

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та транспортної
інфраструктури

Кафедра транспортних систем і логістики

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: **Проектування організації перевезень на
міському автобусному маршруті з добовим обсягом
перевезень 8746 пасажирів**

Виконав: студент 4 курсу, групи ЛП-2022-2

спеціальності 275 «Транспортні технології»,
освітньої програми «Транспортні технології
(міський транспорт)»

Бєбех О. А.

Керівник: Бурко Д. Л.

Рецензент: Кошитков Д. М.

Харків - 2026 року

**Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова**

Назва кафедри Кафедра Енергетичної, інформаційної та транспортної інфраструктури
Транспортних систем і логістики

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Ім'я студента

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф. Куш С. І.

2026 рік

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Бабех Олександр Андрійовичу
прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема проєкту (роботи) Проектування організації перевезень на
міському автобусному маршруті з добовим обсягом перевезень 8746
пасажирів

керівник проєкту (роботи) доц. Бурко Д. Л., к.т.н.
прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання
затверджені наказом вишого навчального закладу від "22" травня 2026 р.
№ 440-03.

Строк подання студентом проєкту (роботи) 14 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Обсяги перевезень пасажирів за
попередні роки. Характеристика маршруту перевезень пасажирів. Техніко-
експлуатаційні показники роботи автобусів на маршруті. Характеристики
дорожнього руху на перехресті.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) Вступ. Теоретичні основи організації міського
пасажирського транспорту. Проектування процесу перевезення пасажирів на
маршруті міського пасажирського транспорту. Організація дорожнього руху
на перехресті маршруту перевезення пасажирів. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Основні положення і результати роботи представлені у електронному вигляді
з використанням офісного пакету PowerPoint

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посила консультанта	Підпис, дата	
		завдання	завдання
Анотація	Вик. каф. ТС і Т. Точилчов Т. О.	Вик.	Вик.

7. Дата видачі завдання 01.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ зп	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз теоретичних положень	01.05-13.05.26	Вик.
2	Проектування процесу перевезення пасажирів на маршруті міського пасажирського транспорту	14.05-31.05.26	Вик.
3	Організація дорожнього руху на перехресті маршруту перевезення пасажирів	01.06-07.06.26	Вик.
4	Оформлення пояснювальної записки	07.06-14.06.26	Вик.

Студент

Бабех О. А.

Керівник роботи

Бурко Д. Л.

Додаток

з вихідними даними до завдання на кваліфікаційну роботу студенту

Бєбєх О. А.

Таблиця 1 Дані пасажирообміну зупиночних пунктів

Прямий напрямок			Зворотній напрямок		
Номер зупиночного пункту	Кількість пасажирів		Номер зупиночного пункту	Кількість пасажирів	
	Зайшло, пас.	Вийшло, пас.		Вийшло, пас.	Зайшло, пас.
1	125	0	1	459	0
2	133	95	2	262	127
3	151	123	3	234	147
4	156	144	4	505	147
5	157	155	5	424	294
6	178	166	6	416	304
7	189	177	7	350	348
8	204	188	8	316	398
9	205	191	9	268	379
10	229	210	10	234	363
11	240	250	11	216	363
12	318	264	12	192	336
13	298	272	13	181	275
14	294	312	14	164	265
15	263	350	15	152	227
16	257	312	16	106	171
17	214	282	17	92	165
18	206	216	18	84	151
19	200	202	19	74	136
20	0	108	20	0	133
Всього	4017	4017	Всього	4729	4729

Таблиця 2 – Значення пасажиропотоків на маршруті, пас./год.

Годиниця	Пасажиро-потік	Годиниця	Пасажиро-потік	Годиниця	Пасажиро-потік
5 - 6	385	11 - 12	257	17 - 18	1155
6 - 7	1027	12 - 13	385	18 - 19	770
7 - 8	1283	13 - 14	642	19 - 20	642
8 - 9	1027	14 - 15	770	20 - 21	385
9 - 10	642	15 - 16	770	21 - 22	257
10 - 11	385	16 - 17	1027	22 - 23	129

Таблиця 3 – Вихідні дані для визначення показників технологічного процесу перевезень пасажирів на маршруті

Параметр	Значення параметру
Довжина маршруту, км.	9,006
Загальна кількість зупиночних пунктів, од.	0,325; 0,352; 0,464; 0,505; 0,541; 0,584; 0,598; 0,526; 0,438; 0,598; 0,383; 0,548; 0,479; 0,485; 0,329; 0,373; 0,461; 0,554; 0,463
Довжина перегонів, км.	20
Місткість автобусу, $q_{\text{п}}$, пас.	80
Кількість обертів на маршруті, $n_{\text{об}}$, од.	18
Пудловий пробіг, $l_{\text{п}}$, км.	15
Кількість проміжних зупиночних пунктів, од.	18
Час простою на проміжних зупиночних пунктах, с. (год.)	50 (0,014)
Час простою на кінцевому зупиночному пункті, хв. (год.)	10 (0,167)
Експлуатаційна швидкість на маршруті, км/год.	20
Коефіцієнт дефіциту автобусів на маршруті	1,0

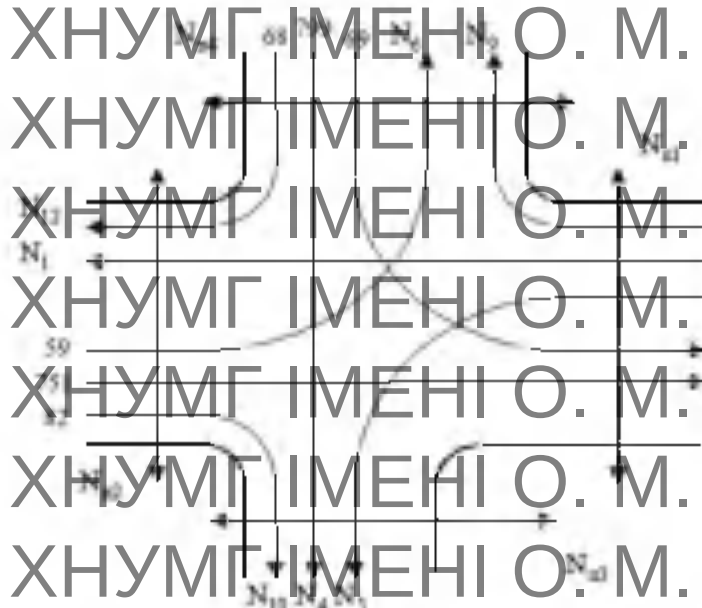


Рисунок 3 – Перехрестя маршруту з інтенсивностями дорожнього руху

Таблиця 4 – Характеристика пішохідних потоків

Пішохідний потік	Інтенсивність пішохідного руху, осіб/год
$N_{п11}$	700
$N_{п12}$	680
$N_{п13}$	250
$N_{п14}$	750

Таблиця 5 – Параметри перехрестя та транспортних потоків

Номер транспортного потоку	Параметри			
	Ширина смуги, м	Радіус повороту, м (за можливості)	Інтенсивність потоку авт./год	Склад потоку, %
N_1	3,6 – 3,5	6 – 0	706	Легкові 95% Вантажівки 5%
N_2	3,4 – 3,5	1 – 0	751	Легкові 84% Вантажівки 16%
N_3	3,9 – 4	2 – 0	799	Легкові 90% Вантажівки 10%
N_4	3,7 – 3,5	2 – 15	86	Легкові 90% Вантажівки 20%
N_5	3,3 – 3,5	2 – 15	59	Легкові 24% Вантажівки 76%
N_6	2,4 – 2,5	1 – 15	69	Легкові 59% Вантажівки 50%
N_7	4,1 – 4	7 – 15	52	Легкові 66% Вантажівки 54%
$N_{п11}$	2,9 – 3	2 – 15	82	Легкові 60% Вантажівки 40%
$N_{п12}$	2,3 – 2,5	12 – 15	68	Легкові 51% Вантажівки 49%

Студент

Інтелек

Майстер Д.

Керівник роботи

Інтелек

Барко Д.Д.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 65 сторінок, 17 рисунків, 14 таблиць, 28 джерел.

Об'єкт дослідження: процес перевезень пасажирів на маршруті.

Мета роботи: проєктування організації перевезень на міському автобусному маршруті з добовим обсягом перевезень 8746 пасажирів.

Методи дослідження: аналітичні, прогнозування, графічні.

Отримані результати: проведено аналіз сучасного стану функціонування пасажирських транспортних систем м.ст та методів підвищення ефективності функціонування міського пасажирського транспорту; проведено прогнозування зміни обсягів перевезень на маршруті; визначені показники перевезень пасажирів на маршруті, визначено кількість автобусів для роботи на маршруті, мінімальна кількість 4, максимальна – 15 одиниць; розроблено графоаналітичний розрахунок режимів роботи автобусів і водіїв; коефіцієнт ефективності побудови склав 0,93; складено стрічковий графік руху автобусів на маршруті та сформовано розклад винисків в табличній формі; розраховано параметри двофазного руху на перехресті та цикл світлофорного регулювання 48 с; складено циклограму роботи світлофорного об'єкта на перехресті; визначено якість схеми організації дорожнього руху з урахуванням середньозваженої затримки, величина якої склала 12,68 с, та показника складності перехрестя, що дорівнює 51 балам, що є свідченням середньої складності вузла.

Рекомендації з впровадження: робота має теоретичну спрямованість, яка не передбачає впровадження.

АВТОБУС, ПАСАЖИРСЬКА ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА, ПЕРЕХРЕСТЯ,
РОЗКЛАД РУХУ, ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	10
1.1. Аналіз сучасного стану функціонування пасажирських транспортних систем міст	10
1.2. Методи підвищення ефективності функціонування міського пасажирського транспорту	16
1.3. Висновки до розділу	21
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ НА МАРШРУТІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	23
2.1. Прогнозування зміни обсягів перевезень на маршруті	23
2.2. Визначення показників перевезень пасажирів на маршруті	25
2.3. Визначення кількості автобусів для роботи на маршруті	32
2.4. Складання графіку роботи водіїв і транспортних засобів на маршруті	35
2.5. Розробка розкладу руху	37
2.6. Висновки по розділу	41
РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ	43
3.1. Розрахунок параметрів світлофорного регулювання	43
3.2. Визначення затримок руху	54
3.3. Висновки до розділу	58
ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	62

ННІЕНТ ТСУ ТТ 2022-2 ТТ ХХХ...ХНІЗ

Зам.	Арх.	Затверд.	Підпис	Датум
Григор	Байко Г. І.			
Перовіт	Бурко Л. І.			
П. копир	Бурко Л. І.			
Затв.	Бурко Л. І.			

Дипломна робота

Літера	Архив	Архив
к	п	с
8	8	65
ХНУМГ ім. О.М. Бекетова		

ВСТУП

Міський пасажирський транспорт є невід'ємним елементом міської інфраструктури, що забезпечує щоденну мобільність населення, доступ до місць праці, освіти, медичних та культурних послуг. Від якості його організації залежить не лише зручність пересування мешканців, а й соціальна згуртованість міста, рівень автомобілізації та екологічний стан міського середовища. В умовах зростаючої урбанізації та посилення вимог до сталого розвитку питання раціональної організації перевезень на міських маршрутах набуває особливої актуальності.

Для України ця проблематика є особливо гострою. Галузь міського пасажирського транспорту накопичила комплекс системних проблем: критичний знос рухомого складу, хронічне недофінансування, низький рівень цифровізації, невідповідність маршрутних мереж реальним пасажиропотокам. Повномасштабне збройне вторгнення Росії у 2022 році суттєво погіршило і без того складну ситуацію – обсяги перевезень різко скоротилися, а відновлення галузі відбувається повільніше, ніж очікувалося. За таких умов пошук ефективних методів організації перевезень та їх практичне впровадження перетворюються на нагальну потребу для більшості українських міст.

Актуальність теми обумовлена необхідністю вдосконалення підходів до організації перевезень на міських автобусних маршрутах в умовах зношеності рухомого складу, мінливого попиту та обмежених фінансових ресурсів транспортних підприємств.

Зем	Друк	№ докум.	Підпис	Дата

ІННЕТІ ТСМ ТТ 2022-2 ТТ ХХХ...Х ПЗ

Друк

9

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

1.1. Аналіз сучасного стану функціонування пасажирських транспортних систем міст

Пасажирська транспортна система міста є одним із ключових елементів міської інфраструктури, що забезпечує мобільність населення, доступ до соціальних, економічних та культурних послуг. Ефективність функціонування цієї системи безпосередньо впливає на якість життя міських мешканців, рівень автомобілізації, екологічний стан середовища та конкурентоспроможність міста загалом. У сучасних умовах зростаючої урбанізації та посилення вимог до сталого розвитку міст питання організації та вдосконалення пасажирського транспорту набуває особливої актуальності [1-3].

Під пасажирською транспортною системою міста слід розуміти сукупність взаємопов'язаних елементів, що включають транспортну мережу (маршрути, зупинки, вузли пересадки), рухомий склад, систему управління та диспетчеризації, тарифну систему, а також організаційно-правову базу функціонування. Системний підхід до аналізу міського транспорту дозволяє розглядати його як відкриту динамічну систему, що знаходиться у постійній взаємодії із зовнішнім середовищем - попитом пасажирів, містобудівельною структурою, соціально-економічними умовами та регуляторними вимогами [4].

Функціонування пасажирської транспортної системи міста являє собою послідовний циклічний процес, що охоплює кілька взаємопов'язаних етапів. На першому етапі здійснюється планування маршрутної мережі, що передбачає комплексний аналіз пасажиропотоків, вивчення транспортних потреб населення, обстеження вулично-дорожньої мережі та формування оптимальної схеми маршрутів. На другому - організовується безпосередньо перевізний процес, що

Зем	Дри	№ докум	Підпис	Печат

ІННЕТІ ТСН ТТ 2022-2 ТТ ХХХ...Х ПЗ

Друк

включає розробку розкладів руху, нормування праці водіїв. Третій етап передбачає оперативне управління рухом транспортних засобів із застосуванням сучасних інформаційних технологій і систем диспетчеризації. Четвертий - безпосереднє обслуговування пасажирів із дотриманням стандартів якості та доступності. П'ятий - контроль і моніторинг результативності перевезень за ключовими показниками ефективності. Шостий - системне вдосконалення на основі отриманих даних і зворотного зв'язку від пасажирів. Послідовність зазначених етапів із механізмом зворотного зв'язку наочно представлена на рис. 1.1.



Рисуюнок 1.1 – Етапи функціонування пасажирської транспортної системи міста

Як видно з рис. 1.1, цикл функціонування є замкненим: результати моніторингу (етап 5) і вдосконалення (етап 6) повертаються до етапу планування, забезпечуючи безперервне коригування системи відповідно до актуальних потреб пасажирів і міста.

У світовій практиці склалося кілька основних моделей організації міського пасажирського транспорту. Перша – муніципальна (публічна), при якій

транспортні підприємства перебувають у власності або під управлінням міської влади. Така модель характерна для більшості великих міст Центральної та Східної Європи, зокрема Варшави, Відня, Праги. Друга - приватна, при якій послуги надаються ринковими гравцями на конкурентній основі. Третя - змішана (партнерська), яка поєднує публічне фінансування та приватну операційну діяльність у межах концесійних або контрактних відносин. Для України характерна переважно змішана модель, при якій міські автобусні маршрути обслуговуються як комунальними підприємствами, так і приватними перевізниками, що отримали відповідні дозволи [5].

Пасажиropoтoк є основним показником, що визначає параметри функціонування міського транспорту. Під пасажиропотоком розуміється кількість пасажирів, що переміщуються в певному напрямку за одиницю часу на певній ділянці маршруту або мережі. За даними Державної служби статистики України, обсяги пасажирських перевезень у 2021-2025 рр. зазнали суттєвих коливань: після критичного скорочення у 2022 році внаслідок повномасштабного збройного вторгнення Росії спостерігається поступове відновлення перевезень, яке, однак, не досягло довоєнного рівня. Динаміка обсягів пасажирських перевезень за основними видами міського транспорту України у 2021-2025 рр. наведена на рис. 1.2.

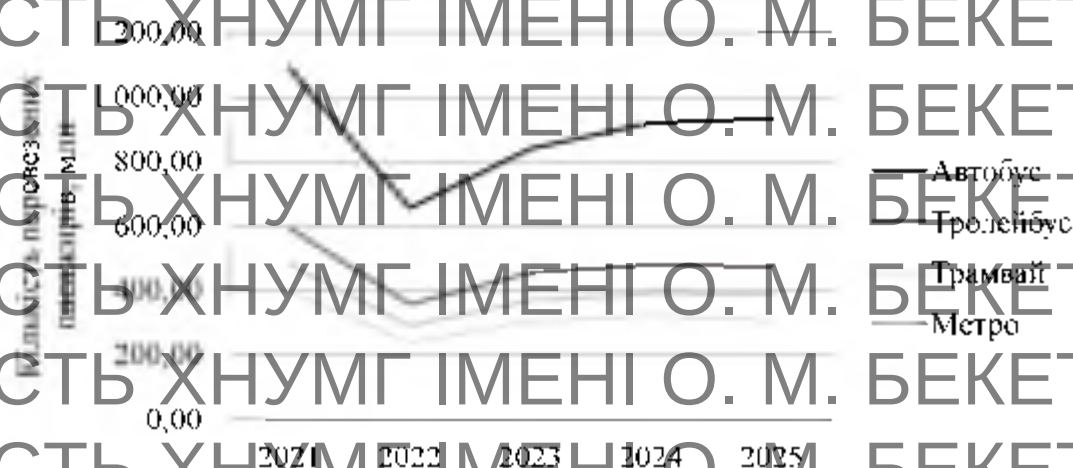


Рисунок 1.2 Динаміка обсягів пасажирських перевезень за видами міського транспорту України у 2021-2025 рр., млн пас. [6-9]

Зем	Дри	Ні з жем	Підпис	Датум

Аналіз даних рис. 1.2 свідчить про те, що автомобільний транспорт (автобуси) залишається найбільш масовим видом міського пасажирського транспорту: у 2021 році ним було перевезено 1 089,3 млн пасажирів. Водночас у 2022 році внаслідок повномасштабного вторгнення Росії обсяг автобусних перевезень скоротився до 657,2 млн пасажирів (–39,7% до 2021 р.). Міський електротранспорт зазнав аналогічного падіння: перевезення тролейбусами скоротилися з 594,4 до 358,3 млн пасажирів, трамваями – з 398,0 до 240,0 млн, метрополітемом – з 482,6 до 291,0 млн пасажирів. У 2023–2025 рр. спостерігається поступове відновлення перевезень: загальний обсяг зріс з 1 600,6 млн у 2022 р. до 2 190 млн пасажирів у 2025 р., що, однак, становить лише близько 82% від рівня 2021 року [10].

Важливою характеристикою транспортної системи є структура перевезень за видами транспорту. Вона відображає розподіл пасажиропотоку між різними видами транспорту і дозволяє визначити місце та роль кожного з них у задоволенні транспортних потреб населення. Структура міських пасажирських перевезень в Україні за видами транспорту станом на 2023 рік (за даними Держстату) наведена на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 – Структура міських пасажирських перевезень в Україні за видами транспорту, 2023 р., % [11]

Як свідчать дані рис. 1.3, провідне місце у структурі міських пасажирських перевезень посідає автомобільний транспорт (автобуси) – 43% від загального обсягу. Це пояснюється широкою мережею маршрутів, порівняно невисокими

Змін	Друк	Назва	Підпис	Вікно

капітальними витратами на їх організацію та гнучкістю при зміні маршрутної схеми. Тролейбусний транспорт забезпечує 23% перевезень, залишаючись важливим елементом міської транспортної системи. Метро, незважаючи на наявність лише у чотирьох містах України (Київ, Харків, Дніпро, Запоріжжя), забезпечує 19% перевезень завдяки високій провізній спроможності. Частка трамвая становить 15%, що відображає поступове скорочення трамвайних мереж через недостатнє фінансування оновлення інфраструктури.

Аналіз стану пасажирських транспортних систем у містах України виявляє низку системних проблем, що обмежують їхню ефективність. Найгострішою є проблема зносу рухомого складу. Середній вік автобусів, що здійснюють міські перевезення, перевищує 12-15 років, а значна частина з них не відповідає сучасним вимогам безпеки й екологічності [12]. Рівень зносу рухомого складу за окремими містами України суттєво різниться, що наочно демонструє рис. 1.4.



Рисунок 1.4 – Рівень зносу рухомого складу міського пасажирського транспорту за окремими містами України, %

Дані рис. 1.4 засвідчують, що у більшості досліджуваних міст рівень зносу рухомого складу перевищує критичну позначку -70%. Найгіршу ситуацію зафіксовано у Запоріжжі (84%) та Кривому Розі (81%), де понад чотири п'ятих рухомого складу фізично й морально застарілі. У Миколаєві, Херсоні та Сумах цей показник коливається в межах 75-79%, що також є критично високим

рівнем. Відносно кращою є ситуація у Києві (51%) та Одесі (58%), де в останні роки здійснювалися часткові програми оновлення парку транспортних засобів, зокрема за рахунок залучення коштів міжнародних фінансових організацій. Наведені дані свідчать про те, що проблема зносу рухомого складу має загальнонаціональний характер і потребує системного вирішення на рівні як державної політики, так і окремих міських громад.

Важливим аспектом аналізу є вивчення чинників, що формують попит на послуги пасажирського транспорту. До основних з них належать: чисельність і щільність населення, рівень автомобілізації, просторова структура міста, рівень доходів населення, тарифна політика та якість транспортного обслуговування. Встановлено, що зі зростанням рівня автомобілізації попит на громадський транспорт, як правило, знижується, якщо не вживаються цілеспрямовані заходи з підвищення привабливості останнього.

Суттєвий вплив на стан пасажирських транспортних систем справляють рівень цифровізації галузі. Впровадження сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій кардинально змінює підходи до управління перевезеннями, взаємодії з пасажирами та оптимізації маршрутної мережі. Автоматизовані системи обліку пасажирів, системи глобального позиціонування, інтелектуальні транспортні системи, мобільні застосунки для інформування пасажирів і придбання квитків перетворилися на невід'ємні атрибути сучасного міського транспорту. Разом з тим, ступінь запровадження зазначених технологій у вітчизняних містах залишається нерівномірним: великі обласні центри демонструють відчутний прогрес у цифровізації транспорту, тоді як у середніх і малих містах рівень технологічного оснащення залишається низьким.

Для оцінки якості функціонування пасажирських транспортних систем використовується система ключових показників ефективності. Серед найважливіших показників виділяють: регулярність руху (відсоток рейсів, виконаних відповідно до розкладу), середнє наповнення транспортних засобів, коефіцієнт використання рухомого складу, питомі витрати на один пасажиро-

Зем	Дри	Ні зж	Піш	Інше

ІННЕТІ ТСМ ТТ 2022-2 ТТ ХХХ...Х ПЗ

кілометр, рівень задоволеності пасажирів, кількість скарг на 1 000 поїздок, обсяг емісії парникових газів від транспортного сектора. Комплексна оцінка за цими показниками дозволяє встановити вузькі місця в роботі системи та сформулювати пріоритетні напрями вдосконалення.

Таким чином, аналіз сучасного стану функціонування пасажирських транспортних систем міст свідчить про наявність комплексу взаємопов'язаних проблем: критичний знос рухомого складу (рис. 1.4), суттєве скорочення обсягів перевезень внаслідок повномасштабного збройного вторгнення з повільним відновленням (рис. 1.2), домінування автомобільного транспорту при недостатньому розвитку електротранспорту (рис. 1.3), недостатній рівень цифровізації та хронічне недофінансування галузі. Ці проблеми формують об'єктивну необхідність пошуку ефективних методів підвищення ефективності функціонування міського пасажирського транспорту, що є предметом розгляду наступного підрозділу.

1.2. Методи підвищення ефективності функціонування міського пасажирського транспорту

Підвищення ефективності функціонування міського пасажирського транспорту (МПТ) є багатовекторним завданням, що передбачає застосування комплексу взаємопов'язаних методів – від організаційно-управлінських перетворень до техніко-технологічного оновлення й цифровізації галузі. У науковій літературі відсутній єдиний підхід до класифікації зазначених методів: різні дослідники виокремлюють технологічні, управлінські, економічні та соціально-орієнтовані складові. Для потреб цієї роботи пропонується комплексна класифікація, що охоплює п'ять основних груп методів підвищення ефективності МПТ (рис. 1.5).

Зміст	Друк	Назва	Підпис	Дата



Рисунок 1.5 – Класифікація методів підвищення ефективності

функціонування міського пасажирського транспорту

Як видно з рис. 1.5, усі методи утворюють єдину систему, де кожна група перебуває у функціональному взаємозв'язку з центральною метою. Розглянемо зазначені групи детально.

Організаційно-управлінські методи спрямовані на вдосконалення структури та процесів управління порівняннями без обов'язкового залучення значних капітальних вкладень. До цієї групи відносять: оптимізацію маршрутної мережі, раціоналізацію розкладів руху, впровадження систем диспетчеризації, координацію роботи різних видів транспорту та реформування організаційних структур транспортних підприємств.

Оптимізація маршрутної мережі передбачає системний аналіз пасажиропотоків з метою встановлення відповідності між попитом і пропозицією транспортних послуг. Цей метод включає виявлення дублюючих маршрутів, ліквідацію переплательних рейсів, впровадження укорочених маршрутів у годину-пік, а також створення нових маршрутів у районах із незадоволеним попитом. Ефективність оптимізації підтверджується досвідом

Зміст	Друк	№ докум.	Підпис	Печатка

ряду українських міст: у Тернополі внаслідок реструктуризації маршрутної мережі 2023 року регулярність руху підвищилась на 18%, а витрати на 1 пасажиро-кілометр скоротились на 12% [13].

Рационалізація розкладів руху є одним з найдоступніших методів підвищення ефективності та якості обслуговування пасажирів. Вона ґрунтується на детальному аналізі коливань пасажиропотоку протягом доби, тижня та сезону, результатом якого є диференційовані розклади, що враховують ранкові та вечірні піки, знижений попит у вихідні дні та під час шкільних канікул. Впровадження динамічного розкладу на основі актуальних даних про наповненість транспортних засобів дозволяє підвищити коефіцієнт використання рухомого складу до 0,75-0,85 проти типових для України 0,55-0,65 [14].

Координація роботи різних видів транспорту («мультимодальна інтеграція») передбачає синхронізацію розкладів автобусів, тролейбусів, трамваїв та маршрутних таксі з метою забезпечення зручних пересадок пасажирів. Ключовим елементом такої координації є організація транспортних вузлів – пересадочних пунктів, де різні маршрути перетинаються з мінімальним часом очікування.

Техніко-технологічні методи охоплюють заходи з оновлення рухомого складу, модернізації зупинкової інфраструктури та запровадження нових технологій обслуговування транспортних засобів. Враховуючи, що середній вік автобусного парку у більшості українських міст перевищує 12–15 років (рис. 1.4), техніко-технологічне оновлення є одним з найбільш актуальних напрямів підвищення ефективності [15].

Оновлення рухомого складу передбачає поступову заміну зношених транспортних засобів сучасними аналогами, що відповідають вимогам Еуро-6 за екологічністю, забезпечені низькою підлогою, кондиціонуванням та системами для перевезення осіб з обмеженими можливостями. Принципово важливим напрямом є перехід на електричну тягу - електробуси та гібридні автобуси, що дозволяє суттєво знизити операційні витрати (економія на паливі складає 40–

Зем	Дри	Ніс	Підпис	Відом

60% порівняно з дизельними аналогами) та зменшити екологічне навантаження.

Серед українських міст, де реалізуються такі програми – Луцьк, Вінниця та Біла Церква, де електробуси вже введені в регулярну експлуатацію [16, 17].

Модернізація зупинкової інфраструктури безпосередньо впливає на привабливість громадського транспорту для пасажирів. Облаштування критич зупинних павільйонів, встановлення інформаційних табло з відображенням часу прибуття транспортних засобів у реальному часі, організація перехоплювальних парковань типу «Park&Ride» та велосипедних паркінгів – усе це сприяє збільшенню частки громадського транспорту у транспортному балансі міста.

Інформаційно-цифрові методи є одним з найбільш динамічно розвинутих напрямів підвищення ефективності МПТ у сучасному світі. Цифрова трансформація транспортної галузі охоплює впровадження систем GPS – моніторингу руху складу, автоматизованих систем обліку пасажирів, інтелектуальних транспортних систем (ІТС), мобільних застосунків для пасажирів та електронних платіжних систем.

Системи GPS – моніторингу дозволяють диспетчерам відстежувати місцезнаходження кожного транспортного засобу в режимі реального часу, оперативно реагувати на відхилення від розкладу та оптимізувати інтервали руху. Інтеграція таких систем з платформами для інформування пасажирів значно підвищує передбачуваність поїздок і рівень задоволеності. За даними дослідження UITP (2023), впровадження систем реального часу збільшує кількість поїздок на 8–15% [18].

Автоматизовані системи обліку пасажирів на базі валідаторів е-квитків забезпечують збір достовірних даних про пасажиропотоки в розрізі маршрутів, зупинок та часових проміжків. Ці дані є основою для прийняття управлінських рішень щодо оптимізації розкладів і маршрутної мережі. Впровадження безготівкової оплати проїзду зменшує затримки при посадці/висадці пасажирів, що позитивно позначається на дотриманні розкладу [19].

Фінансово-економічні методи спрямовані на створення стабільної фінансової бази для функціонування МПТ. До цієї групи входять тарифні

Зем	Дри	Ніс	Підпис	Відом

регулювання, механізми державного та муніципального фінансування, залучення коштів міжнародних організацій, впровадження системи ключових показників ефективності (KPI).

Тарифне регулювання є ключовим інструментом балансування між соціальною доступністю транспорту та економічною стійкістю перевізників. В Україні тарифи на місць перевезення нерідко мають виражений соціальний характер, не покриваючи повної собівартості перевезень, що призводить до хронічної збитковості муніципальних транспортних підприємств і неможливості самостійного фінансування оновлення парку. Вирішення цього протиріччя потребує поетапного приведення тарифів до економічно обґрунтованого рівня та адресного субсидювання соціально вразливих категорій пасажирів.

Запровадження системи KPI у діяльність транспортних підприємств дозволяє переходити від суб'єктивних оцінок до вимірюваних критеріїв якості обслуговування. Серед найважливіших KPI для ММТ: відеогук рейсів, виконаних відповідно до розкладу; середній час затримки; наповненість транспортних засобів; витрати на 1 пасажиро-кілометр; індекс задоволеності пасажирів. Моніторинг цих показників у динаміці забезпечує об'єктивну основу для управлінських рішень та контракту між замовником і перевізником.

Сервісно-якісні методи орієнтовані на підвищення привабливості громадського транспорту для пасажирів через покращення комфорту, доступності та надійності перевезень. Розробка і впровадження стандартів якості передбачає формування чітких вимог до пунктуальності, чистоти, температурного режиму в салоні, поведінки водіїв, доступності для маломобільних груп. У Великій Британії, Швейцарії та Польщі стандарти якості є обов'язковою складовою транспортних контрактів між містом та перевізником, а їх систематичне невиконання тягне санкції. Цей досвід є значущим для реформування транспортного сектора в Україні [20].

Спогони зворотного зв'язку з пасажирами – мобільні застосунки, QR-коди для відгуків, гарячі лінії – забезпечують безперервний моніторинг якості

Зем	Дри	Ні з'яв	Підпис	Підпис

обслуговування з боку основних споживачів. Аналіз звернень і скарг дозволяє оперативнo виявляти системні проблеми й коригувати роботу підприємств.

Таким чином, методи підвищення ефективності функціонування МПТ утворюють взаємопов'язану систему, де успіх кожного окремого методу значною мірою залежить від одночасного застосування суміжних підходів.

Організаційно-управлінська оптимізація без оновлення рухомого складу не забезпечить конкурентоспроможності; цифровізація без відповідної фінансово-економічної бази не набуде масштабу; підвищення якості обслуговування неможливе без надійної технологічної основи. Саме тому при проектуванні організації перевезень на конкретному маршруті доцільно розглядати комплекс методів у їх взаємодії.

1.3. Висновки до розділу

Проведене у першому розділі дослідження теоретичних основ організації міського пасажирського транспорту дозволяє сформулювати такі узагальнюючі висновки.

Пасажирська транспортна система міста є відкритою динамічною системою, що функціонує у безперервній взаємодії із зовнішнім середовищем - попитом пасажирів, містобудівною структурою, соціально-економічними умовами та регуляторними вимогами. Її ефективність визначається якістю проходження шести взаємопов'язаних етапів: планування маршрутної мережі, організації перевізного процесу, оперативного управління рухом, безпосереднього обслуговування пасажирів, контролю результативності та системного вдосконалення на основі зворотного зв'язку (рис. 1.1). Замкнений характер цього циклу забезпечує безперервне самокоригування системи, що є необхідною умовою її адаптації до мінливих потреб міського середовища.

Аналіз динаміки обсягів пасажирських перевезень в Україні засвідчив, що галузь зазнала глибокого структурного потрясіння внаслідок повномасштабного збройного вторгнення Росії у 2022 році: загальний обсяг перевезень скоротився

Зем	Дри	Ніс	Підпис	Лого

на понад третину, а відновлення відбувається повільніше, ніж прогнозувалося - станом на 2025 рік досягнуто лише близько 82% від довоєнного рівня (рис. 1.2).

Автобусний транспорт зберігає домінуюче становище у структурі міських перевезень (43%), що підтверджує його ключову роль у забезпеченні мобільності населення та обумовлює доцільність саме його вибору як об'єкта дослідження (рис. 1.3).

Серед системних проблем, що обмежують ефективність пасажирських транспортних систем українських міст, найгострішою є критичний знос рухомого складу: у більшості досліджуваних міст цей показник перевищує 70%, а у Кривому Розі та Запоріжжі сягає 81-84% (рис. 1.4). Це означає, що більше чотирьох п'ятих транспортних засобів фізично та морально застаріли, що безпосередньо позначається на регулярності руху, рівні комфорту та безпеці перевезень. Хронічне недофінансування оновлення парку, зумовлене соціально орієнтованою тарифною політикою, формує замкнене коло: низькі тарифи - збитковість підприємств - неможливість самостійного інвестування - подальше погіршення стану рухомого складу.

Для подолання виявлених проблем у підрозділі 1.2 систематизовано п'ять груп методів підвищення ефективності функціонування МІПТ: організаційно-управлінські, техніко-технологічні, інформаційно-цифрові, фінансово-економічні та сервісно-якісні (рис. 1.5). Встановлено, що зазначені групи методів утворюють взаємозалежну систему: ізольоване застосування будь-якого одного методу без підтримки суміжних дає обмежений ефект. Оптимізація маршрутної мережі без оновлення рухомого складу не забезпечить конкурентоспроможності транспорту, цифровізація без відповідної фінансово-економічної бази не набуде необхідного масштабу; підвищення сервісної якості неможливе без надійної технологічної основи.

Зем	Дри	Ні з жем	Підпис	Водит

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ НА МАРШРУТІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Проектування процесу перевезення пасажирів на маршруті міського пасажирського транспорту дає можливість покращення якості та ефективності обслуговування населення. Від правильності організації перевізного процесу залежить комфорт пасажирів, транспортна доступність, ефективне використання транспортних засобів на маршруті та оптимальність використання грошових коштів. Якісна організація пасажирських перевезень стимулює підвищення рівня мобільності населення та оптимізує транспортну систему міста.

2.1. Прогнозування зміни обсягів перевезень на маршруті

Метою проведення прогнозування зміни обсягів перевезень на маршруті є потреба у визначенні попиту на транспортні послуги в найближчому майбутньому. Отримані результати можуть допомогти в оцінці потреби в транспортному обслуговуванні та надати необхідні дані для підтримки раціонального рівня забезпеченості на маршруті.

Дані для розрахунку прогнозу на 2026 рік наведені в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Обсяги перевезень пасажирів на маршруті

Місяць	Обсяги перевезень пасажирів, тис. пас.		
	2023	2024	2025
1	2	3	4
Січень	340,1	346,2	373,0
Лютий	343,6	379,7	346,3
Березень	367,2	365,8	375,1
Квітень	344,8	344,4	375,1

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
Травень	346,8	363,3	371,4
Червень	356,9	362,0	349,5
Липень	377,2	348,7	374,6
Серпень	342,4	361,4	340,1
Вересень	340,9	344,1	365,4
Жовтень	364,4	374,8	352,7
Листопад	357,9	367,7	356,1
Грудень	353,6	365,3	341,7
Разом	4244,8	4323,5	4321,0

На рис. 2.1 товстою чорною лінією зображено вихідні дані з 2023 по 2025 роки, сірими лініями позначено передбачення, нижню та верхню границі прогнозу.



Рисунок 2.1 – Результати прогнозування обсягу перевезень пасажирів на маршруті

За результатами прогнозування стало відомо, що обсяг перевезень пасажирів на маршруті у 2026 році продовжить поступово зростати. Середнє значення порівняно з 2023 роком зростає з 353,7 до 391,1 тис. пас.

2.2. Визначення показників перевезень пасажирів на маршруті

Важливим кроком у проектуванні організації перевезень є визначення основних показників роботи на маршруті. Завдяки розрахунку показників діяльності маршруту створюється можливість оцінки ефективності роботи на маршруті та рівня його завантаженості. Показники, отримані в результаті проектування, лягають в основу організації перевізного процесу.

Напруженість пасажиропотоку визначається таким чином, до кількості пасажирів у транспортному засобі додається кількість пасажирів, що зайшли та віднімається кількість тих, що вийшли:

В прямому напрямку:

$$F_{\text{пр}} = 125 \text{ пас./год}; F_{\text{зв}} = 125 + 133 - 95 = 163 \text{ пас./год.}$$

В зворотному напрямку:

$$F_{\text{зв}} = 133 \text{ пас./год}; F_{\text{пр}} = 133 + 136 - 74 = 195 \text{ пас./год.}$$

Інші розрахунки робимо подібним чином та заносимо до табл. 2.2.

На основі даних отриманих під час підрахунку напруженості пасажиропотоку будуюмо рис. 2.2, на який наносимо величину перевезених пасажирів на кожному перегоні в обох напрямках та відстані між зупиночними пунктами.

Зуп.	Дир.	№ рейсу	Підприємство	Відстань



Рисунок 2.2 Розподіл пасажиропотоку за довжиною маршруту

Транспортна робота розраховується множенням кількості пасажирів на перегоні на довжину відповідного перегону:

В прямому напрямку:

$$W_{1-2} = 125 \cdot 0,325 = 40,625 \text{ пас.км./год.};$$

$$W_{2-3} = 163 \cdot 0,352 = 57,376 \text{ пас.км./год.}$$

В зворотному напрямку:

$$W_{21-19} = 133 \cdot 0,463 = 61,579 \text{ пас.км./год.};$$

$$W_{19-18} = 195 \cdot 0,554 = 108,03 \text{ пас.км./год.}$$

Інші розрахунки робимо подібним чином та заносимо до табл. 2.2.

Сумарна кількість в прямому напрямку:

$$W_{\text{пр}} = 40,625 + 57,367 + \dots + 60,940 + 50,004 = 1994,45 \text{ пас.км./год.}$$

Зуп	Дир	№ рейсу	Підпис	Підпис

Сумарна кількість в зворотному напрямку:

$$W_{\text{зр}} = 61,579 + 108,03 + \dots + 209,088,940 + 149,175 = 6762,68 \text{ пас.км./год.}$$

Загальний обсяг виконаної транспортної роботи:

$$W_{\text{зр}} = 1994,45 + 6762,68 = 8757,13 \text{ пас.км./год.}$$

Довжина маршруту визначається сумою довжин відстаней між сусідніми пунктами:

$$L_{\text{м}} = 0,325 + 0,352 + \dots + 0,554 + 0,463 = 9,006 \text{ км.}$$

Час обороту транспортного засобу визначається довжиною маршруту в обидві сторони поділену на експлуатаційну швидкість транспортних засобів:

$$T_{\text{об}} = \frac{2 \cdot 9,006}{20} = 0,901 \text{ год} = 54,06 \text{ хв.}$$

Потрібна кількість транспортних засобів визначається відповідно до максимального значення напруженості пасажиропотоку на маршруті помноженого на час обороту, а результат поділено на пасажиромісткість ТЗ:

$$A = \frac{1283 \cdot 0,901}{80} = 14,45 \approx 15 \text{ од.}$$

Величина планового інтервалу розраховується діленням часу обороту транспортних засобів на їх потрібну кількість:

Зміст	Друк	№ з'язку	Підпис	Печат

$$I_{\text{пр}} = \frac{0,901}{T5} = 0,06 \cdot 600 = 3,6 \text{ хв.}$$

Обсяг перевезених пасажирів на маршруті визначається сумою пасажирів, що зайшли чи вийшли з транспортного засобу:

В прямому напрямку:

$$Q_{\text{пр}} = 125 + 133 + \dots + 206 + 200 = 4017 \text{ пас.}$$

В зворотному напрямку:

$$Q_{\text{з}} = 133 + 136 + \dots + 147 + 127 = 4729 \text{ пас.}$$

Загальний обсяг на маршруті:

$$Q = 4017 + 4729 = 8746 \text{ пас.}$$

Середню відстань поїздки на маршруті можна отримати поділивши величину транспортної роботи на обсяг перевезень на маршруті:

$$L_{\text{ср пр}} = \frac{1994,4}{4017} = 0,497 \text{ км.}$$

$$L_{\text{ср з}} = \frac{6762,7}{4729} = 1,43 \text{ км.}$$

Динамічний коефіцієнт використання пасажиромісткості визначаємо множенням часу обороту на транспортну роботу, результат ділимо на довжину маршруту помножену на пасажиромісткість, яку помножено на потрібну кількість ТЗ:

$$K_{\text{ср пр}} = \frac{0,901 \cdot 1994,4}{9,006 \cdot 80 \cdot 15} = 0,166;$$

$$K_{\text{ср з}} = \frac{0,901 \cdot 6762,7}{9,006 \cdot 80 \cdot 15} = 0,564.$$

Змін	Друк	На екран	Підпис	Вихід

Статичний коефіцієнт використання пасажиромісткості визначаємо множенням часу обороту на обсяг перевезених пасажирів, результат ділимо на кількість перегонів помножену на потрібну кількість ТЗ помножену на пасажиромісткість:

$$\gamma_{\text{ст.пр}} = \frac{0,901 \cdot 4152}{19 \cdot 15 \cdot 80} = 0,164;$$

$$\gamma_{\text{ст.тз}} = \frac{0,901 \cdot 13618}{19 \cdot 15 \cdot 80} = 0,538;$$

Коефіцієнт змінюваності розраховуємо діленням довжини маршруту на середню відстань поїздки на маршруті:

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{9,006}{0,497} = 18,121;$$

$$\eta_{\text{тпр}} = \frac{9,006}{1,43} = 6,298$$

Оскільки робота має теоретичне спрямування, розрахункові значення коефіцієнтів змінюваності є дещо вищими ніж при організації реального процесу перевезень пасажирів, тому в подальшому прийнятним є використання саме цих значень

Коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за довжиною маршруту визначається діленням максимального значення напруженості пасажиропотоку на середнє значення напруженості на маршруті:

$$K_{\text{довж}} = \frac{1283}{(125+163+...+594+459)/38} = 2,744.$$

Змін	Друк	Надруковано	Підпис	Додаток

Коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за напрямками руху розраховується об'ємом перевезених пасажирів на прямому напрямку який поділений на відповідне значення зворотного:

$$K_{\text{нпр}} = \frac{4017}{4729} = 0,849.$$

Коефіцієнт використання пробігу визначається множенням довжини маршруту в обох напрямках на кількість обертів та діленням на розрахунок як у чисельнику до якого додається нульовий пробіг в обидві сторони:

$$\mu = \frac{9,006 \cdot 2 \cdot 18}{9,006 \cdot 2 \cdot 18 + 15 \cdot 2} = 0,915.$$

Продуктивність автобусу визначається множенням місткості автобусу на статичний коефіцієнт використання пасажиромісткості на коефіцієнт змінюваності пасажирів на швидкість на коефіцієнт використання пробігу результат множення ділять на суму довжини маршруту помножену на швидкість на коефіцієнт використання пробігу який в свою чергу помножується на час на проміжних та кінцевих зупинках:

$$P_{\text{стат}} = \frac{80 \cdot 0,164 \cdot 18 \cdot 121 \cdot 20 \cdot 0,915}{9,006 + 20 \cdot 0,915(0,014 \cdot 18 + 0,167)} = 260,937 \approx 261 \text{ пас./год.}$$

$$P_{\text{дин}} = \frac{80 \cdot 0,538 \cdot 18 \cdot 121 \cdot 20 \cdot 0,915}{9,006 + 20 \cdot 0,915(0,014 \cdot 18 + 0,167)} = 856 \text{ пас./год.}$$

Продуктивність транспортних засобів розраховується множенням місткості автобусу на динамічний коефіцієнт використання пасажиромісткості на швидкість на коефіцієнт використання пробігу ділять на суму довжини маршруту помножену на швидкість на коефіцієнт використання пробігу який в свою чергу помножується на час на проміжних та кінцевих зупинках:

Зем	Дир	№ докум.	Підпис	Дата

ІННЕТІ ТСУ ТТ 2022-2 ТТ ХХХ...Х ПЗ

Друк

$$P_{\text{впр}} = \frac{80 \cdot 0,166 \cdot 20 \cdot 0,915 \cdot 9,006}{9,006 + 20 \cdot 0,915(0,014 \cdot 18 + 0,167)} = 131,265 \approx 132 \text{ пас.км./год.}$$

$$P_{\text{звпр}} = \frac{80 \cdot 0,564 \cdot 20 \cdot 0,915 \cdot 9,006}{9,006 + 20 \cdot 0,915(0,014 \cdot 18 + 0,167)} = 445,985 \approx 446 \text{ пас.км./год.}$$

В підсумку, після проведення розрахунків, можна зазначити, що в прямому напрямку напруженість пасажиропотоку на маршруті значно менша за завантаженість у зворотному. Це може бути пов'язано з вечірньою годиною пік, коли люди повертаються з роботи додому. Показник середньої відстані поїздки є досить низьким, а коефіцієнт змішаності дуже високий. Коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку склав 2,744, що свідчить про те, що різниця між максимальним і середнім значенням напруженості пасажиропотоку є великою.

Таблиця 2.2 Результати розрахунків

Номер перегону	Прямий напрямок		Номер перегону	Зворотний напрямок	
	P_{ij} , пас.	W_{ij} , пас/км.		P_{ij} , пас.	W_{ij} , пас/км.
1	2	3	4	5	6
1-2	125	40,625	1-2	459	149,18
2-3	163	57,376	2-3	594	209,09
3-4	191	88,624	3-4	681	315,98
4-5	203	102,52	4-5	1039	524,7
5-6	305	110,91	5-6	1169	632,43
6-7	217	126,73	6-7	1281	748,1
7-8	229	136,94	7-8	1283	767,23
8-9	245	128,87	8-9	1201	631,73
9-10	359	113,44	9-10	1090	477,42
10-11	278	166,24	10-11	961	574,68

Зем	Дри	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-----	----------	--------	------

ІННЕТІ ТСУ ТТ 2022-2 ТТ ХХХ...Х ПЗ

Друк

21

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6
11-12	268	102,64	11-12	814	311,76
12-13	322	176,46	12-13	670	367,16
13-14	348	166,69	13-14	576	275,9
14-15	330	160,05	14-15	475	230,38
15-16	343	79,947	15-16	400	131,6
16-17	188	70,124	16-17	335	124,96
17-18	120	55,32	17-18	262	120,78
18-19	110	60,94	18-19	195	108,03
19-20	108	50,004	19-20	133	61,579
Сума		1994,45	Сума		6762,68

Отримані показники є підгрупами для подальшого визначення необхідної кількості автобусів для роботи на маршруті, складання графіку роботи водіїв та розкладу руху.

2.3. Визначення кількості автобусів для роботи на маршруті

Даний етап роботи є необхідним елементом проектування, бо від вірної кількості автобусів на маршруті залежить здатність надання необхідних провізних спроможностей та дотримання мінімально допустимого інтервалу руху. Нестача автобусів на маршруті призведе до переповнення салону транспортних засобів та збільшити час очікування пасажирів. В той же час надлишок спричинить підвищення витрат транспортного підприємства.

Мінімально необхідна кількість автобусів на маршруті визначається з умови що інтервал руху транспортних засобів повинен бути не менше ніж 15 хвилин.

$$A_{\text{max}} = \frac{0,9006}{0,25} = 3,6024 \approx 4 \text{ од.}$$

Максимально можлива кількість автобусів враховує коефіцієнт дефіциту ТЗ на маршруті:

$$A_{\text{max}} = 15 \cdot 1 = 15 \text{ од.}$$

Таблиця 2.3. Коливання пасажиропотоків на маршруті протягом доби

Години	Пасажиро- потік	Години	Пасажиро- потік	Години	Пасажиро- потік
5 - 6	385	11 - 12	257	17 - 18	1155
6 - 7	1027	12 - 13	385	18 - 19	770
7 - 8	1283	13 - 14	642	19 - 20	642
8 - 9	1027	14 - 15	770	20 - 21	385
9 - 10	642	15 - 16	770	21 - 22	257
10 - 11	385	16 - 17	1027	22 - 23	129

Розрахунок потрібної кількості автобусів на маршруті в кожній годині функціонування розраховуємо спираючись на дані табл. 2.3:

$$A_{5-6} = \frac{385 \cdot 0,901}{80} = 4,336 \approx 5 \text{ од.}$$

$$A_{6-7} = \frac{1027 \cdot 0,901}{80} = 11,567 \approx 12 \text{ од.}$$

Інші розрахунки робимо подібним чином та заносимо до табл. 3.4.

Таблиця 2.4 – Потрібна кількість автобусів на маршруті по годинах доби

5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
5	12	15	12	8	5	3	5	8
14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23
9	9	12	14	9	8	5	3	2

За результатами розрахунку потрібної кількості автобусів на маршруті
будуємо діаграму (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Діаграма зміни кількості автобусів за годинами доби

Так як у годинах 11-12, 21-22 та 22-23 необхідна кількість автобусів менша
за мінімально необхідну, то потрібно додати відповідні кількості автобусів щоб
задовільнити дану умову. Результати з урахуванням мінімальної та максимальної
кількості автобусів на маршруті представлені на рис. 2.4.

Побудова діаграми зміни кількості автобусів за годинами доби, яка
враховує мінімальну та максимальну кількість автобусів, дає можливість
перейти до наступного етапу роботи, а саме складання графіку роботи водіїв і
транспортних засобів на маршруті.

Змін	Друк	Вибір даних	Відбиток	Вихід
------	------	-------------	----------	-------

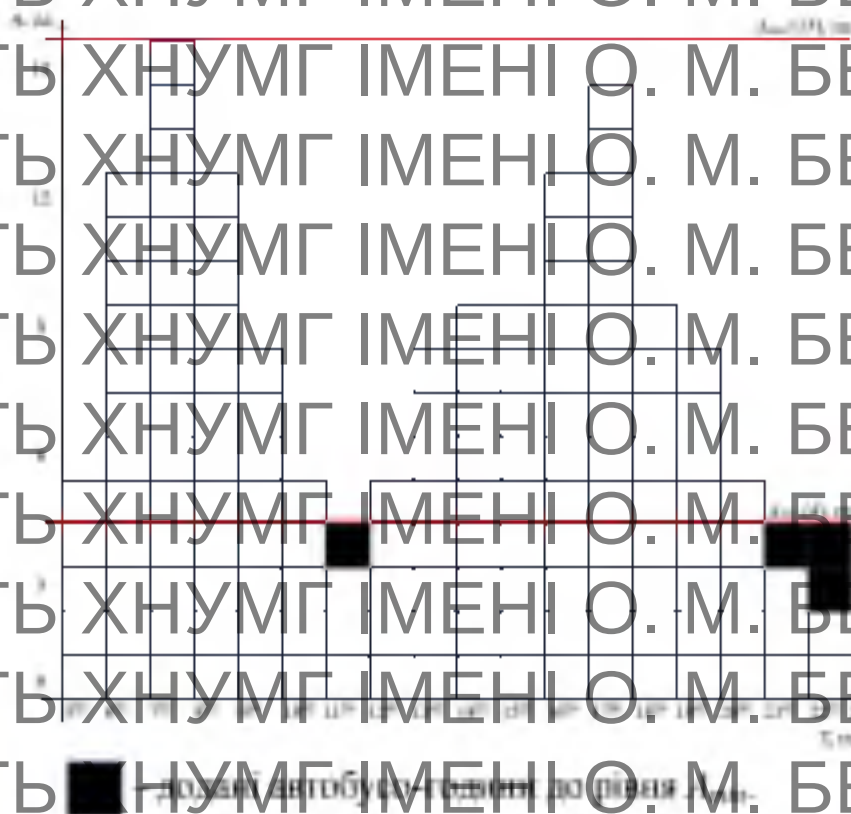


Рисунок 2.4.— Діаграма зміни кількості автобусів за годинами доби з урахуванням мінімальної та максимальної кількості автобусів

2.4. Складання графіку роботи водіїв і транспортних засобів на маршруті

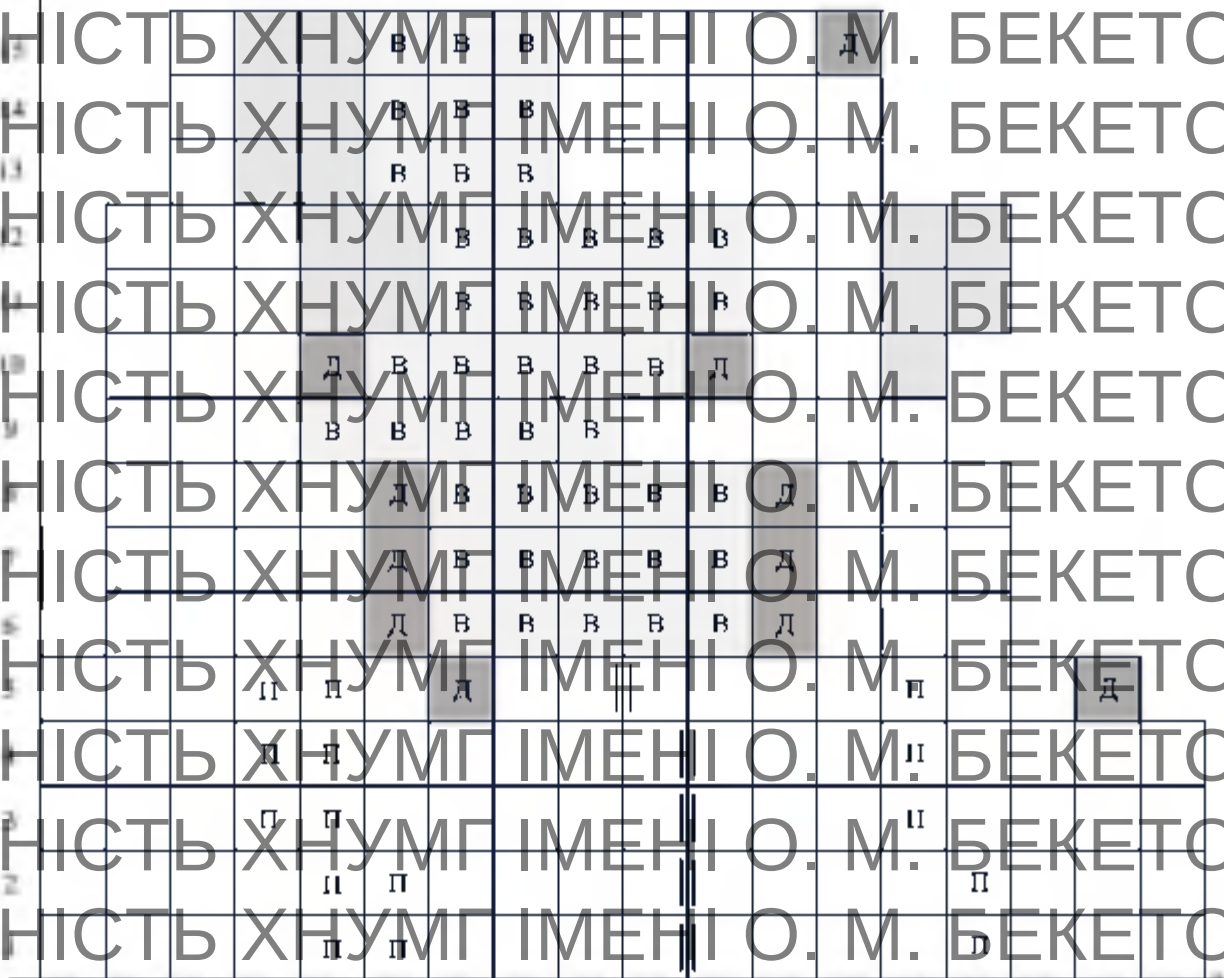
У цьому розділі завданням є складання графоаналітичного розрахунку базуючись на розробленій діаграмі (рис. 2.4) та складанні стрічкового графіку руху автобусів на маршруті. Вірно складений графоаналітичний розрахунок дає можливість раціонального використання рухомого складу забезпечуючи дотримання вимог норм праці водіїв. Оптимальний розрахунок призведе до поліпшення експлуатаційних показників.

Для побудови рис. 2.5 поданого нижче були використані наступні правила:

- для двозміного режиму роботи час на маршруті одного водія повинен варіюватися від 7 до 9 годин із перервою від 0,5 до 1,5 годин;
- для перерваного режиму роботи час на маршруті становить від 8 до 10 годин, а час відстою - від 3 до 5 годин.

Змін	Дні	№ водія	Підпис	Підпис
1	1	1		

14
 13
 12
 11
 10
 9
 8
 7
 6
 5
 4
 3
 2
 1



- Д - перенесена автобусо-година;
- П - перенесена автобусо-година;
- Л - автобус;
- В - автобус.

Рис. 2.5. Графікоаналітичний розрахунок режимів роботи автобуса і водія

Значення коефіцієнту графікоаналітичної побудови визначаємо діленням кількості зв'язаних автобусо-годин на урахуванням мінімальної кількості автобусів на суму даних автобусо-годин та годин водія, час проведення графікоаналітичного розрахунку режимів роботи водія:

Знач	Дані	Водій	Водій	Водій

$$k_{\text{ог}} = \frac{148}{148 \cdot 11} = 0.93 \geq 0.91.$$

Так, як коефіцієнт не перевищує гранично допустиме значення, то побудова даного графіка шалунного розрахунку є вірною. Це надале можливість перейти до складання стрічкового графіку рис. 2.6.

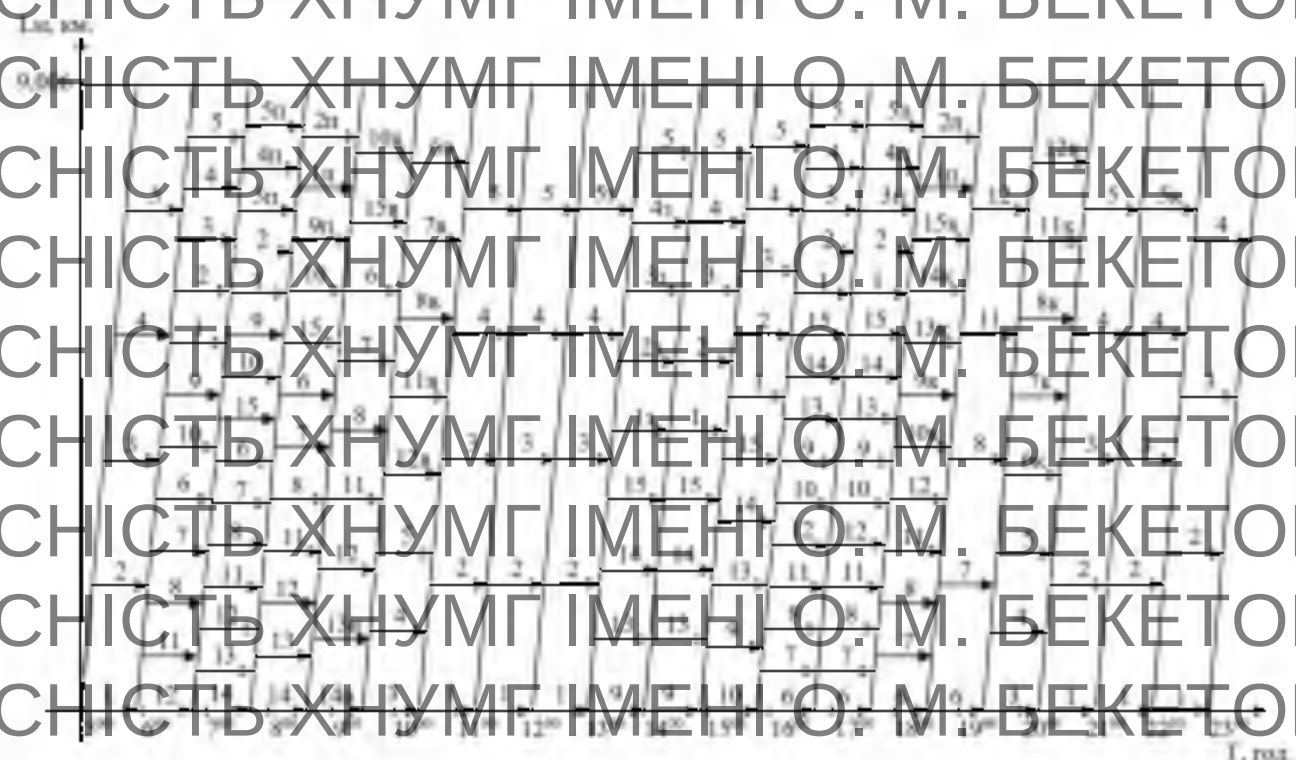


Рисунок 2.6 – Стрічковий графік руху автобуса на маршруті

У підсумку складання стрічкового графіку було визначено черговість випуску автобусів на маршруті та забезпечено узгодженість їх руху. Побудова даного графіку надале можливість спостережити та експонент експлуатації маршруту, враховуючи коліннявання поїзду в піксовий та міжпиковий періоди.

2.5. Розробка розкладу руху

Даний етап роботи є заключним у формуванні перевізного процесу. Основою побудови розкладу руху є стрічковий графік руху автобусів на маршруті, саме він дозволяє визначити розрахунковий час відправлення та

прибуття ТЗ на кінцеві зупинки та задає послідовність виходу автобусів на маршрут. Розробка даного розкладу сприяє рівномірності руху автобусів.

Таблиця 2.5 – Розклад руху випусків 1 - 4

1 випуск		2 випуск		3 випуск		4 випуск	
K3.1	K3.2	K3.1	K3.2	K3.1	K3.2	K3.1	K3.2
5:00:00	5:27:00	5:10:48	5:37:48	5:21:36	5:48:36	5:32:24	5:59:24
6:25:30	6:52:30	6:30:00	6:57:00	6:34:30	7:01:30	6:39:00	7:06:00
7:24:00	7:51:00	7:27:36	7:54:36	7:31:12	7:58:12	7:34:48	8:01:48
8:27:00	8:54:00	8:31:30	8:58:30	8:25:12	п	8:28:48	п
9:21:00	п	9:25:30	п	9:30:00	9:57:00	9:36:45	10:03:45
10:24:00	10:51:00	10:34:48	11:01:48	10:45:36	11:12:36	10:56:24	11:23:24
11:18:00	11:45:00	11:28:48	11:55:48	11:39:36	12:06:36	11:50:24	12:17:24
12:12:00	12:39:00	12:22:48	12:49:48	12:33:36	13:00:36	12:44:24	13:11:24
13:30:00	13:57:00	13:36:00	14:03:00	13:42:00	14:09:00	13:48:00	14:15:00
14:24:00	п	14:30:00	п	14:36:00	п	14:42:00	п
14:24:00	14:51:00	14:30:00	14:57:00	14:36:00	15:03:00	14:42:00	15:09:00
15:21:00	15:48:00	15:26:24	15:53:24	15:31:48	15:58:48	15:37:12	16:04:12
16:24:00	16:51:00	16:27:36	16:54:36	16:31:12	16:58:12	16:34:48	17:01:48
17:18:00	17:45:00	17:21:36	17:48:36	17:25:12	17:52:12	17:28:48	17:55:48
18:21:00	18:48:00	18:25:30	18:52:30	18:19:12	п	18:22:48	п
19:15:00	п	19:19:30	п	19:24:00	19:51:00	19:30:45	19:57:45
20:18:00	20:45:00	20:28:48	20:55:48	20:39:36	21:06:36	20:50:24	21:17:24
21:12:00	21:39:00	21:22:48	21:49:48	21:33:36	22:00:36	21:44:24	22:11:24
22:06:00	22:33:00	22:19:30	22:46:30	22:33:00	23:00:00	22:46:30	23:13:30
23:00:00	п	23:13:30	п	23:27:00	п	23:40:30	п

Таблиця 2.6 – Розклад руху випусків 5 - 8

5 випуск		6 випуск		7 випуск		8 випуск	
K3.1	K3.2	K3.1	K3.2	K3.1	K3.2	K3.1	K3.2
5:43:12	6:10:12	6:12:00	6:39:00	6:07:30	6:34:30	6:03:00	6:30:00
6:48:30	7:10:30	7:09:36	7:36:36	7:06:00	7:33:00	7:02:24	7:29:24
7:38:24	8:05:24	8:09:00	8:36:00	8:04:30	8:31:30	8:00:00	8:27:00
8:32:24	п	9:12:00	9:39:00	9:06:00	9:33:00	9:00:00	9:27:00
9:43:30	10:10:30	10:17:15	10:44:15	10:10:30	10:37:30	10:03:45	10:30:45
11:07:12	11:34:12	11:11:15	п	11:04:30	п	10:57:45	п
12:01:12	12:28:12	15:48:00	16:15:00	15:51:36	16:18:36	15:55:12	16:22:12
12:55:12	13:22:12	16:42:00	17:09:00	16:45:36	17:12:36	16:49:12	17:16:12
13:49:12	п	17:36:00	18:03:00	17:40:30	18:07:30	17:45:00	18:12:00
15:34:00	16:21:00	18:30:00	18:57:00	18:40:18	19:07:48	18:51:36	19:18:36
14:48:00	15:15:00	19:44:15	20:11:15	19:51:00	20:18:00	19:57:45	20:24:45
15:42:36	16:09:36	20:38:15	п	20:46:00	п	20:51:45	п
16:38:24	17:05:24	п	п	п	п	п	п

Продовження табл. 2.6

5 випуск		6 випуск		7 випуск		8 випуск	
K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2
17:32:24	17:59:24						
18:26:24	п						
19:37:30	20:04:30						
21:01:12	21:28:12						
21:55:12	22:22:12						
22:49:12	к						

Таблиця 2.7 Розклад руху випусків 9 - 12

9 випуск		10 випуск		11 випуск		12 випуск	
K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2
6:21:00	6:48:00	6:16:30	6:43:30	5:58:30	6:25:30	5:54:00	6:21:00
7:20:24	7:47:24	7:16:48	7:43:48	6:58:48	7:25:48	6:55:12	7:22:12
8:22:30	8:49:30	8:18:00	8:45:00	7:55:30	8:22:30	7:51:00	8:18:00
9:16:30	в	9:24:00	9:51:00	8:54:00	9:21:00	8:48:00	9:15:00
10:06:00	10:33:00	10:18:00	в	9:57:00	10:24:00	9:50:15	10:17:15
14:00:00	14:27:00	14:54:00	15:21:00	10:51:00	в	10:44:15	в
14:59:24	15:26:24	16:06:00	16:33:00	15:58:48	16:25:48	16:02:24	16:29:24
16:09:36	16:36:36	17:00:00	17:27:00	16:52:48	17:19:48	16:56:24	17:23:24
17:03:36	17:30:36	17:58:30	18:25:30	17:40:30	18:16:30	17:54:00	18:21:00
18:03:00	18:30:00	18:52:30	к	19:02:24	19:29:24	19:13:12	19:40:12
18:57:00	к			20:04:30	20:31:30	20:11:15	20:38:15
				20:58:30	к	21:05:15	к

Таблиця 2.8 – Розклад руху випусків 13 – 15

13 випуск		14 випуск		15 випуск	
K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2
6:51:36	7:18:36	6:48:00	7:15:00	7:13:12	7:40:12
7:46:30	8:13:30	7:42:00	8:09:00	8:13:30	8:40:30
8:42:00	9:09:00	8:36:00	9:03:00	9:18:00	9:45:00
9:36:00	в	9:30:00	в	10:12:00	в
13:12:00	13:39:00	13:18:00	13:45:00	13:24:00	13:51:00
14:06:00	14:33:00	14:12:00	14:39:00	14:18:00	14:45:00
15:04:48	15:31:48	15:10:12	15:37:12	15:15:36	15:42:36
16:13:12	16:40:12	16:16:48	16:43:48	16:20:24	16:47:24
17:07:12	17:34:12	17:10:48	17:37:48	17:14:24	17:41:24
18:03:30	18:34:30	18:12:00	18:39:00	18:16:30	18:43:30
19:01:30	к	19:06:00	к	19:10:30	к

Після складання розкладу руху виникає можливість визначення часу поїздки та закінчення роботи на маршруті кожного з випусків, результати зводимо до табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Час заїзду і виїзду автобусів з маршруту

№ випуску	1	2	3	4	5	6	7	8
7	5:00:00	5:10:48	5:21:36	5:32:24	5:43:12	6:12:00	6:07:30	6:03:00
7	23:00:00	23:13:30	23:27:00	23:40:30	23:49:12	20:38:15	20:45:00	20:51:45
№ випуску	9	10	11	12	13	14	15	
7	6:21:00	6:16:30	5:58:30	5:54:00	6:51:36	6:48:00	7:13:12	-
7	18:57:00	18:52:30	20:58:30	21:05:15	19:01:30	19:06:00	19:10:30	-

Визначення часу автобусу на маршруті відбувається відняттям від часу виїзду часу заїзду та часу перерв або відстоїв.

$$T_{11} = 23:00:00 - 5:00:00 - 2:06:00 = 15:54:00$$

$$T'_{12} = 23:13:30 - 5:10:48 - 2:18:36 = 15:44:06$$

Інші розрахунки робимо подібним чином та заносимо до табл. 2.10.

На основі розкладу руху випусків визначаємо кількість обертів, час на перерви або відстої та заносимо до табл. 2.10

Таблиця 2.10 – Кількість обертів, часу перерв і відстоїв, роботи випусків

Номер випуску		1	2	3	4	5
Кількість обертів	1-а зміна	8	8	8	8	7
	2-а зміна	8	8	8	8	8
Час перерви (відстоїв)		1:03:00	1:09:18	1:04:48	1:07:57	1:11:06
		1:03:00	1:09:18	1:04:48	1:07:57	1:11:06
Час роботи		2:06:00	2:18:36	2:15:54	2:07:57	2:22:12
		15:54:00	15:44:06	15:55:48	15:52:12	14:46:48

Таблиця 2.11 Кількість обертів, часу перерв і відстоїв, роботи випусків

Номер випуску		6	7	8	9	10
Кількість обертів	1-а зміна	5	5	5	3	4
	2-а зміна	5	5	5	6	4
Час перерви (відстою)		4:36:45	4:47:06	4:57:27	3:49:30	4:36:00
Час роботи		9:49:30	9:50:24	9:51:18	8:46:30	8:00:00

Таблиця 2.12 Кількість обертів, часу перерв і відстоїв, роботи випусків

Номер випуску		11	12	13	14	15
Кількість обертів	1-а зміна	5	5	3	3	3
	2-а зміна	5	5	6	6	6
Час перерви (відстою)		5:07:48	5:18:09	3:36:00	3:48:00	3:12:00
Час роботи		9:52:12	9:53:06	8:33:54	8:30:00	8:45:18

2.6 Висновки по розділу

В другому розділі спочатку проведено прогнозування зміни обсягів перевезень на маршруті. Прогноз робився на 2026 рік та спирався на величини обсягів перевезень пасажирів на маршруті за період від 2023 до 2025 років. Отриманий результат, після проведеної роботи, свідчить про підвищення обсягу пасажирів в прогнозованому році.

Наступним кроком виконання роботи був проведений розрахунок техніко-експлуатаційних показників роботи транспортних засобів на маршруті. Спочатку було розраховано напруженість пасажиропотоку для прямого та зворотного напрямків, після чого на основі отриманих даних побудовано діаграму розподілу пасажиропотоків. Далі визначено максимальний пасажиропотік, він дорівнює 1283 пасажирів. Визначено величину транспортної роботи на кожному перегоні маршруту в обох напрямках, обсяг виконаної транспортної роботи на маршруті він склав 8753,13 пас. км/год., довжину маршруту 9,006 км., час обертів транспортних засобів 54,06 хв., потрібну кількість транспортних засобів 15 од., величину планового інтервалу руху 3,6 хв., обсяг перевезених пасажирів на маршруті 8746 пас., середню відстань поїздки пасажирів, динамічний та статичний коефіцієнти використання пасажиромісткості, коефіцієнт

ІНШЕТІ ТСН ТТ 2022-2 ТТ ХХХ...Х ПЗ					Друк
Зем	Дри	Ні з'яв	Підпис	Лого	41

змінюваності, коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за довжиною маршруту – 2,744 та за напрямками руху – 0,849.

Метою наступного етапу є проведення графоаналітичного розрахунку. Було розраховано мінімально необхідну кількість транспортних засобів для заповнення довгому часу очікування пасажиром автобусу – 5 од., та максимально можливу з урахуванням можливого дефіциту – 15 од. Наступним кроком визначено кількість автобусів на маршруті. На основі цих даних було здійснено побудову діаграми зміни кількості автобусів за годинами доби, далі відредатована кількість автобусів на маршруті відповідно до мінімального показника. Після цього проведено графоаналітичний розрахунок режимів роботи автобусів і водіїв та визначено коефіцієнт ефективності, який склав 0,93, що більше 0,91, тому зроблено висновок, що графоаналітичний розрахунок є припустимим. По результатах побудови можна побачити, що випуски з першого по п'ятий працюють у змінному режимі, а з шостого по п'ятнадцятий по перерваному.

Третій розділ має за мету складання розкладу руху автобусів. Для виконання цього завдання було побудовано стрічковий графік руху автобусів на маршруті. На основі якого був створений розклад руху випусків у табличному вигляді. Згідно з даними у розкладі було визначено особливості функціонування кожного з випусків на маршруті. До цих особливостей відносяться: час виїзду і заїзду, кількість обертів, час перерв і відстоїв та час роботи випусків. Найменший час роботи на маршруті у десятого випуску, він склав рівно вісім годин, а більший у третього, п'ятнадцять годин, п'ятдесят п'ять хвилин, сорок вісім секунд.

Звіт	Друк	Назва	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ МАРШРУТУ ПЕРВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ

Дорожній рух у великих містах стоїть перед значними викликами, обумовленими швидким розвитком та зростанням населення, розширенням автопарку та постійними змінами у міському середовищі. Одним із найбільш актуальних аспектів є стан аварійності та рівень розвитку інфраструктури та систем управління дорожнім рухом.

Аварійність на дорогах великих міст є серйозною проблемою, яка ставить під загрозу життя та здоров'я міських жителів. Значна кількість дорожньо-транспортних пригод призводить до людських жертв, травм та матеріальних збитків. Крім того, незадовільний рівень розвитку дорожнього руху призводить до заторів, забруднення навколишнього природного середовища та загального погіршення якості життя у місті.

В даному розділі буде розглянуто загальну характеристику існуючих методів організації дорожнього руху, яка включає побудову перехрестя з урахуванням перспективи на майбутнє, розрахунок потоків насичення, встановлення режиму світлофорної сигналізації, проведення оцінки якості схеми організації дорожнього руху. Це допоможе краще зрозуміти сучасні підходи до управління дорожнім рухом та виявити можливості для подальшого покращення дорожньої інфраструктури та безпеки на дорогах.

3.1. Розрахунок параметрів світлофорного регулювання

На початку розрахунку параметрів світлофорного регулювання необхідно визначити кількість смуг руху по кожному з напрямків перехрестя. Для цього визначають загальну інтенсивність руху на підходах до перехрестя враховуючи перспективу, пропускну спроможність проїжджої частини та виходячи з отриманих показників визначають потрібну кількість смуг руху.

Знак	Друк	№ знака	Підпис	Додаток



Рисунок 3.1 – Картограма інтенсивності руху транспортних засобів на перехресті

Виходячи з даних щодо прогнозування інтенсивності руху транспортних потоків визначають кількість смуг руху та ширину проїжджої частини, це стосується всіх підходів не залежно один від одного в обох напрямках.

Сумарна інтенсивність руху на підходах до перехрестя являє собою результат множення приведеної інтенсивності руху на коефіцієнт зростання інтенсивності в перспективі на 10 років.

$$N_{прод.1} = 1,8 \cdot (N_{12} + N_4 + N_8) = 1,8 \cdot (68 + 799 + 69) = 1685 \text{ авт./год.};$$

$$N_{прод.2} = 1,8 \cdot (N_9 + N_3) = 1,8 \cdot (52 + 86) = 200 \text{ авт./год.};$$

$$N_{прод.3} = 1,8 \cdot (N_1 + N_5) = 1,8 \cdot (52 + 706 + 86) = 1519 \text{ авт./год.};$$

$$N_{прод.4} = 1,8 \cdot (N_8 + N_2) = 1,8 \cdot (69 + 751) = 1476 \text{ авт./год.};$$

$$N_{прод.5} = 1,8 \cdot (N_3 + N_4 + N_{10}) = 1,8 \cdot (86 + 799 + 82) = 1741 \text{ авт./год.};$$

Знак	Друк	№ докум.	Підпис	Дата

$$N_{пр,4пр} = 1,8 \cdot (N_6 + N_2 + N_{10}) = 1,8 \cdot (59 + 751 + 82) = 1606 \text{ авт./год.}$$

$$N_{пр,4пр} = 1,8 \cdot (N_{12} + N_{10}) = 1,8 \cdot (68 + 706) = 1398 \text{ авт./год.}$$

Пропускна спроможність проїзної частини розраховуємо множенням розрахункової пропускної спроможності однієї смуги руху на коефіцієнт багатосмуговості на коефіцієнт, враховуючий вплив складу транспортного потоку на коефіцієнт типу покриття проїжджої частини.

При необхідності виконання маневрів в транспортному потоці обираємо значення у 1000 авт./год, а при відсутності подібної потреби приймаємо 1200 авт./год.

Значення коефіцієнту багатосмуговості варіюється відповідно до кількості смуг руху: для однієї смуги коефіцієнт набуває значення 1,0; для 2 – 1,8; для 3 – 2,4.

Настка вантажних автомобілів в потоці складає 35,6 %, згідно з цим коефіцієнт, що враховує вплив складу транспортних потоків набуває значення в 0,8.

Тип покриття проїжджої частини асфальтобетонний, тому коефіцієнт покриття проїжджої частини дорівнює 1,0.

$$P_1 = 1200 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 960 \text{ авт./год.}$$

$$P_2 = 1000 \cdot 1,8 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1440 \text{ авт./год.}$$

$$P_3 = 1000 \cdot 2,4 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1920 \text{ авт./год.}$$

Після розрахунку пропускної спроможності проїзної частини проводять вибір необхідної кількості смуг руху. Для цього порівнюють значення прогнозованої інтенсивності руху на підходах до перехрестя з отриманими результатами розрахунку пропускної спроможності. Потрібна кількість смуг

Знак	Друк	№ докум.	Підпис	Дата

повинна бути достатньою для забезпечення умови перевищення інтенсивності руху пропускною спроможністю.

Для першого напрямку отримуємо: 1) $1685 < 1920 - 3$ смуги; $200 < 960 - 1$ смуга.

Для другого напрямку: 2) $1519 < 1920 - 3$ смуги; $1476 < 1920 - 3$ смуги;

Для третього напрямку: 3) $1741 < 1920 - 3$ смуги;

Для четвертого напрямку: 4) $1606 < 1920 - 3$ смуги; $1393 < 1440 - 2$ смуги, але беремо 3 смуги, для забезпечення відповідної геометрії перехрестя;

Оскільки частка вантажних автомобілів в транспортному потоці становить 35,6 %, то ширину всіх смуг приймаємо 4 м.

Після проведення вищенаведених розрахунків виконуємо побудову схеми перехрестя в масштабі з додавання епюр інтенсивності руху транспортних потоків.



Рисунок 3.2 – Схема перехрестя з епюрами інтенсивності руху транспортних потоків в масштабі

Зміст	Друк	№ з'явл.	Підпис	Дата

Після складання схеми перехрестя з елюрами інтенсивності руху транспортних потоків переходимо до визначення характеристики дорожнього руху на перехресті. Для цього визначаємо інтенсивність руху ТЗ в різних напрямках, склад потоків транспорту, інтенсивність пішохідних потоків, величину потоків насичення, середню швидкість ТЗ на перехресті та структуру поїздної роз'їзду та циклу.

Для кожного потоку по напрямках розраховують потоки насичення по наступній залежності, в тому випадку, якщо ширина смуги руху не менше 5,4 метрів, то 525 помножують на ширину проїжджої частини, коефіцієнт впливу подовжнього ухилу, кривизни траєкторії руху, впливу транспортних потоків; у випадку, якщо ширина менше 5,4 метрів то 525 помножують на ширину проїжджої частини. Виходячи з того, що ширина проїжджої частини у даному варіанті 4 м, то постає необхідність екстраполяції даних, після проведення якої стало відомо, що дане значення дорівнює 2045.

Коефіцієнт впливу подовжнього ухилу дороги розраховується таким чином: один плюс мінус три помножене на подовжній ухил, яке поділене на сто.

Коефіцієнт впливу подовжнього ухилу дороги визначаємо дріб, де в чисельнику одиниця, а в знаменнику до одиниці додається співвідношення 1,525 до радіусу кривизни траєкторії руху.

Коефіцієнт впливу транспортних потоків визначається відповідно до співвідношення, де в чисельнику сто, а в знаменнику наведена сума часток інтенсивності руху ТЗ з коефіцієнтами відповідно до напрямку руху.

$$M_{H1-10,2} = 2045 \cdot \frac{100}{65 + 1,25 \cdot 35} = 1880 \text{ авт./год.}$$

$$M_{H11-2} = 2045 \text{ авт./год.}$$

$$M_{H1-6} = 2045 \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,525}{29}} = 1943 \text{ авт./год.}$$

Зем	Дир	№ докум.	Підпис	Дата

$$M_{11+12} = 2045 \cdot \frac{100}{67 + 1,25 \cdot 33} = 1889 \text{ авт./год.};$$

$$M_{11-1} = 2045 \text{ авт./год.};$$

$$M_{11+13} = 2045 \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{1,525}} = 1927 \text{ авт./год.};$$

$$M_{12+13} = 2045 \cdot \frac{100}{75 + 1,25 \cdot 25} = 1925 \text{ авт./год.};$$

$$M_{12-1} = 2045 \text{ авт./год.};$$

$$M_{12+8} = 2045 \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{1,525}} = 1964 \text{ авт./год.};$$

Метою наступного етапу роботи є визначення режиму роботи світлофорної сигналізації, вихідними даними для цього слугують характеристики дорожнього руху на модельованому перехресті.

На початку даної роботи визначають оптимально число фаз регулювання беручи до уваги наступні правила: якщо інтенсивність двоповоротного потоку менша за 120 авт./год. то даний потік можна сполучати із зустрічним прямим потоком; якщо інтенсивність пішохідного потоку не перевищує 900 чол./год., а інтенсивність поворотних потоків не більша за 120 авт./год., то вони можуть сполучатися в одній фазі; потрібно закріплювати смуги руху за обраними фазами; необхідно намагатися домогтися інтенсивності руху на одну смугу не більше 600-700 авт./год.; при наявності на проїзній частині трьох і більше смуг руху в одному напрямку розглянути можливість поступального переходу пішоходами вулиці під час двох фаз регулювання.

Користуючись даними правилами було визначено кількість фаз регулювання та складено схему роз'їзду на обраному перехресті. Результати можна побачити на рисунку/схем пофазного роз'їзду на перехресті в кожній з фаз регулювання (рис. 3.3, 3.4).

Зем.	Друк.	№ з'язки	Підпис	Печат

Також було визначено головну дорогу, вона проходить по другому та четвертому підходах.

Рисунок 3.3 – Перша фаза світлофорного регулювання

Рисунок 3.4 – Друга фаза світлофорного регулювання

Після складання фаз світлофорного регулювання визначають фазові коефіцієнти, які можна визначити діленням інтенсивності руху по напрямку в окремій фазі регулювання на величину відповідних потоків насичення

Перша фаза:

$$Y_{1-10,2} = \frac{151 - 82}{1880} = 0,12;$$

$$Y_{1-2} = \frac{600}{2045} = 0,29;$$

$$Y_{1-6} = \frac{39}{1943} = 0,03;$$

$$Y_{1-11} = \frac{106 + 52}{1889} = 0,08;$$

$$Y_{1-1} = \frac{600}{2045} = 0,29;$$

$$Y_{1-5} = \frac{86}{1927} = 0,04.$$

Друга фаза:

$$Y_{2-12,4} = \frac{199 + 68}{1925} = 0,14;$$

$$Y_{2-4} = \frac{600}{2045} = 0,29;$$

$$Y_{2-8} = \frac{69}{1964} = 0,04.$$

Найбільші значення щойно розрахованих значень по фазах приймають як розрахункові фазові коефіцієнти:

$$Y_1 = \max \{Y_{1-2}, Y_{1-1}\} = 0,29;$$

$$Y_2 = \max \{Y_{2-4}\} = 0,29.$$

Змін	Друк	№ з'явл.	Підпис	Дата

Наступним кроком необхідно визначити тривалість проміжних тактів по кожній з фаз за наступною формулою: пропорція в чисельнику середня швидкість руху на перехресті а у знаменнику сім і дві десятих помножене на середнє уповільнення ТЗ при увімкненні заборонного сигналу до результату додається пропорція в чисельнику якої три та п'ять десятих помножують на суму відстані стоп-лінії до дальньої конфліктної точки та довжини ТЗ в поточі.

$$t_{n1} = \frac{30}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot (34 + 4)}{30} = 5,6 \approx 4 \text{ с}$$

$$t_{n2} = \frac{30}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot (42 + 4)}{30} = 6,6 \approx 4 \text{ с}$$

Для визначення тривалості циклу світлофорного регулювання використовують формулу Вебстера, що розраховується як пропорція в чисельнику якої півтора помножене на суму тривалості проміжних тактів до цього додається п'ять та у знаменнику від одиниці віднімають суму розрахункових коефіцієнтів.

Перед розрахунком даної формули потрібно визначити суму тривалості проміжних тактів та суму розрахункових фазових коефіцієнтів:

$$T_n = 4 + 4 = 8 \text{ с}$$

$$Y = 0,29 + 0,29 = 0,58$$

Згідно з вимогами безпеки руху час циклу світлофорного регулювання повинен бути в межах від 25 до 120 секунд.

$$T_{II} = \frac{1,5 \cdot 8 + 5}{1 - 0,58} = 40 \text{ с}$$

Зем	Дик	№ докум	Підпис	Дата

Тривалість основного такту в кожній з фаз регулювання повинна бути більша за сім секунд та розраховується за формулою у якій в чисельнику розрахункові коефіцієнти кожної фази перемножують на результат віднімання від часу циклу світлофорного регулювання суму тривалості проміжних тактів та ділять на суму розрахункових коефіцієнтів:

$$t_{o1} = \frac{(40 - 8) \cdot 0,29}{0,58} = 16 \text{ с.}$$

$$t_{o2} = \frac{(40 - 8) \cdot 0,29}{0,58} = 16 \text{ с.}$$

Час на перехід пішоходами переходів по напрямках руху визначають за формулою де до п'яти додають результат ділення довжини проїжджої частини до швидкості руху пішоходів:

$$t_{\text{пер1}} = 5 + \frac{16}{1,3} = 17 \text{ с.}$$

$$t_{\text{пер2}} = 5 + \frac{24}{1,3} = 23 \text{ с.}$$

В даному випадку час на пропускання пішоходів більше за розрахований час основних тактів, тому даний показник повинен дорівнювати величині часу на перехід пішоходами проїжджої частини. Тобто необхідно скорегувати тривалість часу основних тактів та циклу світлофорного регулювання.

Таким чином:

$$t_{o1} = 17 \text{ с.}$$

$$t_{o2} = 23 \text{ с.}$$

$$T_{\text{II}} = t_{o1} + t_{o2} + t_{\text{пер1}} + t_{\text{пер2}}$$

$$T_{\text{II}} = 17 + 4 + 23 + 4 = 48 \text{ с.}$$

Зміст	Друк	№ з'явл.	Підпис	Печат

Результати розрахунку циклу регулювання зазначені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку циклу регулювання

Фаза	1						2		
	2-1	2-3	2-4	4-3	4-1	4-2	1-4	1-2	1-3
Інтенсивність, авт./год	158	86	600	233	59	600	261	69	600
Потік насичення, авт./год	1889	1927	2045	1880	1943	2045	1925	1964	2045
Фазовий коефіцієнт	0,08	0,04	0,29	0,12	0,03	0,29	0,14	0,04	0,29
Розрахунковий фазовий коефіцієнт			0,29					0,29	
Сума розрахункових фазових коефіцієнтів	0,58								
Тривалість проміжного такту, с	4						4		
Сума тривалості проміжних тактів, с	8								
Тривалість циклу регулювання, с	40								
Тривалість основного такту, с	16						16		
Час для пропуску пішоходів, с	17						23		
Тривалість скорегованого основного такту, с	17						23		
Тривалість циклу регулювання скорегована, с	48								

Після визначення циклу світлофорного регулювання та складових будують циклограму роботи світлофорного об'єкту рис. 3.5.

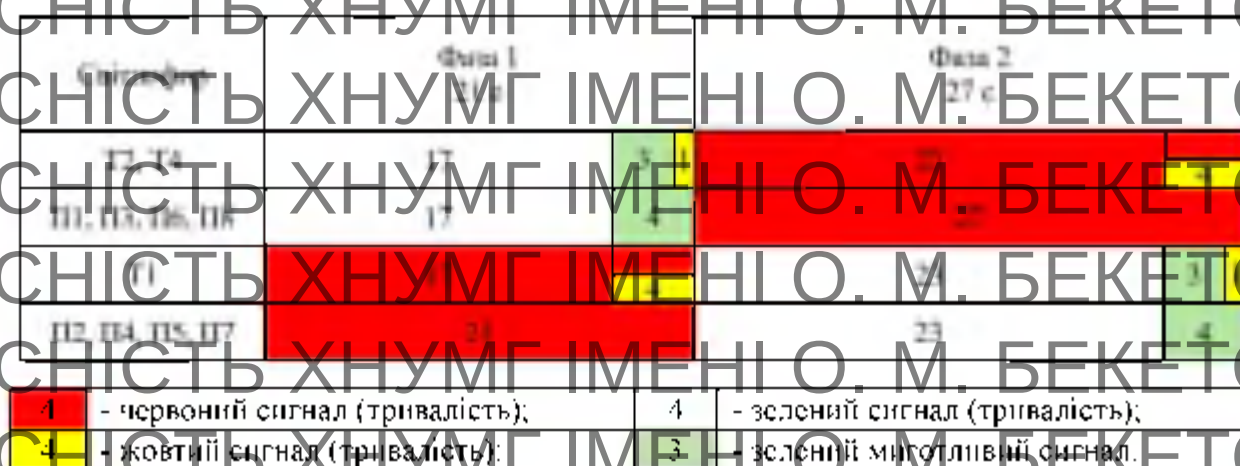


Рисунок 3.5 – Циклограма роботи світлофорного об'єкта

3.2. Визначення затримок руху

Важляки розрахунку затримок транспортних засобів та ступеню насичення напрямку руху можна оцінити якість схеми ОДР.

Показник насичення напрямку рухом можна знайти як результат ділення середнього числа прибуваючих ТЗ до перехрестя по напрямку під час циклу до максимальної кількості ТЗ, які залишили перехрестя під час зеленого сигналу світлофору в тому самому напрямку:

$$x_{1,102} = \frac{273 \cdot 48}{1880 \cdot 17} = 0,35;$$

$$x_{1,2} = \frac{600 \cdot 48}{2045 \cdot 17} = 0,83;$$

$$x_{1,6} = \frac{59 \cdot 48}{1043 \cdot 17} = 0,09;$$

$$x_{1,9,11} = \frac{158 \cdot 48}{1889 \cdot 17} = 0,24;$$

$$x_{1,11} = \frac{600 \cdot 48}{2045 \cdot 17} = 0,83;$$

$$x_{1,5} = \frac{86 \cdot 48}{1927 \cdot 17} = 0,13;$$

$$x_{2,12,4} = \frac{267 \cdot 48}{1925 \cdot 23} = 0,29;$$

$$x_{2,4} = \frac{600 \cdot 48}{2045 \cdot 23} = 0,61;$$

$$x_{2,8} = \frac{69 \cdot 48}{1964 \cdot 23} = 0,07.$$

Оптимальний стан перехрестя настає за умови, якщо x менше за 1.

Змін	Друк	№ з'явки	Підпис	Датум

Затримки транспортних засобів для різних напрямків регульованого перехрестя розраховують за формулою Вестера по кожному з напрямків:

$$t_{\text{вп}j} = 0,9 \cdot \left[\frac{T_{\text{ж}} \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - \lambda \cdot x)} + \frac{x^2}{2N \cdot (1 - x)} \right],$$

де λ – пропорція тривалості основного такту до тривалості циклу регулювання;

N – інтенсивність руху ТЗ по напрямках в приведених одиницях, авт./с.

$$\lambda_1 = \frac{17}{48} = 0,35;$$

$$\lambda_2 = \frac{23}{48} = 0,48.$$

$$t_{\text{вп}1+2} = 0,9 \cdot \left[\frac{48 \cdot (1 - 0,35)^2}{2 \cdot (1 - 0,35 \cdot 0,35)} + \frac{0,35^2}{2 \cdot \frac{233}{3600} \cdot (1 - 0,35)} \right] = 11,71 \text{ с.}$$

$$t_{\text{вп}1-2} = 0,9 \cdot \left[\frac{48 \cdot (1 - 0,35)^2}{2 \cdot (1 - 0,35 \cdot 0,83)} + \frac{0,83^2}{2 \cdot \frac{600}{3600} \cdot (1 - 0,83)} \right] = 23,80 \text{ с.};$$

$$t_{\text{вп}1-3} = 0,9 \cdot \left[\frac{48 \cdot (1 - 0,35)^2}{2 \cdot (1 - 0,35 \cdot 0,09)} + \frac{0,09^2}{2 \cdot \frac{59}{3600} \cdot (1 - 0,09)} \right] = 9,67 \text{ с.}$$

$$t_{\text{вп}1-2+1} = 0,9 \cdot \left[\frac{48 \cdot (1 - 0,35)^2}{2 \cdot (1 - 0,35 \cdot 0,24)} + \frac{0,24^2}{2 \cdot \frac{158}{3600} \cdot (1 - 0,24)} \right] = 10,74 \text{ с.};$$

$$t_{\text{вп}1-1} = 0,9 \cdot \left[\frac{48 \cdot (1 - 0,35)^2}{2 \cdot (1 - 0,35 \cdot 0,83)} + \frac{0,83^2}{2 \cdot \frac{600}{3600} \cdot (1 - 0,83)} \right] = 23,80 \text{ с.};$$

Зем	Друк	№ докум.	Підпис	Дата

$$t_{V=3} = 0,9 \cdot \left[\frac{48 \cdot (1 - 0,35)^2}{2 \cdot (1 - 0,35 \cdot 0,13)} + \frac{0,13^2}{2 \cdot \frac{86}{3600} \cdot (1 - 0,13)} \right] = 9,93 \text{ с.}$$

$$t_{V=2-12.V} = 0,9 \cdot \left[\frac{48 \cdot (1 - 0,48)^2}{2 \cdot (1 - 0,48 \cdot 0,29)} + \frac{0,29^2}{2 \cdot \frac{267}{3600} \cdot (1 - 0,29)} \right] = 7,50 \text{ с.}$$

$$t_{V=2-4} = 0,9 \cdot \left[\frac{48 \cdot (1 - 0,48)^2}{2 \cdot (1 - 0,48 \cdot 0,61)} + \frac{0,61^2}{2 \cdot \frac{600}{3600} \cdot (1 - 0,61)} \right] = 10,83 \text{ с.}$$

$$t_{V=2-8} = 0,9 \cdot \left[\frac{48 \cdot (1 - 0,48)^2}{2 \cdot (1 - 0,48 \cdot 0,07)} + \frac{0,07^2}{2 \cdot \frac{69}{3600} \cdot (1 - 0,07)} \right] = 6,17 \text{ с.}$$

Середньозважену затримка руху ТЗ визначають загальною сумою затримок яку поділено на кількість даних розрахунків:

$$t_{\Delta P} = \frac{11,71 + 23,80 + 9,67 + 10,74 + 23,80 + 9,93 + 7,50 + 10,83 + 6,17}{9} = 12,68 \text{ с.}$$

Визначені показники заносимо до табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Результати розрахунків

Фаза	Напрямок руху	Відношення $t_{\Delta P}$ до $t_{\Delta P}^0$	Степінь насичення напрямку руху	Інтенсивність ТІ, N , авт./с	Затримки ТЗ на регульованому перехресті, $t_{\Delta P}$, с
	2	3	4	5	6
1	1-2	0,35	0,35	0,065	11,71
1	1-2	0,35	0,83	0,167	23,80

Продовження табл. 3.2.

1	2	3	4	5	6
1-6	0,35	0,09	0,016	0,67	
1-9	0,35	0,24	0,044	10,74	
1-1	0,35	0,83	0,167	23,80	
1-5	0,35	0,13	0,024	9,93	
2-12,4	0,48	0,29	0,074	7,50	
2-4	0,48	0,61	0,167	10,83	
2-8	0,48	0,07	0,019	6,17	

Для визначення показнику складності перехрестя треба побудувати схему конфліктних точок на перехресті в кожній схемі регулювання рис 3.6, 3.7.



Рисунок 3.6 – Схема конфліктних точок

Зміст	Друк	№ змін	Підпис	Дати

Заключним етапом визначають показник складності перехрестя для даної схеми ОДР. Розрахунок даного показнику відбувається наступним чином: підраховують конфліктні точки потоків транспорту, а саме, відхилення як рахують як один бал, зліття як три бали та перетинання, як найбільш небезпечне рахується за п'ять балів.

$$m = 3 + 3 \cdot 1 + 5 \cdot 9 = 51.$$

На основі результату показника складності перехрестя визначають рівень складності перехрестя. Якщо значення показника менше 40 – вузол простий. При значенні від 40 до 80 – середньої складності. Від 80 до 150 – складний. Та більше 150 – дуже складний.

Згідно з отриманим показником складності, що склав 51 бал, даний вузол можна вважати вузлом середньої складності.

3.3. Висновки до розділу

Протягом виконання даного розділу були отримані практичні навички у визначенні раціональних варіантів організації руху транспортних потоків.

Першим етапом було обрано кількість смуг на підходах до перехрестя. Для цього спочатку була визначена сумарна інтенсивність руху на підходах до перехрестя з урахуванням перспективи і пропускна спроможність багаторукової проїжджої частини. Після цього було обрано потрібну кількість смуг. На першому підході кількість смуг дорівнює трьом в прямому напрямку та одній в зворотному, для третього підходу є лише три смуги у зворотному напрямку, а для інших підходів кількість смуг в усіх напрямках дорівнює трьом. Та їх ширину, так як частка вантажних автомобілів в потоці більше 30 %, ширина всіх смуг дорівнює чотирьом метрам. Далі було зображено схему перехрестя з елементами інтенсивності руху транспортних потоків в масштабі.

Наступним кроком зроблено характеристику дорожнього руху на перехресті, для цього розраховано потоки насичення окремо для кожного

Вісь	Дир.	Напрямок	Підхід	Вісь

напрямку руху транспортних потоків на перехресті. Для прямих напрямків було отримано такі значення – 2045, для поворотних – 1943, 1927, 1964 та для змішаних 1880, 1889, 1925 авт/год.

Подальшою задачею було потрібно розрахувати режим роботи світлофорної сигналізації. Щоб це зробити, використовуючи правила, визначили кількість фаз світлофорного регулювання – дві фази. Результати рішень подано у вигляді схем світлофорного регулювання, рис. 3.3, 3.4. Головною дорогою є підходи 2 – 4, так як інтенсивність руху на них найбільша і у першій фазі рух починається саме з цих підходів та пішоходи можуть переходити на першому та третьому напрямку. У другій фазі починається рух на першому підході та пішоходи можуть переходити на другому та четвертому підходах. Далі було розраховано фазові коефіцієнти для першої та другої фази, максимумом для обох фаз є значення коефіцієнту – 0,29. Після цього була розрахована тривалість проміжних тактів для кожної фази руху, для першої це значення 4 секунди та для другої також чотири. Наступним кроком було розраховано тривалість основного такту для кожної з фаз, для першої – 17, для другої – 23 с. Наприкінці визначено загальну тривалість циклу світлофорного регулювання – 48 с. Базуючись на отриманих даних було побудовано циклограму роботи світлофорного об'єкта.

Наприкінці зроблено оцінку якості схеми ОДР. Для цього розраховано ступінь насичення напрямку руху, отримані коефіцієнти менші за одиницю, тобто стан дорожнього руху можливо охарактеризувати як здоровий. Далі ми розраховали затримки транспортних засобів для різних напрямків за формулою Вебстера та середньозважену затримку для регульованого перехрестя, вона дорівнює 12,68 с. Після цього було побудовано схеми конфліктних точок на перехресті по кожній фазі (рис. 3.6). Було визначено наступну кількість конфліктних точок: відхилення – 3, злиття – 1, перетинання – 9. На основі цих даних було визначено показник складності перехрестя – 51 бал, згідно з цим транспортний вузол є вузлом середньої складності.

Зем	Дри	№ докум	Підпис	Дата

ВИСНОВКИ

Завданням дипломної роботи було виконання проекту організації перевезень на міському автобусному маршруті з добовим обсягом перевезень 8746 пасажирів.

Першим розділом проведено дослідження щодо стану функціонування пасажирських транспортних систем міст та розглянуто методи підвищення ефективності функціонування міського пасажирського транспорту.

У другому розділі проведено проектування процесу перевезення пасажирів на маршруті міського пасажирського транспорту. Спочатку проведено прогнозування змін обсягів перевезень на маршруті. Визначено, що обсяг перевезень збільшиться порівняно з минулими роками. Далі визначали показники перевезень пасажирів на маршруті, які стали основою для подальшого розрахунку. Наступним кроком у роботі було визначення кількості автобусів для роботи на маршруті. Мінімально необхідна кількість автобусів – 4, а максимально можлива – 15 од. Результатами даного підрозділу було складання графоаналітичного розрахунку режимів роботи автобусів і водіїв та стрічковий графік руху автобусів на маршруті. Далі було розроблено розклад руху. Та виходячи з розкладу руху визначено показники роботи водіїв та автобусів на маршруті, а саме кількість обертів, час перерв і відстоїв, роботи випусків.

Третім розділом було проведено організації дорожнього руху на перехресті маршруту перевезення пасажирів. Спочатку було розраховано параметри світлофорного регулювання. В першу чергу визначено сумарну інтенсивність руху на підходах до перехрестя, визначено пропускну спроможність проїзної частини та обрано необхідну кількість смуг руху. Далі побудовано схему перехрестя з елюрами інтенсивності рух транспортних потоків в масштабі та визначено величини потоків насичення. Після цього побудовано схему першої та другої фаз світлофорного регулювання та визначено фазові коефіцієнти і величини проміжних тактів з тривалістю циклу світлофорного регулювання – 40

Зем	Дир	Ніс	Підпис	Підпис

ІННЕТІ ТСН ТТ 2022-2 ТТ ХХХ...Х ПЗ

Дікція

секунд. Наступним кроком визначено величини проміжних тактів. Після цього була скорегована тривалість циклу світлофорного регулювання, яка склала 48 секунд. Далі побудовано циклограму роботи світлофорного об'єкта. Заключним етапом проведено визначення затримок руху та ступеню насиченості напрямку руху та визначено рівень складності перехрестя, згідно з отриманою оцінкою дане перехрестя є вузлом середньої складності.

Зем	Дир	Ніс/ж/м	Підпис	Дата

ІННЕТІ ТСУН ТТ 2022-2 ТТ XXX...Х ПЗ

Друк

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сенів Л. Проблеми організації міських пасажирських перевезень. *Економіка та суспільство*. 2022. № 44. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-44-96>.
2. Гриненко Є., Притула Н. Екологічні наслідки використання автомобільного транспорту. *1 Всеукраїнська науково-практична конференція. Запоріжжя: Актуальні питання суспільства у сферах екологічної та цивільної безпеки, енергозбереження, менеджменту та економіки*. 2024. С. 14-16.
3. Глняний В., Цимбал С. Проблемні аспекти та напрями вдосконалення пасажирських перевезень. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. Вип. 1 (34). Вінниця. 2025. С. 180-187.
4. Захаров Л. С. Аналіз стану та перспективи розвитку міського громадського транспорту України. *Економічний простір*. 2024. URL: <https://prostir.pdaba.dp.ua/index.php/journal/article/view/1553>. (дата звернення: 02.06.2026).
5. Інститут американських досліджень та міжнародних відносин (INAM). *Планування міського пасажирського громадського транспорту в Україні: мультимодальний підхід*. Київ. 2023. 64 с. URL: https://inam.org.ua/pdf/Institute_of_American_Studies_Public_transport_in_Ukraine_multimodal_approach.pdf (дата звернення: 02.06.2026).
6. Державна служба статистики України. Кількість перевезених пасажирів за видами транспорту за 2021 рік (остаточні дані). URL: <https://skilky-skilky.info/wp-content/uploads/2024/04/Kilkist-perevezenykh-pasazhyriv-za-vydamy-transportu-za-2021-r.pdf> (дата звернення: 02.06.2026).
7. Державна служба статистики України. Кількість перевезених пасажирів за видами транспорту (2018-2025). URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/tr/kpp/arh_kpp_u.htm (дата звернення: 02.06.2026).

Зем	Дри	№ докум.	Підпис	Догов

ІННЕТІ ТСН ТТ 2022-2 ТТ XXX...Х ПЗ

Друк

8. Державна служба статистики України. Перевезено вантажів і пасажирів, вантажо- та пасажирообіг у 2022 році (попередні дані). URL: <https://skilky-skilky.info/wp-content/uploads/2023/08/Perevezeno-vantazhiv-i-pasazhyriv-vantazho-ta-pasazhyroobih-u-2022-r.pdf> (дата звернення: 03.06.2026).

9. Державна служба статистики України. Перевезено вантажів і пасажирів, вантажо- та пасажирообіг у 2023 році (попередні дані). URL: <https://skilky-skilky.info/wp-content/uploads/2024/04/Perevezeno-vantazhiv-i-pasazhyriv-vantazho-ta-pasazhyroobih-u-2023-r.pdf> (дата звернення: 03.06.2026).

10. Сидорова А. У 2023 році вантажо- та пасажироперевезення зросли на 3% і 27%. Скільки-скільки? Медіа про державні дані, 11.04.2024. URL: <https://skilky-skilky.info/u-2023-rotsi-vantazho-ta-pasazhyroperevezennia-zrosly-na-3-i-27/> (дата звернення: 03.06.2026).

11. Транспорт України: статистичний збірник / за ред. І. Петренко. Київ: Державна служба статистики України, 2024. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2024/zb/10/zb_Trans_23.pdf (дата звернення: 03.06.2026).

12. Біліченко В. В., Цимбал С. В., Цимбал О. В. Визначення пристосованості автобусів до роботи на міських маршрутах пасажирських перевезень. Вісник машинобудування та транспорту, 2022. Т. 15. № 1. С. 3–10. URL: <https://vmt.vntu.edu.ua/index.php/vmt/article/view/277> (дата звернення: 05.06.2026).

13. Біліченко В. В., Цимбал С. В., Коробов С. С. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень. Вісник машинобудування та транспорту, 2018. Т. 7. № 1. С. 18–25. URL: <https://vmt.vntu.edu.ua/index.php/vmt/article/view/150> (дата звернення: 05.06.2026).

14. Біліченко В. В., Цимбал С. В., Цимбал О. В. Аналіз методів визначення кількості та пасажиромісткості рухомого складу на міських маршрутах пасажирських перевезень. Вісник машинобудування та транспорту.

Зем	Дри	№ докум.	Підпис	Датум

2020. Т. 12. № 2. С. 11–18. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-12-2-11-18>

15. Васильєва Г., Зварич І., Черснїчєнко О. Інноваційні методи визначення пропускнуї здатностї лїній мїського пасажирського транспорту в умовах високої щїльностї руху. Мїстобудування та територїальне планування. 2025. № 90. С. 200–209. DOI: <https://doi.org/10.32347/2076-815X.2025.90.200-209>

16. Приймак В. О., Тараруєв Ю. О. Формування вартостї транспортних послуг в умовах розосередження мїського електричного транспорту. Підприємництво та інновації. 2024. № 31. С. 73–78. URL: <http://ejournal.in.ua/index.php/journal/article/view/654> (дата звернення: 05.06.2026).

17. Порфїренко В. І., Гребельник М. М., Дехтяренко Д. П. Аналіз парку електричних автомобїлів та перспективи модульного застосування електробусів в мегаполїсах. Вісник економічнї науки ЧНУ. Черкаси, 2019. Вип. 3. С. 146–155.

18. Василюва Г., Зварич О., Черснїчєнко О. Часово-просторовий аналіз та моделювання затримок громадського транспорту на вулично-дорожнїй мережї мїст. Просторовий розвиток. 2025. № 14. С. 88–96. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.14.88-96>.

19. Дзюра В. О., Бабїй М. В., Сташків А. П. Шляхи оптимїзацї кїлькостї їндивїдуального транспорту в обмежєних можливостях вулично-дорожнїої мережї. Вісник машинобудування та транспорту. 2024. Т. 19. № 1. С. 46–54. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2024-19-1-46-54>.

20. Палант О. Ю., Джабраїлов А. Економїка мїської мобїльностї: моделювання економічнї ефектївностї трамвая з урахуванням їнфраструктури, часу та їнтеграцїї. Економїка та суспїльство. 2026. № 86. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/D2026-86-154>.

21. Методичнї рекомендації до виконання курсового проєкту з дисциплїни «Пасажирськи перевезення» (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностї 275 - «Транспортні технологїї (за видами транспорту)» / Харк. нац. ун-т. мїськ. госп-ва їм. О. М. Бєкетова; уклад.: Д. Л. Бурко. Х.: ХНУМГ їм. О. М. Бєкетова. 2019. – 34 с.

Зем	Друк	№ журналу	Підпис	Листів

22. Доля В. К. Пасажи́рські перевезе́ння : підручник / В.К. Доля. Харків: Видавництво «Форту», 2011. – 504 с.

23. Пасажи́рські поровезе́ння: підручник друга частина/ за ред. проф. О.С. Ігнатенко, доп. В.С. Марунича – К.: НГУ, 2017. – 265 с.

24. Давідіч Ю. О. ДПЗ Розробка розкладу руху транспортних засобів при організації пасажирських перевезень/ навч. посіб. / Ю. О. Давідіч. Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 345 с.

25. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни Організація дорожнього руху (для студентів 4 курсу денної форми навчання напрямку підготовки 6.070101 Транспортні технології (за видами транспорту)) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : О. О. Лобашов, І. О. Толмачов. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 17 с.

26. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. Чинний від 2018-09-01. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 55 с. (Державні будівельні норми України).

27. Поліщук В. П. Моделювання умов небезпеки дорожнього руху для його учасників. *Наукові потяжки* 55 (2016). 298-304 с.

28. Поліщук В. В., Абрамова Л. С. Підбір організаційних заходів з управління дорожнім рухом на складному перехресті. 2024.

Зем	Друк	№ з'явл.	Підпис	Датум

ІННЕТІ ТСН ТТ 2022-2 ТТ ХХХ...Х ПЗ

Друк