажених ділянок. Крім того, найвищі показники навантаження зафіксовано в ранковий час (особливо у зворотному напрямку), що потребує додаткових рейсів або збільшення місткості транспорту.

Виявлені пікові точки пасажиропотоку дають можливість сформувати оптимізований графік руху транспорту, орієнтований на попит.

Зазначимо, що важливим показником, який використовується для оцінки обсягу перевезень пасажирів є пасажирооборот, що вимірюється в пасажиро-кілометрах (п-км). Цей показник допомагає аналізувати ефективність роботи транспортних підприємств, оцінювати завантаженість різних видів транспорту, планувати розвиток транспортної інфраструктури та визначати економічну доцільність маршрутів та перевезень.

Щоб визначити пасажирооборот на маршруті за день, потрібно врахувати як кількість пасажирів, так і відстань, яку вони проїжджають. Пасажирооборот розраховується як добуток кількості пасажирів на відстань їх перевезення.

Формула для обчислення пасажирообороту на маршруті:

$$П_{заг} = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot L_i) \quad (2.7)$$

де:

$P_i$  - кількість пасажирів, що проїхали ділянку  $i$ ,

$L_i$  - довжина ділянки маршруту  $ii$  (у кілометрах),

$n$  - кількість ділянок (відрізків між зупинками),

$P_{\text{заг}}$  - загальний пасажирооборот за день.

Або за рейсами:

$$P_{\text{день}} = \sum_{j=1}^m P_j \quad (2.8)$$

де:

$P_j$  - пасажирооборот за рейс  $j$  (може бути окремо для прямого і зворотного напрямку),

$m$  - кількість рейсів на маршруті протягом дня.

Маючи кількість оборотних рейсів (тобто прямий + зворотній = 1 оборотний рейс), можемо розрахувати пасажирооборот на маршруті за день.

Вихідні дані:

Оборотних рейсів - 98 на день.

Розрахунок середнього пасажирообороту:

прямий:

$$(211,55 + 198,4) / 2 = 204,98 \approx 205 \text{ п-км}$$

зворотний:

$$(309,4 + 196,85) / 2 = 253,12 \approx 253 \text{ п-км}$$

Підсумковий розрахунок пасажирообороту за день:

$$P_{\text{день}} = P_{\text{сеп}} \times \text{кількість оборотних рейсів} = (205 + 253) \times 98 = 44884 \text{ пасажиро-км}$$

Отже, загальний пасажирооборот маршруту за день становить 44884 пасажиро-кілометрів. Це важливий показник для оцінки ефективності маршруту, визначення доходів та оптимізації графіка руху.

Кількість пасажирів, перевезених автобусами за певний період часу відображає об'єм автобусних перевезень, який визначається за кількома основними показниками, залежно від мети аналізу.

1. За кількістю перевезених пасажирів, що є найпоширенішим способом:

$$V=N \times L, \quad (2.9)$$

де:

$V$  - об'єм перевезень (пасажири-кілометри),

$N$  - кількість пасажирів,

$L$  - середня відстань перевезення одного пасажира.

2. За кількістю рейсів та пасажиромісткістю якщо відома кількість рейсів і середня заповненість автобусів:

$$V=R \times C \times LF, \quad (2.10)$$

де:

$R$  - кількість рейсів,

$C$  - пасажиромісткість автобуса,

$LF$  - коефіцієнт заповнення салону (наприклад, 0,7-0,9).

3. За пробігом транспорту - підхід до визначення транспортної роботи (перевезення з урахуванням відстані):

$$\text{Пасажирооборот} = \text{Середня кількість пасажирів} \times \text{Пробіг} \quad (2.11)$$

Розрахуємо об'єм перевезень на маршрутах за день за формулою:

$$Q_{р.д} = Q_{пер}^{пр} + Q_{пер}^{зв} \quad (2.12)$$

Спочатку визначимо середню кількість пасажирів, котрі перевезені як в прямому напрямку, так і зворотному за один рейс.

прямий:

$$(54 + 28) / 2 = 41 \text{ пас.}$$

зворотний:

$$(40 + 58) / 2 = 49 \text{ пас.}$$

Тобто завантаження в обидва напрямки досить збалансоване, хоча зворотній напрямок трохи перевищує прямий. Це може свідчити про нерівномірність попиту, яку варто врахувати при плануванні графіка.

Загальна кількість перевезених пасажирів за день:

$$Q_{p,d} = (41 + 49) \cdot 98 = 8820 \text{ пас.}$$

Це демонструє стабільне навантаження на маршрут та дає змогу аналізувати рентабельність перевезень.

Відстань, яку у середньому проїжджає один пасажир розрахуємо за формулою:

$$l_{ip} = \frac{P_{p,d}}{Q_{p,d}} \quad (2.13)$$

$$l_{ip} = 44884 / 8820 = 5,1 \text{ км}$$

Як бачимо, у контексті маршруту довжиною 15,55 км, пасажир користується лише частиною маршруту, що може свідчити про наявність транзитних зон із меншим попитом.

Використовуючи фактичні дані об'єму перевезень на маршруті й пасажирообороту, обрахуємо планові показники.

1. Плановий об'єм перевезень:

$$Q_{pl} = Q_{p,d} \times D_k \times K_p \quad (2.14)$$

де  $K_p = 1,03 \dots 1,06$ .

$$Q_{pl} = 8820 \times 365 \times 1,05 = 3380265 \text{ пас.}$$

2. Плановий пасажирооборот:

$$P_{pl} = Q_{pl} \times l_{ip} \quad (2.15)$$

$$P_{pl} = 3380265 \times 5,1 = 17239352 \text{ пас-км}$$

Ці дані важливі для визначення потреб у фінансуванні, паливі, техобслуговуванні та кадровому забезпеченні на рік.

3. Коефіцієнт змінності пасажирів:

$$K_{zm} = \frac{L_m}{l_{ip}}; \quad (2.16)$$

$$K_{zm} = 15,55 / 5,1 = 3,05$$

Це означає, що в середньому за один оборотний рейс пасажирський склад

змінюється понад 3 рази, тобто пасажирів часто сідають і виходять, не проїжджаючи всю довжину маршруту. Такий коефіцієнт свідчить про високу динаміку пасажиропотоку, характерну для маршрутів міського або приміського типу.

Аналіз наведених розрахунків дозволяє зробити низку важливих висновків про ефективність функціонування автобусного маршруту:

- маршрут має високе та стабільне завантаження, що підтверджується значним обсягом перевезень (8820 пас./день) і пасажирооборотом (44884 пас-км/день);
- середня довжина поїздки (5,1 км) свідчить про те, що маршрут використовується пасажирів для коротких переїздів, отже доцільно аналізувати зупинки з найбільшим попитом;
- високий коефіцієнт змінності (3,05) вказує на інтенсивну зміну пасажирів, що потребує оперативного обслуговування зупинок та, можливо, перегляду інтервалів між рейсами у пікові години;
- для перспективного планування важливо враховувати сезонні коливання попиту, можливі зміни пасажиропотоку (нові ЖК, офіси, заклади освіти), а також доцільність зміни кількості рейсів чи автобусів на маршруті.

## **2.2. Нормування швидкостей руху на досліджуваному маршруті**

Нормування швидкостей руху автобусів є важливою складовою організації раціонального процесу перевезень пасажирів. Воно полягає у встановленні таких швидкісних параметрів, які забезпечують безпечне, своєчасне, комфортне та економічно ефективно здійснення рейсів на маршрутах.

У транспортному плануванні виділяють декілька видів швидкостей, що нормуються:

Технічна швидкість ( $V_m$ ) - середня швидкість руху автобуса між зупинками без урахування часу стоянок.

Швидкість сполучення ( $V_{cn}$ ) - середня швидкість проходження усього маршруту з урахуванням часу стоянок на зупинках.

Експлуатаційна швидкість ( $V_e$ ) - середнє значення швидкості за повний робочий день автобуса, враховуючи усі види затримок.

Нормативи технічної та маршрутної швидкостей залежать від низки факторів, зокрема:

- типу населеного пункту (місто, селище, село);
- щільності дорожньо-транспортної мережі;
- типу автобусного рухомого складу (міський, приміський, міжміський);
- інтенсивності пасажиропотоку;
- стану дорожнього покриття та наявності світлофорного регулювання.

Згідно з діючими нормативами, у містах для міських автобусів маршрутна швидкість зазвичай встановлюється в межах 18-22 км/год, технічна – 22-30 км/год [22]. Для приміських маршрутів ці показники можуть сягати 25-35 км/год та 30-45 км/год відповідно [22].

Процес нормування швидкостей необхідний для:

- 1) визначення тривалості рейсів;
- 2) складання графіків руху автобусів;
- 3) розрахунку кількості транспортних засобів, необхідних для обслуговування маршруту;
- 4) аналізу ефективності використання рухомого складу;
- 5) забезпечення регулярності руху та задоволення потреб населення у перевезеннях.

Таким чином, правильне нормування швидкостей руху автобусів сприяє підвищенню рівня транспортного обслуговування, зниженню витрат перевізника та підвищенню загальної ефективності функціонування маршрутної мережі.

Для нормування швидкості на досліджуваному маршруті використаємо табличний метод (табл. 2.3, 2.4).

Таблиця 2.3 – Віддаль між зупинками і час руху (прямий рейс)

Кінцеві та проміжні зупинки	Віддаль між зупинками, км	Час руху, год	Час простою, год	Сумарний час, год
Автовокзал	0		0,017	0,017
АТП	0,7	0,05	0,017	0,067
вул. Острозького	0,6	0,017	0,017	0,034
1-ша міська лікарня	0,4	0,017	0,016	0,033
Залізничний вокзал	0,6	0,033	0,017	0,05
вул. Збаразька	0,8	0,033	0,017	0,05
вул. <u>Ш.Руставеллі</u>	0,5	0,017	0,016	0,033
маг. Текстильник	0,5	0,033	0,017	0,05
маг. Універсам	0,5	0,017	0,016	0,033
11-та школа	1,1	0,033	0,017	0,05
вул. <u>Б.Лепкого</u>	0,6	0,033	0,017	0,05
вул. <u>В.Великого</u>	0,45	0,017	0,016	0,033
вул. Симоненка	0,45	0,017		0,017
Всього:	7,2	0,317	0,2	0,517

$t_p = 0,517$  год;  $t_{рух} = 0,317$  год;  $t_з = 0,2$  год. (в т.ч.  $t_{л.з} = 0,183$  год.,  $t_{к.з} = 0,017$  год.).

Таблиця 2.4 – Віддаль між зупинками і час руху (зворотній рейс)

Кінцеві та проміжні зупинки	Віддаль між зупинками, км	Час руху, год	Час простою, год	Сумарний час, год
вул. Симоненка	0		0,017	0,017
<u>бульв. Куліша</u>	0,85	0,033	0,017	0,05
<u>бульв. С.Петлюри</u>	0,85	0,033	0,017	0,05
<u>пр. С.Бандери</u>	1,45	0,033	0,017	0,05
вул. <u>Л.Українки</u>	0,8	0,033	0,017	0,05
вул. Монастирського	0,55	0,017	0,016	0,033
вул. <u>Слівенська</u>	0,55	0,016	0,017	0,033
вул. Польового	0,4	0,017	0,016	0,033
Обласна лікарня	0,35	0,017	0,017	0,034
Стадіон	0,65	0,017	0,016	0,033
Центр	0,7	0,033	0,017	0,05
вул. Шептицького	0,55	0,017	0,016	0,033
Центральний ринок	0,45	0,017	0,017	0,034
Автовокзал	0,2	0,017		0,017
Всього:	8,35	0,3	0,217	0,517

$t_p = 0,517$  год;  $t_{рух} = 0,3$  год;  $t_з = 0,217$  год; (в т.ч.  $t_{л.з} = 0,2$  год.,  $t_{к.з} = 0,017$  год.).

На основі табличних даних проведемо розрахунки показників.

I. Технічна швидкість:

$$V_T = \frac{L_M}{\sum t_{\text{рух}}}, \quad (2.17)$$

де:

$L_M$  - пройдений автобусом шлях;

$\sum t_{\text{рух}}$  - сумарний час, затрачений на рух.

Загальна технічна швидкість маршруту:

$$V_{\text{т}} = \frac{15,55}{0,317+0,3} = 25,2 \text{ км/год.}$$

Прямий рейс:

$$V_T^{\text{пр.}} = \frac{7,2}{0,317} = 22,7 \text{ км/год.}$$

Зворотний рейс:

$$V_T^{\text{зв.}} = \frac{8,35}{0,3} = 27,8 \text{ км/год.}$$

Цей показник характеризує лише рух автобуса без урахування зупинок. Зворотний рейс є швидшим, що може бути пов'язано з меншою кількістю перешкод або кращими дорожніми умовами в зворотному напрямку.

II. Швидкість сполучення:

$$V_{\text{сп}} = \frac{L_M}{\sum t_{\text{рух}} + \sum t_{\text{п.з.}}} \quad (2.18)$$

де:

$\sum t_{\text{п.з.}}$  - сумарний час, затрачений на проміжні зупинки.

$$V_{\text{сп}} = \frac{15,55}{0,317+0,3+0,183+0,2} = 15,55 \text{ км/год.}$$

Цей показник враховує не лише час руху, а й час простою на проміжних зупинках, що точніше відображає фактичний час поїздки для пасажирів. Це

реальна середня швидкість, з якою пасажирів дістаються пункту призначення.

III. Експлуатаційна швидкість:

$$V_e = \frac{L_M}{t_{\text{рух}} + \sum t_{\text{п.з.}} + t_{\text{к.з.}}}, \quad (2.19)$$

де:

$\sum t_{\text{к.з.}}$  - сумарний час, затрачений на кінцеві стоянки.

$$V_e = \frac{15,55}{0,317 + 0,3 + 0,183 + 0,2 + 0,017 + 0,017} = 15 \text{ км/год.}$$

Включає весь час поїздки, враховуючи рух, проміжні та кінцеві зупинки, і є показником ефективності експлуатації транспорту. Цей показник є найнижчим серед усіх, адже враховує всі затримки.

Отже, найвищу швидкість автобус демонструє під час зворотного рейсу (27,8 км/год). Реальна швидкість сполучення (15,55 км/год) свідчить про значні часові втрати на зупинках. Експлуатаційна швидкість (15 км/год) вказує на загальну ефективність маршруту з точки зору підприємства.

Існує потенціал для оптимізації графіку або скорочення часу простою на деяких зупинках з метою підвищення ефективності перевезень та зменшення загального часу поїздки для пасажирів.

### 2.3. Оптимізація графіку руху на маршруті №14

За результатами обстеження пасажиропотоку на маршруті №14 виявлено значну нерівномірність розподілу пасажирів як у просторі (по зупинках), так і в часі (по годинах) (рис. 2.1).

Це підтверджується і значеннями коефіцієнтів нерівномірності:

1) ранковий рейс (прямий напрям) = 1,16;

- 2) післяобідній рейс (прямий напрям) = 1,24;
- 3) ранковий рейс (зворотній напрям) = 1,18;
- 4) післяобідній рейс (зворотній напрям) = 1,35;
- 5) по часу = 1,27.

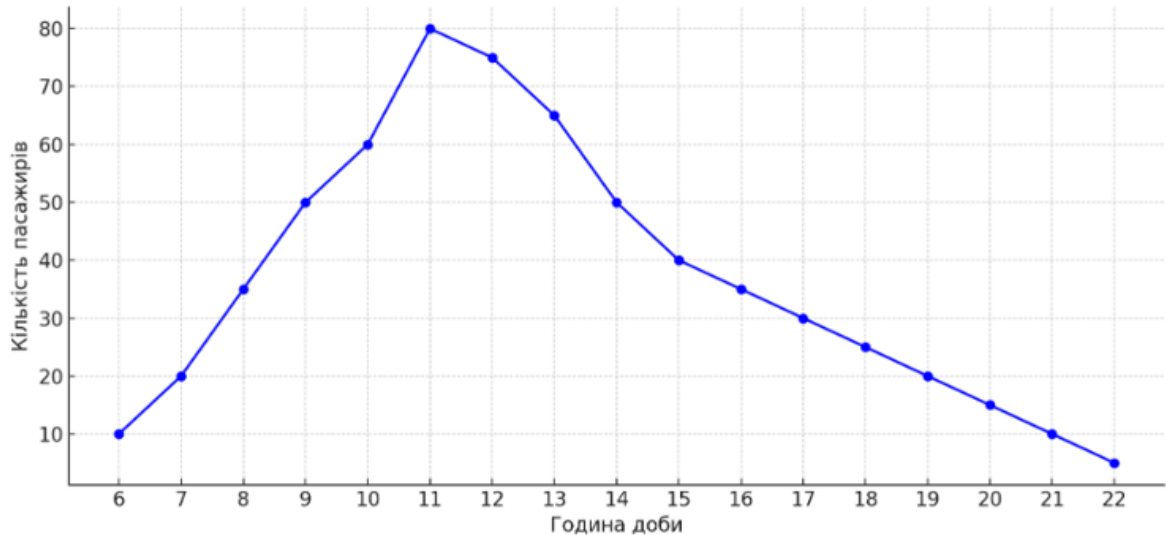


Рисунок 2.1 - Графік пасажиропотоку маршруту №14 протягом дня

Основна мета - зменшити перевантаження транспорту в години пік та покращити ефективність перевезень протягом усього дня.

Враховуючи ці дані, пропонуються такі заходи щодо оптимізації графіку руху на маршруті №14.

#### 1. Впровадження адаптивного графіку руху.

На основі коефіцієнтів нерівномірності, особливо з урахуванням пікового навантаження в ранкові години, пропонується:

- збільшити кількість рейсів у ранкові години (6:30 – 9:00), особливо у зворотному напрямку (вул. Л. Українки → Автовокзал), де фіксується найбільше навантаження (1,18);
- зменшити інтервали між рейсами у пікові години з 15-20 хв до 10-12 хв, якщо це дозволяє парк автобусів.

#### 2. Перерозподіл рухомого складу.

Сконцентрувати більше автобусів великої місткості саме на період з 7:00 до 9:00, коли коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку вищий.

В післяобідні години (13:00-16:00), коли пасажиропотік зменшується, доцільно задіювати автобуси меншої місткості або зменшити кількість рейсів.

### 3. Запровадження експрес-рейсів у години пік.

У години найбільшого навантаження запровадити рейси з обмеженою кількістю зупинок (наприклад: Автовокзал → Залізничний вокзал → вул. Л. Українки).

Це дозволить скоротити час у дорозі для пасажирів, які долають великі відстані, зменшити затори на проміжних зупинках.

### 4. Удосконалення розкладу руху з урахуванням пасажирообороту.

Орієнтувати графік не тільки на пасажиропотік у кількісному вираженні, а й на пасажирооборот у п-км, що показує економічну доцільність перевезень. Так, Залізничний вокзал, Центральний ринок, Центр та вул. Л. Українки мають високий пасажирооборот необхідно забезпечити обов'язкове обслуговування цих точок в години пік. Зупинки з низьким пасажирооборотом (наприклад, вул. В. Великого або вул. Симоненка у післяобідній час) можуть обслуговуватись меншою кількістю рейсів.

### 5. Використання цифрового моніторингу.

Встановити *GPS*-моніторинг і датчики підрахунку пасажирів для постійного контролю завантаженості маршрутів у режимі реального часу.

Використовувати ці дані для динамічного коригування графіка у випадку незапланованих піків (наприклад, події, свята тощо).

### 6. Інформування пасажирів.

Запровадити мобільний додаток або онлайн-табло з інформацією про прибуття наступного рейсу, його завантаженість і наявність вільних місць. Це зменшить скупчення пасажирів на зупинках і дозволить рівномірніше розподілити пасажиропотік.

### 7. Альтернативні перевезення у непіковий час.

Для періодів з низьким навантаженням розглянути можливість використання маршрутних таксі або електричних мікроавтобусів, що допоможе скоротити витрати на пальне та експлуатацію транспорту.

Запропоновані заходи дозволять підвищити ефективність перевезень, зменшити перевантаження транспорту в години пік, забезпечити більш комфортні умови для пасажирів і підвищити економічну доцільність маршруту.

Для підвищення ефективності маршруту на основі аналізу технічної, сполучної та експлуатаційної швидкості:

1. Оптимізація часу простою на проміжних зупинках. Сумарний час простою на проміжних зупинках становить 0,383 год (23 хв), що є значною частиною маршруту.

Рекомендується впровадити диференційовані графіки зупинок: на зупинках з низьким пасажиропотоком скоротити час до 10-15 секунд; встановити сенсорні таймери або автоматичне зачинення дверей.

2. Аналіз доцільності кожної зупинки. Частина зупинок розташована надто близько одна до одної (наприклад, 0,4-0,6 км між деякими), що уповільнює маршрут. Тому варто провести опитування пасажирів і на його основі об'єднати деякі зупинки або зробити їх «запитом» та розробити експрес-маршрут, який оминає частину зупинок у години пік.

3. Зменшення часу на кінцевих стоянках. Кінцева зупинка займає 0,034 год ( $\approx$ 2 хв). Отже, необхідно оптимізувати час відпочинку водіїв у залежності від реального пасажиропотоку (особливо в непіковий час).

4. Регулювання графіку руху. При зниженні пасажиропотоку (вихідні, обідні години) автобус може рухатися швидше.

Рекомендація: запровадити динамічний графік руху використовуючи *GPS*-моніторинг і дані попередніх рейсів та впровадити мобільний застосунок або електронне табло для пасажирів.

5. Технічне обслуговування транспорту. Висока різниця між технічною і експлуатаційною швидкістю може вказувати на технічні проблеми. Тому варто проводити регулярну діагностику автобусів і впровадити стандарти економного водіння. Зазначимо, що після впровадження можна підвищити експлуатаційну швидкість на 2-3 км/год, що скоротить загальний час маршруту на 5-10 хв. Крім того, покращиться якість обслуговування пасажирів і зросте продуктивність

транспорту.

### 3. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

#### 3.1. Вибір типу рухомого складу на маршруті 14

Організація ефективної роботи автобусного маршруту безпосередньо залежить від правильно обраного типу транспортного засобу, а також від раціонального визначення його кількості. Ці параметри мають важливе значення як з точки зору забезпечення належного рівня транспортного обслуговування населення, так і з позиції економічної доцільності діяльності автотранспортного підприємства.

Тип автобусів, які експлуатуватимуться на маршруті, визначається з урахуванням певних факторів (рис. 3.1), зокрема:



Рисунок 3.1 – Фактори, що впливають на типи автобусів, які експлуатуватимуться на маршруті

- інтенсивність пасажиропотоку (у години пік і середньодобова);
- довжина маршруту та стан дорожньої інфраструктури;

- частота рейсів і інтервал руху;
- умови посадки-висадки (наявність зупинок, рівень доступності для маломобільних груп населення);
- екологічні вимоги, що діють у регіоні обслуговування.

Залежно від обсягу пасажиропотоку на маршруті доцільним може бути використання автобусів малого (до 30 місць), середнього (30-50 місць) або великого (понад 50 місць) класу. Наприклад, на маршрутах із помірним пасажиропотоком у міжпікові години економічно виправданим є застосування автобусів середнього класу, тоді як у години пік — великого класу з більшою місткістю.

Вибір типу транспортного засобу є одним із ключових етапів організації міських пасажир. перевезень, оскільки саме він визначає здатність маршруту ефективно реагувати на потреби населення у перевезеннях, забезпечувати комфортні умови для пасажирів та економічну ефективність для перевізника.

У контексті маршруту №14 м. Тернопіль особливу увагу необхідно приділити аналізу його особливостей та пасажиропотоку.

Маршрут №14 у м. Тернопіль з'єднує два важливі житлові масиви – «Сонячний» та район вул. Текстильна – з центральною частиною міста. Це один із найбільш завантажених маршрутів, що обслуговує велику кількість пасажирів, зокрема у години пік. Протяжність маршруту становить приблизно 8 км в один бік. Загальна кількість зупинок – понад 20. Середній час обороту одного рейсу – близько 50 хвилин, залежно від дорожньої ситуації.

На маршруті спостерігається високе пасажиронавантаження у ранкові та вечірні години – переважно у напрямку до центру міста вранці та у зворотному напрямку ввечері. Окрім мешканців житлових масивів, пасажирами маршруту є студенти, працівники підприємств, відвідувачі ринків, ТРЦ. У середньому щоденний пасажиропотік на маршруті оцінюється в понад 7-8 тисяч осіб, що свідчить про потребу у використанні транспорту з високою місткістю.

З урахуванням характеристик маршруту та пасажиропотоку, до

транспортного засобу висуваються наступні вимоги:

- 1) висока пасажиромісткість – для зменшення скупчення пасажирів у годину пік;
- 2) низькопідлогова конструкція – для забезпечення доступності для маломобільних громадян, осіб з інвалідністю, батьків з дитячими візочками;
- 3) маневреність – для ефективного руху в умовах міських вулиць;
- 4) економічність та екологічність – з урахуванням вимог до зниження викидів шкідливих речовин у міському середовищі.

З огляду на вищезначене, оптимальним типом транспортного засобу для обслуговування маршруту №14 є автобус великого класу або сучасний низькопідлоговий тролейбус із пасажиромісткістю понад 100 осіб (включаючи місця для стоячих пасажирів). Серед ефективних варіантів для такого маршруту – автобуси типу «Богдан А701», «Електрон А185». Ці моделі поєднують високу пасажиромісткість, комфорт, наявність кондиціонування, зручний вхід/вихід.

Кількість автобусів на маршруті визначається з урахуванням транспортного попиту та режиму роботи маршруту.

Основними етапами розрахунку є:

1. Визначення максимальної годинної пасажиромісткості маршруту ( $P_M$ ):

$$P_M = \frac{N \cdot C}{t} \quad (3.1)$$

де:

$N$  - кількість автобусів на маршруті;

$C$  - пасажиромісткість одного автобуса;

$t$  - інтервал між рейсами (хв).

2. Розрахунок кількості рейсів для задоволення попиту:

$$R = \frac{P}{C} \quad (3.2)$$

де:

$P$  - кількість пасажирів у години пік;

$C$  - кількість пасажирів, яку може перевезти один автобус за рейс.

3. Розрахунок кількості автобусів:

$$N = \frac{T_3}{T_0} \quad (3.3)$$

де:

$T_3$  - загальний час обслуговування маршруту;

$T_0$  - обертальний час одного автобуса (включаючи час руху в обидва боки та час простою на кінцевих зупинках).

Розрахунок дозволяє оптимізувати кількість транспортних засобів, забезпечити стабільність графіка руху, уникнути надлишкових витрат та знизити рівень простоїв.

Правильний вибір типу автобусів і їх кількості забезпечує:

- підвищення комфорту перевезень для пасажирів;
- зменшення інтервалу руху, що підвищує привабливість маршруту;
- оптимізацію витрат підприємства (паливо, амортизація, зарплата водіям тощо);
- зменшення екологічного навантаження шляхом використання сучасного та менш енерговитратного рухомого складу.

Таким чином, процес вибору та планування кількості автобусів є ключовим етапом у формуванні ефективної транспортної мережі.

### **3.2. Розрахунок показників використання автобусів на маршруті №14**

Організація транспортного процесу повинна забезпечувати ефективне використання рухомого складу, задоволення попиту на перевезення пасажирів та

дотримання технологічних параметрів руху.

### 1. Тривалість роботи автобуса.

Розрахунок тривалості роботи автобуса на маршруті проводився за формулою:

$$T_M = T_H - \frac{\sum l_H}{V_T}, \quad (3.4)$$

де:

$T_H = 12,984$  год. – час у наряді;

$\sum l_H = 8$  км – нульовий пробіг;

$V_T = 25,2$  км/год – технічна швидкість.

Підставивши значення, отримаємо:

$$T_M = 12,984 - \frac{8}{25,2} = 12,667 \text{ год.}$$

Час роботи автобуса на маршруті становить 12,667 годин – це оптимальний робочий час, що враховує нульовий пробіг та забезпечує ефективне використання транспорту.

### 2. Організація рейсів.

Час одного рейсу в прямому та зворотному напрямках обчислюється за формулою:

$$t_p = \frac{L_M}{V_T} + n \cdot t_{пз} + t_{кз}, \quad (3.5)$$

де:

$L_M$  - довжина маршруту;

$V_T$  - технічна швидкість;

$n$  - кількість зупинок;

$t_{пз}, t_{кз}$  - часи простою.

Час рейсу у прямому напрямку:

$$t_p^{пп} = \frac{7,2}{22,7} + 0,183 + 0,017 = 0,517 \text{ год.}$$

Час рейсу у зворотному напрямку:

$$t_p^{зв} = \frac{8,35}{27,8} + 0,2 + 0,017 = 0,517 \text{ год.}$$

Таким чином, час обороту:

$$t_o = t_p^{пп} + t_p^{зв} = 0,517 + 0,517 = 1,034 \text{ год.}$$

Час одного рейсу (в прямому і зворотному напрямках) складає по 0,517 годин, що разом утворює оборотний час 1,034 год. Це дозволяє легко планувати інтервали між рейсами.

3. Кількість рейсів на автобус.

Враховуючи, що 8 автобусів виконують 98 оборотів на добу, середня кількість оборотів одним автобусом становить:

$$Z_o = \frac{98}{8} = 12,25 \text{ од.}$$

Один автобус виконує в середньому 12,25 оборотів за добу, що є показником його активного залучення в перевезення.

4. Середньодобовий пробіг одного автобуса:

$$L_{сд} = L_M \cdot Z_o + \sum l_n = 15,55 \cdot 12,25 + 8 = 198,49 \text{ км}$$

198,49 км - середній добовий пробіг одного автобуса, що включає маршрутний пробіг та нульовий пробіг.

5. Коефіцієнти використання пробігу:

$$\beta = \frac{L_{\text{пр}}}{L_{\text{сд}}} = \frac{190,49}{198,49} = 0,96$$

Коефіцієнт використання пробігу ( $\beta$ ) = 0,96 – свідчить про дуже ефективне використання пробігу.

6. Коефіцієнт використання вмістимості автобуса:

$$\gamma = \frac{P_{\text{р.д.}}}{q_{\text{н}} \cdot L_{\text{М}} \cdot N_{\text{ізд}}} = \frac{44884}{43 \cdot 15,55 \cdot 98} = 0,68$$

Коефіцієнт використання вмістимості ( $\gamma$ ) = 0,68 – досить хороший показник заповненості автобусів пасажирами, але є потенціал для покращення.

7. Продуктивність.

Денна продуктивність одного автобуса за кількістю перевезених пасажирів:

$$U_{\text{р.д.}} = q_{\text{н}} \cdot \gamma \cdot K_{\text{зм}} \cdot Z_{\text{о}} = 43 \cdot 0,68 \cdot 3,05 \cdot 12,25 = 1092 \text{ пас.}$$

Денна продуктивність одного автобуса у пасажиро-кілометрах:

$$W_{\text{р.д.}} = U_{\text{р.д.}} \cdot l_{\text{іп}} = 1092 \cdot 5,1 = 5569 \text{ пас.-км}$$

Продуктивність одного автобуса на добу в пасажирів – 1092 пасажирів, а в пасажиро-кілометрах – 5569 пас-км, що свідчить про вагомий обсяг перевезень.

8. Потреба в автобусах.

Необхідна кількість автобусів для забезпечення добового обсягу перевезень:

$$A_{\text{е}} = \frac{Q_{\text{р.д.}}}{U_{\text{р.д.}}} \cdot h = \frac{8820}{1092} \cdot 1,02 = 8,2 \text{ од.}$$

Для задоволення добового попиту (8820 пасажирів), необхідно 8 автобусів – і саме така кількість передбачена в моделі.

### 9. Ритм руху.

Інтервал руху автобусів:

$$I = \frac{t_o}{A_e} = \frac{1,034}{8} = 0,13 \text{ год. } (\approx 7,8 \text{ хв.})$$

Інтервал руху між автобусами складає 0,13 год (приблизно 7,8 хв) – це забезпечує рівномірність і зручність для пасажирів.

Частота руху автобусів:

$$h = \frac{A_e}{t_o} = \frac{8}{1,034} = 7,7 \text{ автобусів/год.}$$

Частота руху – 7,7 автобусів на годину, що є достатнім для покриття попиту.

Отже, результати аналізу свідчать про високу ефективність використання рухомого складу на маршруті. Високий коефіцієнт використання пробігу (0,96) та вмістимості (0,68) свідчать про раціональну організацію перевезень. Задоволення добового попиту (8820 пасажирів) забезпечується оптимальною кількістю автобусів (8 од.), що дозволяє підтримувати інтервал руху в межах 7-8 хвилин і забезпечує регулярність та комфорт для пасажирів.

Організація руху автобусів є ефективною, економічно обґрунтованою і відповідає попиту на перевезення. Високі коефіцієнти використання пробігу та вмістимості свідчать про хорошу логістику. При цьому інтервали та частота руху дозволяють забезпечити комфорт пасажирам, а обсяг перевезень виконується при оптимальній кількості транспорту.

### 3.3. Розробка графіків і розкладів руху автобусів

Раціональна організація пасажир. перевезень значною мірою залежить від правильно розроблених графіків та розкладів руху автобусів. Основною метою є забезпечення стабільного, безпечного та зручного транспортування пасажирів з урахуванням реального попиту, пропускної спроможності доріг, а також оптимального використання транспортних засобів.

Процес розробки розкладів руху включає кілька етапів (рис. 3.2).

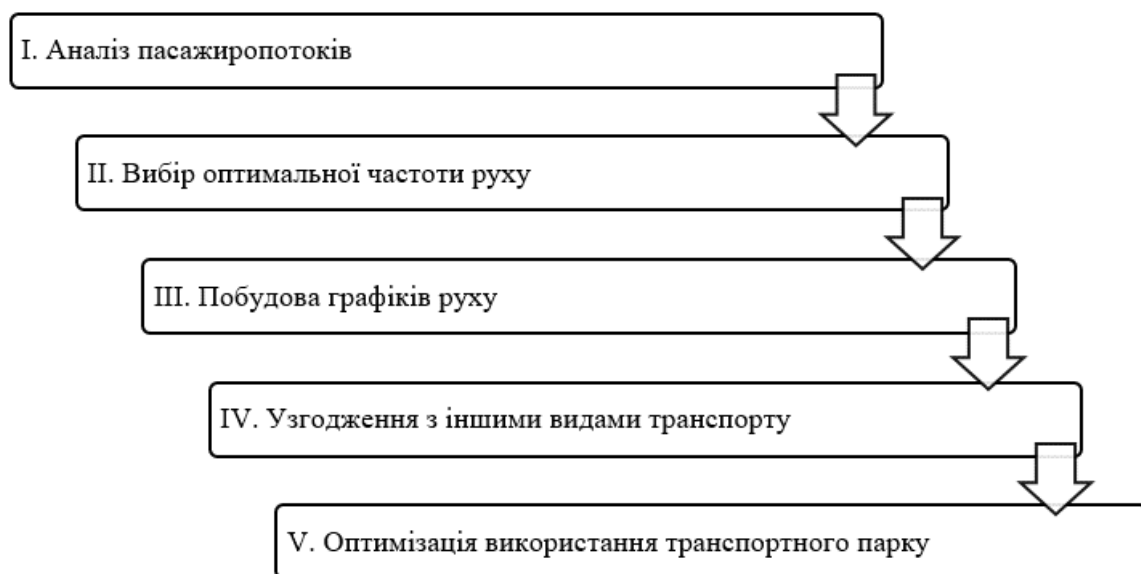


Рисунок. 3.2 - Процес розробки розкладів руху

I. Аналіз пасажиропотоків. На основі даних про кількість перевезених пасажирів за певні часові проміжки визначаються години пік і періоди зниженого попиту. Такі дослідження проводяться за допомогою анкетування, автоматичних підрахунків пасажирів або аналізу даних *GPS*.

II. Вибір оптимальної частоти руху. Частота визначається залежно від інтенсивності пасажиропотоку. У години пік доцільно збільшувати кількість рейсів для уникнення перевантаження транспортних засобів, тоді як у міжпікові періоди допускається зменшення інтервалів руху.

III. Побудова графіків руху. Графік включає час відправлення автобусів з кінцевих зупинок, тривалість рейсів, час стоянок, зміну водіїв, час для технічного обслуговування тощо. При цьому враховується інфраструктура

маршрутів, стан доріг, наявність світлофорів та інших чинників, що впливають на тривалість поїздки.

IV. Узгодження з іншими видами транспорту. Для забезпечення ефективної пересадки графіки автобусів мають бути скоординовані з рухом міського електротранспорту або міжміських сполучень.

V. Оптимізація використання транспортного парку. Графіки повинні враховувати технічні можливості підприємства, кількість доступних автобусів, їх місткість, витрати пального, а також людський ресурс (водіїв, технічного персоналу).

Сучасні інформаційні технології, зокрема спеціалізоване програмне забезпечення для планування маршрутів та графіків (наприклад, *PTV Visum*, *TransCAD*), дозволяють автоматизувати цей процес, здійснювати моделювання та виявляти вузькі місця у транспортній системі.

Таким чином, грамотно розроблений графік руху автобусів сприяє покращенню якості обслуговування пасажирів, підвищенню рентабельності перевезень, а також дозволяє підприємству гнучко реагувати на зміни в умовах ринку перевезень.

Для ілюстрації процесу побудови графіка руху було розглянуто приклад автобусного маршруту, який охоплює як прямий, так і зворотний напрямки. У табл. 3.1 наведено детальну інформацію щодо часу прибуття, тривалості стоянки на зупинках, часу відправлення, а також відстані між зупинками у метрах.

Таблиця 3.1 – Розклад руху, час стоянки та відстань від початкової зупинки

Прямий напрям			Відстань, м	Пункти зупинки	Відстань, м	Зворотній напрям		
Прибуття, год.хв.	Стоянка, сек.	Відправлення, год.хв.				Прибуття, год.хв.	Стоянка, сек.	Відправлення, год.хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		6.33	0	Автовокзал				
6.36	60	6.37	700	АТП				
6.38	60	6.39	1300	вул. Острозького				
6.40	60	6.41	1700	1-ша міська лікарня				
6.43	60	6.44	2300	Залізничний вокзал				
6.46	60	6.47	3100	вул. Збараська				
6.48	60	6.49	3600	вул. <u>Ш.Руставеллі</u>				
6.51	60	6.52	4100	маг. Текстильник				
6.53	60	6.54	4600	маг. Універсам				
6.56	60	6.57	5700	11-та школа				
6.59	60	7.00	6300	вул. <u>Б.Лепкого</u>				

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.01	60	7.02	6750	вул. В. Великого				
7.03			7200	вул. Симоненка	0			7.04
				бульв. Куліша	850	7.06	60	7.07
				бульв. С. Петлюри	1700	7.09	60	7.10
				пр. С. Бандери	3150	7.12	60	7.13
				вул. Л. Українки	3950	7.15	60	7.16
				вул. Монастирського	4500	7.17	60	7.18
				вул. Слівенська	5050	7.19	60	7.20
				вул. Польового	5450	7.21	60	7.22
				Обласна лікарня	5800	7.23	60	7.24
				Стадіон	6450	7.25	60	7.26
				Центр	7150	7.28	60	7.29
				вул. Шептицького	7700	7.30	60	7.31
				Центральний ринок	8150	7.32	60	7.33
				Автовокзал	8350	7.34		

У прямому напрямку час зупинок складає переважно 60 секунд, що відповідає типовому режиму посадки-висадки пасажирів. Зворотний маршрут дзеркально повторює прямий, проте розпочинається з вул. Симоненка.

На рис. 3.3 візуалізовано графік руху автобуса для прямого та зворотного напрямків відповідно до наданого розкладу.

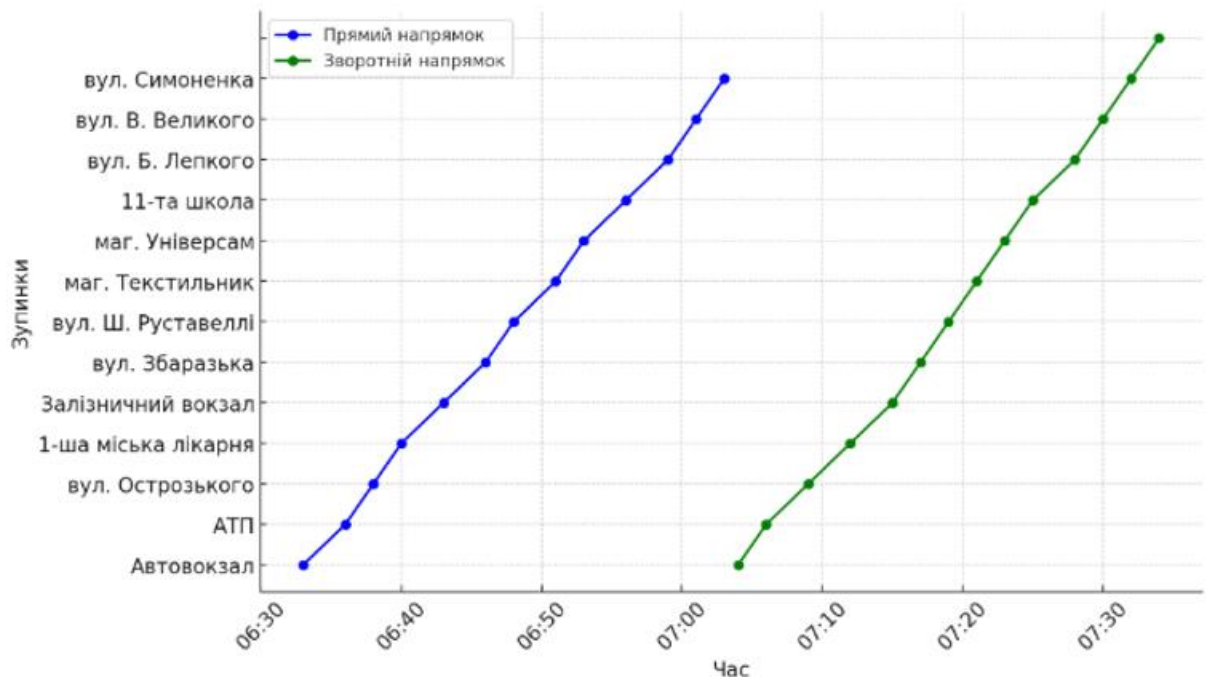


Рисунок 3.3 - Графік руху автобуса (прямий та зворотній напрямки)

Отже, представлений розклад дозволяє забезпечити чітку організацію транспортного процесу, уникати перевантажень на маршруті, а також сприяє плануванню змін водіїв і технічного обслуговування. Застосування такого підходу дозволяє адаптувати маршрут до реальних умов міського трафіку та потреб пасажирів.

### **3.4. Організація випуску автобусів і повернення в автотранспортне підприємство**

Раціональна організація випуску автобусів на лінію та їх повернення після завершення рейсів є однією з ключових умов ефективної роботи автотранспортного підприємства (АТП). Від правильності планування та чіткості виконання цих операцій залежить дотримання графіків руху, ритмічність транспортного процесу, а також рівень обслуговування пасажирів.

Випуск автобусів на лінію здійснюється відповідно до затверджених розкладів руху та маршрутних листів. Кожен водій перед початком роботи проходить медичний огляд, а автобус — технічний контроль на предмет справності основних систем. У разі виявлення несправностей транспортний засіб не допускається до виконання рейсу, а на лінію випускається резервний автобус.

Процес випуску включає такі етапи:

1. Проходження водієм медичного контролю.
2. Перевірка технічного стану автобуса.
3. Отримання маршрутного листа та документів.
4. Виїзд із території АТП згідно з графіком.

Контроль за дотриманням графіка виїзду здійснюється диспетчерською службою, яка також координує резервні випуски у разі потреби.

Повернення автобусів у парк організовується згідно з часом завершення маршруту. Після заїзду на територію АТП здійснюється:

- контроль фактичного пробігу та споживання пального;
- здача водієм маршрутного листа та звітності;
- повторний медичний огляд водія;
- технічний огляд автобуса для виявлення пошкоджень чи несправностей;
- при потребі - направлення транспортного засобу в зону обслуговування або ремонту.

На рис. 3.4 представлено схему організації випуску та повернення автобусів.



Рисунок 3.4| - Організація випуску та повернення автобусів в АТП

Для забезпечення ефективної організації випуску та повернення автобусів важливо мати зручну схему руху на території АТП, належно облаштовані пункти медичного та технічного контролю, а також автоматизовану систему обліку рейсів і витрат.

Удосконалення цих процесів сприяє підвищенню продуктивності автопарку, зменшенню простоїв, забезпеченню безпеки пасажир. перевезень та зниженню експлуатаційних витрат.

## ВИСНОВКИ

1. Організація пасажир. перевезень у місті Тернопіль є складним і багатограним процесом, що охоплює планування маршрутної мережі, впровадження сучасних технологій, координацію роботи перевізників і забезпечення високого рівня обслуговування населення. Вона спрямована на створення безпечного, комфортного та доступного транспортного середовища, яке відповідає потребам жителів міста та сприяє сталому розвитку території.

Завдяки активній цифровізації транспортної системи Тернополя, зокрема впровадженню електронного квитка, системи диспетчерського контролю та інтеграції із платформою «*SmartCity*», місто забезпечує прозорість і підвищення ефективності пасажир. перевезень. Водночас диференційована тарифна політика стимулює безготівкову оплату проїзду, що сприяє оптимізації фінансових потоків у галузі транспорту.

Перспективи розвитку пасажир. перевезень у Тернополі пов'язані із впровадженням екологічно чистих транспортних засобів та модернізацією інфраструктури. Для подальшого вдосконалення цієї сфери необхідні системне планування, залучення інвестицій, оновлення рухомого складу та тісна взаємодія між органами влади, перевізниками й громадою міста.

2. Маршрут №14 у місті Тернопіль є важливим елементом міської транспортної мережі, який забезпечує зручне сполучення між різними районами міста, зокрема південним і східним. Завдяки своїй довжині і великій кількості зупинок, маршрут обслуговує значну кількість пасажирів, зокрема мешканців густозаселених районів та тих, хто відвідує важливі соціальні об'єкти, такі як навчальні та медичні установи, торгові центри та адміністративні будівлі.

Маршрут обслуговується автобусами середньої та малої місткості, а також передбачає використання сучасних технологій, таких як система електронного квитка та *GPS*-нагляд за графіком руху.

На маршруті №14 є кілька проблемних аспектів, зокрема недостатня кількість транспортних засобів у години пік, нерівномірні інтервали між

рейсами, порушення графіка через затори та відсутність умов для маломобільних груп населення. Ці проблеми потребують вирішення для забезпечення належного рівня транспортної доступності та комфорту для пасажирів. *SWOT*-аналіз показує, що для покращення ситуації необхідно модернізувати інфраструктуру, оновити транспортні засоби та підвищити стандарти обслуговування.

Для покращення роботи перевізника пропонуються кілька стратегій. Оптимізація графіка руху, оцінка завантаження на зупинках, актуалізація маршрутної мережі та впровадження електронного обліку пасажирів допоможуть більш ефективно розподіляти пасажиропотік. Модернізація автопарку та підвищення якості обслуговування є важливими кроками для забезпечення сталого розвитку транспортних послуг та підвищення пасажиропотоку. Впровадження цих заходів дозволить значно підвищити ефективність перевезень та задоволеність споживачів.

3. У процесі оптимізації транспортного процесу маршруту №14 було здійснено детальне дослідження пасажиропотоку, яке дозволило визначити ключові показники, такі як інтенсивність використання транспорту, пікові години навантаження та коефіцієнти нерівномірності пасажиропотоку по зупинках і часу. Виявлено, що на маршруті є суттєва нерівномірність, особливо в години пік, що вказує на необхідність коригування графіка руху та кількості рейсів для оптимізації навантаження.

Аналіз показників, таких як пасажирооборот та середня кількість пасажирів за день, підтверджує високе навантаження на маршрут, що складає 8820 пасажирів на день. Враховуючи середню відстань перевезення пасажирів (5,1 км), можна зробити висновок, що маршрут використовується переважно для коротких поїздок. Це також вказує на важливість оптимізації зупинок, орієнтуючись на найбільший попит, а також на оперативне обслуговування зупинок, що мають високі навантаження.

Коефіцієнт змінності пасажирів (3,05) свідчить про інтенсивну зміну пасажирів, що вимагає адаптації інтервалів руху та аналізу сезонних коливань

попиту. У перспективі необхідно врахувати зміни в урбанізаційних процесах та розвиток інфраструктури для забезпечення сталого функціонування транспортної системи.

4. У процесі нормування швидкостей руху автобусів на досліджуваному маршруті важливо враховувати різні види швидкостей: технічну, маршрутну та експлуатаційну. Розрахунки показників для досліджуваного маршруту показали, що технічна швидкість зворотного рейсу (27,8 км/год) є вищою, ніж прямого (22,7 км/год), що може бути обумовлено кращими дорожніми умовами або меншою кількістю перешкод у зворотному напрямку. Швидкість сполучення, яка враховує час на зупинках, становить 15,55 км/год, що відображає реальний час, витрачений пасажиром на поїздку, та показує значні часові втрати на зупинках. Експлуатаційна швидкість маршруту, яка становить 15 км/год, є найнижчим показником, оскільки враховує всі затримки на зупинках. Це свідчить про потенціал для оптимізації графіка руху та зменшення часу простою на зупинках, що може підвищити ефективність перевезень і зменшити загальний час поїздки для пасажирів.

Пропоновані заходи для оптимізації графіка руху включають впровадження адаптивного графіку руху, перерозподіл рухомого складу відповідно до часу доби та рівня пасажиропотоку, а також запровадження експрес-рейсів у години пік для скорочення часу в дорозі. Крім того, розглядається можливість вдосконалення розкладу з урахуванням пасажирообороту та використання цифрових технологій для моніторингу завантаженості маршрутів у реальному часі, що дозволить динамічно коригувати графік.

З метою підвищення ефективності маршруту також пропонується оптимізувати час простою на зупинках, зменшити час на кінцевих стоянках та впровадити динамічний графік руху на основі *GPS*-моніторингу. Проводити регулярну діагностику автобусів та впроваджувати стандарти економного водіння дозволить підвищити технічну ефективність маршруту, зменшити витрати часу та покращити обслуговування пасажирів, що в кінцевому

результаті зростить продуктивність транспорту.

5. Вибір типу рухомого складу для автобусного маршруту є критично важливим етапом у забезпеченні ефективності перевезень. Для маршруту №14 у Тернополі, який обслуговує високий пасажиропотік, особливо в години пік, важливо підібрати автобуси з високою пасажиромісткістю та доступністю для маломобільних груп населення. Найбільш оптимальними для цього маршруту є автобуси великого класу або низькопідлогові тролейбуси, здатні перевозити понад 100 осіб. Враховуючи значні вимоги до комфортності, економічності та екологічності, сучасні автобуси типу «Богдан А701» або «Електрон А185» відповідають вимогам цього маршруту, поєднуючи місткість, зручність і екологічні стандарти.

Крім того, для оптимізації роботи маршруту важливо правильно визначити кількість автобусів, необхідних для забезпечення стабільності графіка та мінімізації витрат. Розрахунки на основі пасажиропотоку та інтервалів руху дозволяють забезпечити необхідну кількість рейсів і, як результат, покращити якість обслуговування. Правильний вибір і планування рухомого складу знижує витрати підприємства на паливо, амортизацію та зарплату водіїв, а також зменшує екологічне навантаження, що сприяє створенню ефективної і стійкої транспортної системи.

Розрахунки показників використання автобусів на маршруті №14 свідчать, що час роботи автобусів становить 12,667 годин і забезпечує оптимальне використання рухомого складу з урахуванням нульового пробігу. Час одного рейсу складає 0,517 год, а час обороту – 1,034 год, що дозволяє забезпечити регулярність руху та задоволення попиту на перевезення. Середньодобовий пробіг одного автобуса становить 198,49 км, що підтверджує високу інтенсивність використання транспорту.

Висока продуктивність (1092 пасажири та 5569 пас-км на добу) забезпечує виконання добового обсягу перевезень (8820 пасажирів) з оптимальною кількістю автобусів – 8 одиниць. Інтервал руху між автобусами складає 7-8 хвилин, що забезпечує покриття попиту. Загалом, організація руху є економічно

обґрунтованою і відповідає вимогам ефективності та комфорту для пасажирів.

6. Розробка графіків і розкладів руху автобусів є критично важливою для ефективної організації пасажир. перевезень, бо дозволяє оптимально використовувати транспортні ресурси, забезпечити стабільність і безпеку руху, а також врахувати реальний попит пасажирів та технічні можливості підприємства. Процес включає аналіз пасажиропотоків, вибір оптимальної частоти руху в різні часові періоди, побудову графіків із урахуванням інфраструктури та координацію з іншими видами транспорту.

Організація випуску автобусів і їх повернення до автотранспортного підприємства також є важливою складовою ефективної роботи транспорту. Чітке дотримання графіків, перевірка технічного стану автобусів, медичний контроль водіїв і забезпечення резервних автобусів у разі несправностей сприяє підтримці стабільності транспортного процесу. Додатково, важливою є організація належної інфраструктури для контролю і обліку, що зменшує простой та експлуатаційні витрати, підвищуючи загальну ефективність перевезень.