

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 7181 пасажир**

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

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

Бушаков Д. Д.

Керівник: Бурко Д. Л.

Рецензент: Копитков Д. М.

Харків - 2026 року

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

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

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Курс і семестр І

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф. Куш Є. І.

20.06.2026 рік

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Булгакову Дмитру Денисовичу

прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема проекту (роботи) Проектування організації перевезень на
міському автобусному маршруті з добовим обсягом перевезень 7181 пасажир

керівник проекту (роботи) доц. Бурко Д. М., к.т.н.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "22" травня 2026 р.
№ 440-03.

Строк подання студентом проекту (роботи) 10 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до проекту (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. Дослідження теоретичних положень. 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 посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Дипломанти	Ільїн, кат. ТС і П. Поліщук Д. О.		

7. Дата видачі завдання 01.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Дослідження теоретичних положень	01.05-15.05.26	Вик.
2	Проектування процесу перевезення пасажирів на маршруті міського пасажирського транспорту.	16.05- 01.06.26	Вик.
3	Організація дорожнього руху на перехресті маршруту перевезення пасажирів	02.06-07.06.26	Вик.
4	Оформлення пояснювальної записки	07.06-10.06.26	Вик.

Студент

Булгаков Д. Д.

Керівник роботи

Бурко Д. Д.

Додаток

з вихідними даними до завдання на кваліфікаційну роботу студенту

Булганову Д. Д.

Таблиця 1 – Пасажирообмін зупиночних пунктів на маршруті

Прямий напрямок			Зворотній напрямок		
Номер зупиночного пункту	Кількість пасажирів		Номер зупиночного пункту	Кількість пасажирів	
	Зайшло, пас.	Вийшло, пас.		Вийшло, пас.	Зайшло, пас.
1	101	0	1	166	0
2	121	106	2	178	101
3	134	127	3	184	114
4	170	141	4	199	159
5	203	151	5	201	209
6	204	157	6	232	306
7	211	166	7	264	316
8	227	179	8	278	311
9	258	191	9	266	303
10	281	215	10	345	243
11	291	227	11	292	229
12	288	248	12	186	215
13	285	257	13	175	210
14	283	262	14	168	207
15	263	276	15	134	184
16	198	301	16	128	145
17	151	332	17	116	134
18	0	333	18	0	126
Всього	3669	3669	Всього	3512	3512

Таблиця 2 – Коливання пасажиропотоків на маршруті протягом доби

Година	Пасажиро-потік	Година	Пасажиро-потік	Година	Пасажиро-потік
5 - 6	189	11 - 12	126	17 - 18	567
6 - 7	504	12 - 13	189	18 - 19	378
7 - 8	630	13 - 14	315	19 - 20	315
8 - 9	504	14 - 15	378	20 - 21	189
9 - 10	315	15 - 16	378	21 - 22	126
10 - 11	189	16 - 17	504	22 - 23	63

Таблиця 3 - Обсяги перевезень пасажирів на маршруті

Місяць	Обсяги перевезень пасажирів, тис.пас.		
	2023	2024	2025
Січень	280,1	313,1	291,2
Лютий	294,2	307,1	281,5
Березень	303,4	309,4	294,9
Квітень	292,3	284,6	315,1
Травень	299,7	283,1	284,3
Червень	315,7	309,2	307,0
Липень	314,9	300,0	300,7
Серпень	303,5	283,0	311,5
Вересень	312,1	310,6	319,4
Жовтень	284,3	302,7	307,8
Листопад	294,3	281,9	319,1
Грудень	302,2	283,6	283,3
Разом	3596,8	3568,4	3615,8

Таблиця 4 - Параметри маршруту

Параметр	Значення параметру
Довжина пороговів маршруту, км	0,366; 0,454; 0,429; 0,336; 0,432; 0,33; 0,598; 0,39; 0,571; 0,487; 0,458; 0,579; 0,54; 0,458; 0,393; 0,634; 0,456
Загальна кількість зупиночних пунктів, од.	18
Місткість транспортного засобу, q_n , пас.	40
Кількість обертів на маршруті, $n_{об}$, од.	14
Нульовий пробіг, l_0 , км.	9
Кількість проміжних зупиночних пунктів, од.	16
Час простою на проміжних зупиночних пунктах, с. (год.)	40 (0,011)
Час простою на кінцевому зупиночному пункті, хв. (год.)	9 (0,15)

Продовження табл. 4

1	2
Експлуатаційна швидкість на маршруті, км/год.	20
Коефіцієнт дефіциту ТЗ на маршруті	1,0



Рисунок 1 – Схема перехрестя маршруту з інтенсивностями руху.

Студент

Булгаков Д. Д.

Керівник роботи

Булгаков Д. Д.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 57 сторінок, 18 рисунків, 11 таблиць, 10 джерел,
1 додаток

Об'єкт дослідження: процес перевезень пасажирів на маршруті.

Мета роботи: проектування організації перевезень на міському автобусному маршруті з добовим обсягом перевезень 7181 пасажир.

Методи дослідження: аналітичні, прогностування, графічні.

Отримані результати: проаналізовано теоретичні аспекти підвищення ефективності пасажирських перевезень та визначено основні проблеми функціонування міського пасажирського транспорту. Виконано прогностування обсягів перевезень пасажирів на маршруті, визначено основні показники роботи маршруту та розраховано необхідну кількість автобусів для забезпечення перевезень. На основі графоаналітичного методу побудовано стрічковий трафік руху транспортних засобів та сформовано розклад руху автобусів. Для перехрестя, розташованого на маршруті перевезень, визначено параметри світлофорного регулювання, встановлено кількість і тривалість фаз регулювання, побудовано циклограму роботи світлофорного об'єкта та виконано оцінку затримок транспортних потоків.

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

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, МАРШРУТ,
СВІТЛОФОРНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, РОЗКЛАД РУХУ

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ПОЛОЖЕНЬ	10
1.1 Аналіз методів підвищення ефективності перевезень пасажирів....	10
1.2 Висновки по розділу	20
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ НА МАРШРУТІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	21
2.1 Прогнозування зміни обсягів перевезень на маршруті	21
2.2 Визначення показників перевезень пасажирів на маршруті	22
2.3 Визначення кількості автобусів для роботи на маршруті	26
2.4 Складання графіку роботи водіїв і транспортних засобів на маршруті	28
2.5 Розробка розкладу руху	28
2.6 Висновки по розділу	37
РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ	38
3.1 Розрахунок параметрів світлофорного регулювання	38
3.2 Визначення затримок руху	48
3.3 Висновки по розділу	52
ВИСНОВКИ	53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	56
ДОДАТОК А	57

НИІ ЕТІ ТСОЛТТ 2022-2 ТТ XXV...X ІІЗ

Зам.	Дир.	Н.з. докт.	Міст.	Дир.
Розкрій.	Вулиця.	Л. Л.		
Перевір.	Вулиця.	Л. Л.		
Н. Кошир.	Вулиця.	Л. Л.		
Копію.	Вулиця.	Л. Л.		

Підписав/ав

критика

Лит.	Дир.	Архив

ХНУМГ

ВСТУП

Сучасні умови експлуатації міських автобусних маршрутів вимагають постійного вдосконалення процесу перевезень. Зростання інтенсивності руху, нерівномірність пасажиропотоків протягом доби та необхідність раціонального використання транспортних ресурсів потребують обґрунтованого підходу до організації роботи маршрутів. Особливого значення набуває визначення необхідної кількості рухомого складу, вибір режимів його роботи та забезпечення належного рівня транспортного обслуговування пасажирів.

Проектування організації перевезень на автобусному маршруті дає можливість узгодити потреби пасажирів із можливостями перевізника. На основі аналізу обсягів перевезень і характеристик маршруту можна сформувати ефективну систему роботи транспорту, яка забезпечить необхідну провізну спроможність, регулярність руху та економічно доцільне використання автобусів.

РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ПОЛОЖЕНЬ

1.1 Аналіз методів підвищення ефективності перевезень пасажирів

У сучасних умовах пасажирські перевезення займають важливу роль у системі транспортної інфраструктури для розвитку суспільства та економіки.

Від представленої якості послуг пасажирських перевезень залежать такі фактори: комфорт, безпека, швидкість пересування містом. Від ефективності роботи транспорту також залежить доступність різних послуг для населення та загальний рівень соціальної активності мешканців [1].

Водночас міський пасажирський транспорт дає можливість частково зменшити трафік індивідуальних автомобілів перенаправивши пасажиропотік на громадський транспорт, створюючи більш збалансовану транспортну систему, що знижує екологічне навантаження на міське середовище, підвищує швидкість і безпеку поїздки [2].

В умовах стрімко зростаючої урбанізації, транспортна система отримує велике навантаження. Але проведені аналізи у великих та середніх містах України показали, що більшість не має значного територіального розширення, а зміни у розміщенні об'єктів міської інфраструктури незначні. Крім того, приріст населення не впливає на розвиток міського пасажирського транспорту.

А через відсутність необхідних коштів не проводиться закупівля та експлуатація нових видів пасажирського транспорту [2].

На основі даних з статті та перелічених вище проблем можна сказати що останніми роками Україна все сильніше відстає від розвинених країн у транспортній сфері. Серед основних негативних тенденцій відзначаються висока частка транспортних витрат у собівартості перевезень, низька продуктивність праці підприємств галузі та значний ступінь зношеності рухомого складу (рис. 1.1).

Старіння та
зношеність
рухомого складу

Інтервали руху >
20 хв;
середня
Швидкість 18
21 км/год
Щільність
доходить до 6
осіб/м²

Погіршення
якості
транспортного
обслуговування

Рисунок 1.1 – Проблематика пасажирських перевезень

Ці фактори створюють необхідність в покращенні ефективності перевезень пасажирів. Основними напрямками є скорочення часу поїздки пасажирів, забезпечення регулярності руху транспортних засобів, раціональне використання рухомого складу та покращення якості транспортного обслуговування. Важливе значення при цьому має відповідність характеристик рухомого складу фактичним потребам маршруту. При цьому система повинна задовольняти усі сторони, бути економічно вигідною для не перевізників, комфортною для пасажирів та міської громади загалом[4].

Однією з причин низької ефективності транспортної системи є невідповідність структури рухомого складу фактичним пасажиропотокам. Дослідження структури автобусних парків свідчать, що вибір типу рухомого складу значною мірою визначається формою власності автотранспортного підприємства та умовами експлуатації маршрутів. Так, приватні перевізники переважно використовують транспортні засоби малої місткості, тоді як комунальні підприємства частіше експлуатують автобуси великої місткості [3].

Після змін у системі управління галуззю та розширення участі приватного сектору взаємодія перевізників із профільними науково-дослідними установами суттєво скоротилася. Унаслідок цього недостатня увага приділяється питанням оптимізації витрат на технічне обслуговування і

ремонт транспортних засобів, а також оцінюванню впливу структури автобусного парку на собівартість перевезень [3].

У випадку погіршення економічних показників діяльності підприємств одним із найбільш поширених заходів стає перегляд тарифів на проїзд у бік їх підвищення. Водночас практика свідчить, що застосування такого підходу не забезпечує істотного підвищення якості транспортного обслуговування населення [3].

На основі вище сказаного пропонується покращити систему перевезень через розвиток складу АТП. Оптимальний склад залежить від кількості людей в місті. Дослідження свідчать, що зі збільшенням населення міст та обсягу пасажирських перевезень зростає потреба у використанні автобусів великої місткості. Для невеликих міст доцільніше використовувати малої та середньої місткості, тоді як у великих містах краще збільшувати частку використання великих ТЗ. Щоб забезпечити ефективний розподіл складу автопарку потрібно використовувати логістичний підхід. Він передбачає на основі зібраних даних пасажиропотоків направляти автобуси відповідної пасажиромісткості у залежності від часу доби (рис. 1.2) у години пік – особливо великі й великі, в іншій годині – середні та малі. Для цього потрібно використовувати логістичні центри, щоб забезпечувати порядок виходу автобусів оптимальної пасажиромісткості на маршрути [3, 5].

Для підтвердження доцільності використання такого методу в статті [3] були проведені дослідження в яких визначались експлуатаційні витрати палива різними за розміром моделями міських автобусів. Випробування проводилися на міських маршрутах в умовах реального використання службових маршрутах автобусів. У дослідженні брали участь міські автобуси малої, середньої, великої і особливо великої місткості. На основі результатів були побудовані графік залежності витрат палива (рис. 1.3).



Рисунок 1.2 Особливості управління процесом перевезень пасажирів



Рисунок 1.3- Залежність загальних та питомих витрат палива від класу місткості автобусів

Згідно результатів великі та особливо великі транспортні засоби мають більші витрати палива на 100км, 33,5 – 48 л/100км. (сині стовпчики на графіку) а автобус малого класу витрачає 21 л/100км, але витрати на одного пасажирів менші (помаранчевий графік). Малі автобуси демонструють найвищу і найменш вигідну витрату – понад 0,55 л. Патомість використання надвеликих автобусів дозволяє знизити цей показник до 0,26 л на пасажирів, що є майже вдвічі ефективнішим порівняно з малим класом [3].

Також для аналізу розглядаємо ще один показник – трудомісткості робіт з транспортного обслуговування. Цей показник використовується для оцінки витрат часу та ресурсів на обслуговування транспортних засобів. Згідно досліджень відображених на рис. 1.4 ми можемо побачити що показники людино-годин у малого ТЗ менші (18 люд.-год проти 40–47 люд.-год у великих), але їх масове використання на маршрутах із потужними пасажиропотоками є недоцільним. Для перевезення однакового обсягу пасажирів у години пік замість одного великого автобуса необхідно задіяти декілька одиниць малого класу. Це створює більшу сумарну кількість рейсів та призводить до різкого накопичення загального лінійного пробігу автопарку. Внаслідок чого сумарні витрати АПП на паливо, шини, запасні частини та проведення частих циклів ТО-1 і ТО-2 стають більші ніж витрати для рухомого складу великої місткості [3].

На основі проаналізованих даних можна сказати що використання автобусів великої та особливо великої місткості дає змогу перевозити більше пасажирів за один рейс, зменшуючи навантаження на транспортну систему та скорочуючи експлуатаційні витрати. Але треба враховувати що такий підхід є ефективним для маршрутів із високим пасажиропотоком або у години пік. Тому вибір рухомого складу за місткістю потрібно обирати залежно від навантаження на маршрут, що приведе до покращення умов перевезення [3].



Рисунок 1.4 – Нитома трудомісткості технічного обслуговування автобусів різних класів місткості

Одним із наслідків розвитку сучасних міст є постійне збільшення кількості приватних транспортних засобів, що створює додаткове навантаження на вулично-дорожню мережу. За таких умов громадський транспорт втрачає переваги у швидкості та передбачуваності перевезень, оскільки в більшості випадків здійснює рух у спільному транспортному потоці. Затримки, що виникають унаслідок утворення заторів, призводять до відхилення від установлених графіків руху, збільшення тривалості поїздок і часу очікування пасажирів на зупинках. У підсумку погіршується доступність та привабливість громадського транспорту, що негативно позначається на загальному рівні транспортного обслуговування населення [6].

Одним із заходів підвищення ефективності роботи громадського транспорту є організація виділених смуг для руху автобусів. Їх застосування дає змогу відокремити маршрутний транспорт від основного транспортного потоку та зменшити залежність його роботи від коливань інтенсивності дорожнього руху. У результаті забезпечуються більш стабільні умови експлуатації маршрутів, підвищується передбачуваність часу прибуття транспортних засобів і спрощується дотримання встановлених графіків руху.

Це створює передумови для раціональнішого планування випуску рухомого складу на маршрути та покращення узгодженості пересадок між різними видами громадського транспорту [7].

Разом із тим ефективність функціонування виділених смуг значною мірою визначається рівнем контролю за дотриманням правил дорожнього руху та дисципліною інших учасників транспортного процесу. Незважаючи на наявні труднощі під час їх впровадження, використання такого підходу розглядається як один із дієвих інструментів підвищення надійності та привабливості громадського транспорту [7].

Для підтвердження позитивного впливу виділеної смуги було проаналізовано результати дослідження проведеного для міського автобусного маршруту. Якє мало такі параметри: маршрут має 32 зупинки та протяжність 14,4 км. Для оптимізації умов руху на найбільш завантаженій ділянці маршруту була передбачена виділена смуга для громадського транспорту довжиною 6,7 км, що охоплює лише частину маршруту. Розрахунки виконувались у ранкову годину пік з урахуванням фактичних параметрів руху транспортних засобів. На основі отриманих результатів сформовано схему – (рис. 1.5) [8].



Рисунок 1.5 – Ефект використання окремої смуги

Результати показують, що у звичайному режимі руху автобуси мають досить великий інтервал запізньень, а з використанням додаткової смуги час на очікування менший в 2 рази, також зникають відхилення в розкладі.

Для візуального порівняння на основі вище перелічених даних та результатів розрахунку в статті був сформований графік. Аналіз рис. 1.6 для маршруту вказує, що починаючи із зупиночного пункту №17 (початок виділеної смуги) спостерігається поступове зменшення відхилень від графіка руху. Надалі різниця між варіантами збільшується, що свідчить про позитивний вплив виділеної смуги на регулярність руху автобусів. За відсутності виділеної смуги рівень запізнення продовжує накопичуватися та наприкінці маршруту досягає 8 – 9 хвилин [8].



Рисунок 1.6 Вплив виділеної смуги на відхилення автобусів від розкладу руху

Згідно результатів моделювання, якщо використовувати для організації руху виділену смугу то відхилення часу прибуття до зупинок від запланованого в графіку не перевищує дві хвилини. А при відсутності

виділених смуг відхилення може становити від трьох до дев'яти хвилин. Тобто для маршрутів з високою інтенсивністю використання виділеної смуги руху може забезпечуватися більш стабільне виконання розкладу, що особливо впливає при укладенні декількох маршрутів та організації пересадок [8].

Разом з використанням вище перелічених методів, доцільно використовувати експресний режим руху. Основною перевагою запровадження цього режиму руху міського транспорту у великих та середніх містах є зменшення навантаження пасажиропотоком зупинок в години пік. Експресний режим руху дозволяє знизити навантаження на міську транспортну систему. У результаті зменшуються скупчення пасажирів на зупинках і скорочується час очікування маршрутного транспорту. Також це дозволяє скоротити час проходження маршруту. За рахунок того, що в експресному режимі автобус робить лише частину зупинок. Їх кількість становить не більше 25% від кількості в звичайному режимі руху. Завдяки тому що автобусу не потрібно зупинятись на кожній зупинці він рідше починає рух з місця [9].

Це дозволяє зменшити рівень викидів вихлопних газів, адже найбільша їх кількість утворюється під час старту транспортного засобу.

А сам режим експресного руху можна використовувати на діючих маршрутах разом зі звичайним режимом руху, створює можливість організовувати комбінований режим руху або самостійні маршрути [9].

Згідно аналізу проведеного в статті завдяки впровадженню такого режиму руху покращується не лише часу очікування для пасажирів, а й енергоефективності перевезень. Витрати палива ТЗ залежать від кількості зупинок на один кілометр маршруту. При переході від звичайного режиму (до 26 зупинок) до експресного (4-14 зупинок) витрати палива можуть зменшитись на 20–40%. А швидкість сполучення зростає на 30%. Це пов'язане зі зменшенням кількості розгонів та гальмувань, а також скорочення часу простоїв на проміжних зупинках. Для підтвердження цих даних у статті було виконано моделювання для типових умов перевезень на маршруті. Побудовані

2 порівняльні графіки, де в лівій частині вказана кількість зупинок в залежності від режиму руху (рис. 1.7) та (рис. 1.8.) [10].



Рисунок 1.7 – Залежність швидкості отримання від режиму руху



Рисунок 1.8 – Витрати палива в залежності від режиму руху

Проаналізувавши результати моделювання ми можемо сказати, що впровадження експресних маршрутів є доцільним і як видно з (рис. 1.8), на фоні зменшення кількості зупинок з 67 (режим маршрутного таксі) до 4 (експресний режим) знижуються витрати палива з 52,95 до 18,91 л/100 км та підвищується швидкість сполучення з 20,0 до 35,2 км/год [10].

1.2. Висновки до розділу

Аналіз сучасного стану міських пасажирських перевезень показав, що забезпечення високої якості транспортного обслуговування неможливе без удосконалення організації роботи маршрутів. Зростання транспортного навантаження, нерівномірність пасажиропотоків та обмеженість ресурсів перевізників вимагають застосування рішень, спрямованих на підвищення ефективності використання рухомого складу та дорожньої інфраструктури.

Проведений огляд наукових досліджень свідчить, що покращення роботи міського транспорту досягається не окремими заходами, а їх поєднанням. При цьому визначальне значення мають параметри маршруту, характеристики пасажиропотоку та умови експлуатації транспортних засобів. Саме врахування цих факторів дозволяє забезпечити баланс між потребами пасажирів і економічними інтересами перевізника.

Таким чином, підвищення ефективності міських автобусних перевезень потребує обґрунтованого вибору організаційних та технологічних рішень на основі аналізу конкретних умов роботи маршруту. Це обумовлює необхідність виконання розрахунків параметрів перевізного процесу та розробки раціональної організації руху для досліджуваного маршруту.

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ НА МАРШРУТІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

2.1. Прогнозування зміни обсягів перевезень на маршруті

Для забезпечення нормального розкладу руху та функціонування транспортних засобів треба аналізувати рівень навантаження на систему. Знаючи обсяги перевезень за минулі роки виконуємо прогнозування на 2026 рік за допомогою інструменту «Лінійний прогноз» в програмному забезпеченні Excel (рис. 2.1). Це дасть змогу запланувати підготовку транспортної системи до можливих змін попиту. А саме порахувати необхідну кількість транспортних засобів, оптимізувати розклад руху, запланувати майбутній розвиток транспортної системи, але такий метод не враховує форс-мажорних обставин.



Рисунк 2.1 Прогноз обсягів перевезень на 2026 рік

Аналіз прогнозованих даних показує, що на початку 2026-го року буде незначне зростання обсягів перевезень, потім весною різкий спад і далі після плавного росту в кінці року знову спад.

2.2. Визначення показників перевезень пасажирів на маршруті

У цьому підрозділі на основі вихідних даних про пасажирообмін на зупинках та параметрів маршруту розраховуються основні показники перевезень. До них належать: обсяги перевезених пасажирів у прямому та зворотному напрямках, пасажирообіг (транспортна робота), середня дальність поїздки. Ці розрахунки є необхідною основою для подальшого проектування.

Знаючи нашу кількість пасажирів що увійшли і вийшли на зупинках та довжини перегонів з вихідних даних виконуємо розрахунки пасажирообігу за формулою (2.1). Цей показник дає нам змогу оцінити наскільки завантажений маршрут. Наприклад низький показник при великій довжині маршруту – ознака нерентабельності.

$$P = \sum_{i=1}^n Q_{пер,i} \cdot L_i \quad (2.1)$$

L_i – довжина перегону;

$Q_{пер}$ – кількість пасажирів.

Для розрахунку пасажирообігу спочатку потрібно визначити кількість пасажирів на кожному перегоні в прямому та зворотному напрямку ($Q_{пер,i}$), для цього використовуємо формулу:

$$Q_{пер,i} = Q_{зупр,1} \pm Q_{пер,з,2} - Q_{зміщений} \quad (2.2)$$

Приклад розрахунку для прямого напрямку, подальші розрахунки робимо аналогічно:

$$Q_{пер,1-2} = 101 - 0 = 101 \text{ пас};$$

$$Q_{пер,2-3} = 101 + 121 - 106 = 116 \text{ пас};$$

$$Q_{пер,3-4} = 116 + 134 - 127 = 123 \text{ пас}.$$

Приклад розрахунку для зворотного напрямку, подальші розрахунки робимо аналогічно. Результати розрахунків винесені в (табл. 2.1)

$$Q_{пер,1-2} = 166 - 0 = 166 \text{ пас};$$

$$Q_{пер,2-3} = 166 - 178 - 101 = 243 \text{ пас};$$

$$Q_{пер,3-4} = 243 + 184 - 114 = 313 \text{ пас}.$$

Таблиця 2.1 - Кількість пасажирів на кожному перегоні в прямому та зворотному напрямку

Перегони	$Q_{пер,i}$	$Q_{пер,i}$
1-2	101	166
2-3	116	243
3-4	123	313
4-5	157	358
5-6	204	345
6-7	251	271
7-8	296	219
8-9	344	186
9-10	411	149
10-11	477	251
11-12	541	314
12-13	581	285
13-14	609	250
14-15	630	211
15-16	617	161
16-17	514	144
17-18	333	126

Тепер на основі вище виконаних розрахунків та використовуючи формулу (2.1) розраховуємо пасажирообіг.

Приклад розрахунку для прямого напрямку по перегонам, подальші розрахунки робимо аналогічно:

$$P_{пр,1-2} = 101 \cdot 0,356 = 35,95 \text{ пас.} \cdot \text{км};$$

$$P_{пр,2-3} = 116 \cdot 0,454 = 52,64 \text{ пас.} \cdot \text{км};$$

$$P_{пр,1-2} = 101 \cdot 0,356 = 35,95 \text{ пас.} \cdot \text{км}.$$

Приклад розрахунку для зворотного напрямку по перегонам, подальші розрахунки робимо аналогічно. Результати зведені до (табл. 2.2):

$$P_{зв,1-2} = 66 \cdot 0,456 = 75,69 \text{ пас.} \cdot \text{км};$$

$$P_{зв,2-3} = 243 \cdot 0,634 = 154,062 \text{ пас.} \cdot \text{км};$$

$$P_{зв,1-2} = 313 \cdot 0,393 = 123,009 \text{ пас.} \cdot \text{км}.$$

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків пасажирообігу в обох напрямках

Номер зупинки (початок перегону)	Пасажирообіг на перегоні (прямий), $P_{пр}$ пас·км	Пасажирообіг на перегоні (зворотний), $P_{зв}$ пас·км
1	2	3
1	35,95	75,69
2	52,66	154,06
3	52,76	123
4	51,07	161,674
5	88,12	186,3
6	82,83	156,9
7	177	100,3
8	134,16	90,58
9	234,68	85,07
10	232,29	97,89

Продовження табл. 2.2

1	2	3
11	247,77	187,77
12	336,89	94,05
13	328,86	108
14	288,54	70,89
15	241,48	69,06
16	326,87	65,37
17	151,84	44,85
Сума	3063,34	1871,52

На основі розрахованих сум по перегонах визначаємо загальний пасажирообіг за формулою (2.3):

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{пр}} + P_{\text{в}} \quad (2.3)$$

$$P_{\text{заг}} = 3063,34 + 1871,52 = 4934,86 \text{ пас.} \cdot \text{км.}$$

Тепер знаючи пали загальний пасажирообіг розраховуємо середню дальність поїздки ($I_{\text{ср}}$) цей показник показує яку відстань у середньому проїжджає один пасажир на маршруті. Розраховується як відношення загального пасажирообігу до загальної кількості перевезених пасажирів формула (2.4):

$$I_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{заг}}}{Q_{\text{заг}}} \quad (2.4)$$

$P_{\text{заг}}$ – загальний пасажирообіг за рейс, пас. км;

$Q_{\text{заг}}$ – загальна кількість пасажирів, перевезених за рейс, пас.

$$I_{\text{ср}} = \frac{4934,86}{7181} = 0,68 \text{ км}$$

2.3 Визначення кількості автобусів для роботи на маршруті

Для подальшого складання графіку роботи водіїв і транспортних засобів на маршруті потрібно спочатку визначити кількість транспортних засобів на маршруті. Приймемо, що робочий день починається о 5 ранку, закінчується о 23:00. Для розрахунку беремо вихідні данні і використовуємо формулу (2.5):

$$A_{i-(i+1)} = \frac{I_{i-(i+1)} \cdot t_{об}}{q_n \cdot \gamma_d} \quad (2.5)$$

де $I_{i-(i+1)}$ – величина пасажиропотоку на маршруті;

$t_{об}$ – час оберту на маршруті, год.;

q_n – номінальна місткість автобуса, пас.;

γ_d – динамічний коефіцієнт використання місткості; $\gamma_d = 1$.

Приклад розрахунків для 5-6 ранку, аналогічно виконуємо розрахунки для інших годин та зносимо в (табл. 2.3):

$$A_{5-6} = \frac{189 \cdot 0,79}{40 \cdot 1} = 3,73 = 4 \text{ од.};$$

$$A_{6-7} = \frac{504 \cdot 0,79}{40 \cdot 1} = 9,95 = 10 \text{ од.};$$

$$A_{7-8} = \frac{630 \cdot 0,79}{40 \cdot 1} = 12,44 = 13 \text{ од.}$$

Для визначення кількості ТЗ спочатку розраховуємо час оберту на маршруті:

$$t_{об} = \frac{2L_m}{V_c}, \quad (2.6)$$

L_m – довжина маршруту в одному напрямку;

V_c – експлуатаційна швидкість.

$$t_{об} = \frac{2 \cdot 7,9}{20} = 0,79 \text{ год.}$$

Таблиця 2.3 – Результати розрахунків пасажиропотоку та кількості автобусів на маршруті по годинах доби.

Година	Кількість автобусів	Година	Кількість автобусів	Година	Кількість автобусів
5 - 6	4	11 - 12	3	17 - 18	12
6 - 7	10	12 - 13	4	18 - 19	8
7 - 8	13	13 - 14	7	19 - 20	7
8 - 9	10	14 - 15	8	20 - 21	4
9 - 10	7	15 - 16	8	21 - 22	3
10 - 11	4	16 - 17	10	22 - 23	7

Для побудови графоаналітичного розрахунку визначаємо A_{max} формула (2.8) та A_{min} формула (2.7). За мінімальним показником будемо границю для двозмінного режиму, а за максимальним для перерваного.

$$A_{min} = \frac{t_{max}}{I_{max}} \quad (2.7)$$

де I_{max} час очікування на зупинці, 15 хв

$$A_{min} = \frac{0,79}{0,25} = 3,16 = 4 од.$$

$$A_{висл} = A_{min} \cdot K_0 \quad (2.8)$$

де $A_{висл}$ – кількість автобусів в «годину – пік», од.;

K_0 – коефіцієнт дефіциту.

$$A_{max} = 13 \cdot 1 = 13 од.$$



Рисунок 2.2 – Кількість транспортних засобів по годинах доби.

■ – додані до A_{aut} автобусо-години.

2.4. Складання графіку роботи водіїв і транспортних засобів на маршруті

На основі проведених розрахунків та (рис. 2.2) виконуємо графоаналітичний розрахунок, (рис. 2.3). В розрахунку організуємо два типи роботи водіїв, перерваний та двозмінний. В двозмінному режимі час роботи водія повинен становити від 7 до 9 годин, потім йде перезмінка. Перерва 30хв – 1,5 години. У перерваному режимі час роботи становить від 8 до 10 годин, замість перерв – відстої від 3 до 5 годин. Для обох режимів час роботи водія без перерви не повинен перевищувати 5 годин.

Також для виконання вище заданих умов використовуватись додаткові години. Кількість цих годин обмежена, для перевірки використовуємо формулу (2.9):

$$k_{\text{доб}} = \frac{A'_{\text{доб}}}{A'_{\text{допр}} + A'_{\text{дод}}} \geq 0,91, \quad (2.9)$$

де $A'_{\text{допр}}$ – автобусо-години потрібні

$A'_{\text{дод}}$ – автобусо-години додаткові.

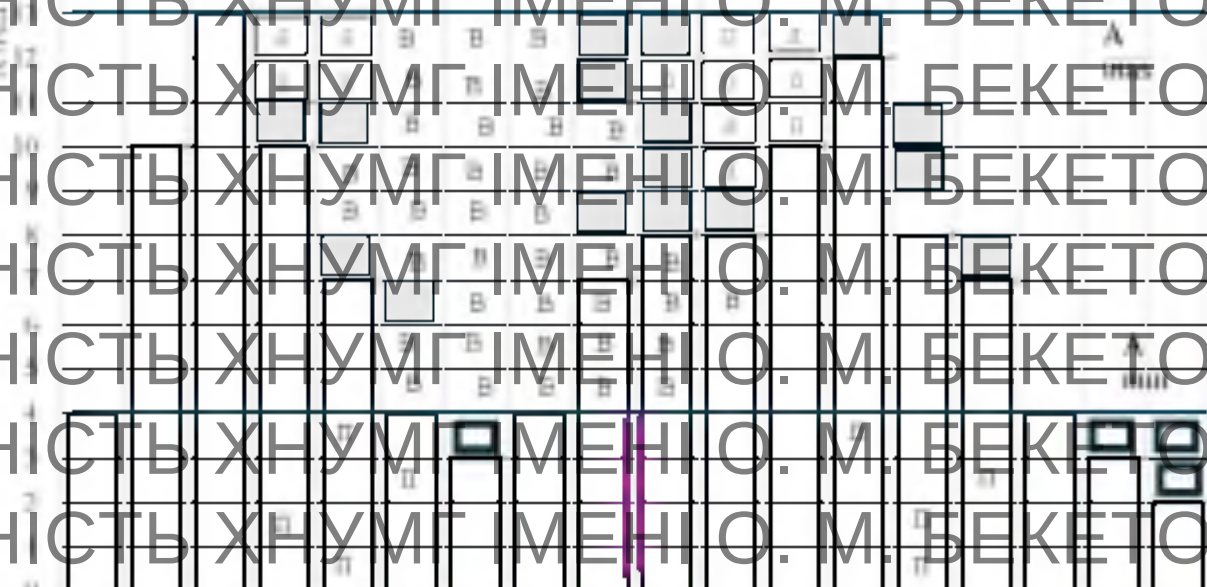


Рисунок 2.3 Графоаналітична побудова

-  — перерва;
-  — додаткові години;
-  — відстій;
-  — перезмінка;
-  — додані автобусо-години.

$$k_{\text{вп}} = \frac{128}{128 + 12} = 0,91 \geq 0,91.$$

Згідно розрахунків, умова виконується. Випуски 1-4 працюють у двозмінному режимі, а інші в перерваному.

2.5 Розробка розкладу руху

Для формування розкладу визначасмо інтервали руху автобусів за формулою (2.10):

$$T_{i \text{ год}} = \frac{L_{\text{год}}}{4 \cdot n_{\text{пер}}}, \quad (2.10)$$

Приклад розрахунку, інші розрахунки виконані аналогічно по годинам доби та зведено до (табл. 2.4):

$$I_{5-6} = \frac{47,4}{4} = 11,85 = 12 \text{ хв.};$$

$$I_{6-7} = \frac{47,4}{10} = 4,74 = 5 \text{ хв.};$$

$$I_{7-8} = \frac{47,4}{13} = 3,64 = 4 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.4 Інтервали руху автобусів по годинам доби

Години доби	Інтервал руху, хв
5-6	12
6-7	5
7-8	4
8-9	4
9-10	6
10-11	12
11-12	12
12-13	12
13-14	7
14-15	6
15-16	4
16-17	4
17-18	4
18-19	6
19-20	7
20-21	12
21-22	12
22-23	12

Згідно графоаналітичної побудови та інтервалів руху автобусів, формуємо стрічковий графік руху (рис. 2.4). Цей графік дозволяє показати роботу кожного автобуса протягом зміни, контролювати дотримання інтервалів руху, часу перерви, відстою водія.

На основі стрічкового графіку було складено розклад випусків (табл. 2.6). Через використання графічного методу побудови стрічкового графіку є розбіжності між графічним та табличним значенням часу. Визначаємо за даними графіку час роботи кожного випуску, час перерви та відстою (табл. 2.7). Для цього спочатку заповнюємо (табл. 2.5), час на нульовий пробіг беремо 10 хв.

Таблиця 2.5 Час виїзду і заїзду автобусів

№ випуску	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$T_{\text{виїзду}}$	5:14	5:26	4:50	5:02	5:47	6:03	5:37	6:13	5:52	6:18	6:38	6:28	6:42
$T_{\text{заїзду}}$	22:48	22:24	22:36	23:10	20:10	20:45	20:11	20:31	18:02	19:11	19:05	18:26	18:14

Тривалість роботи автобуса на маршруті $T_{\text{м}}$ под розраховуємо як різницю між моментами його заїзду в АТП і виїзду з підприємства за вирахуванням часу на відстій чи обідню перерву формула (2.11):

$$T_{\text{м}} = T_{\text{заїзду}} - T_{\text{виїзду}} - T_{\text{перу}} \quad (2.11)$$

$$T_{\text{м1}} = 22:48 - 5:14 - 1:26 = 16:08 \text{ год.};$$

$$T_{\text{м2}} = 22:24 - 5:26 - 2:10 = 14:48 \text{ год.};$$

$$T_{\text{м3}} = 22:36 - 4:50 - 2:09 = 15:37 \text{ год.}$$

Аналогічно виконуємо розрахунки для інших випусків та зносимо до (табл. 2.7).

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

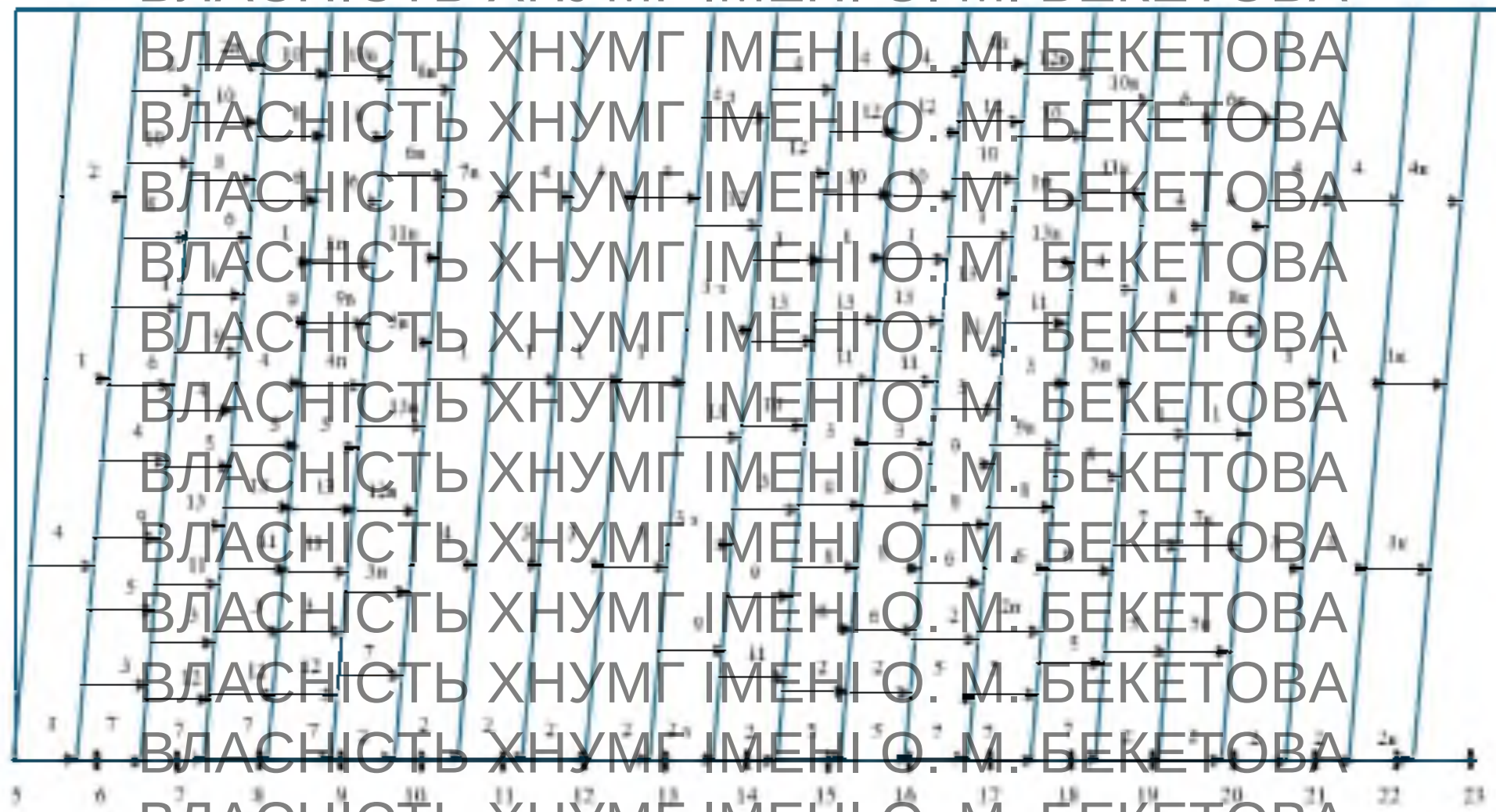


Рисунок 2.4 Стрічковий графік

Таблиця 2.6 Розклад руху

1 випуск		2 випуск		3 випуск		4 випуск		5 випуск		6 випуск	
K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2
5:24	5:47	5:36	5:59	5:00	5:23	5:12	5:35	5:57	6:20	6:13	6:36
6:11	6:34	6:23	6:46	5:47	6:10	5:59	6:22	6:44	7:07	7:00	7:23
6:18	6:41	6:33	6:56	5:52	6:15	6:07	6:30	6:56	7:19	7:12	7:35
7:05	7:28	7:20	7:43	6:39	7:02	6:54	7:17	7:43	8:06	7:59	8:22
7:08	7:31	7:24	7:47	6:44	7:07	7:00	7:23	8:28	8:51	8:44	9:07
7:55	8:18	8:11	П	7:31	7:54	7:47	8:10	9:15	9:38	9:31	9:54
8:40	9:03	8:55	9:18	8:16	8:39	8:32	8:55	9:25	9:48	9:57	10:00
9:27	П	9:42	10:05	9:03	9:26	9:19	П	10:12	В	10:24	В
10:06	10:29	9:42	10:05	9:07	9:30	9:54	10:17	15:11	15:34	15:19	15:42
10:53	11:16	10:29	10:52	9:54	П	10:41	11:04	15:58	16:21	16:06	16:29
10:53	11:16	10:29	10:52	10:41	11:04	11:05	11:28	16:02	16:25	16:10	16:33
11:40	12:03	11:16	11:39	11:28	11:51	11:52	12:15	16:49	17:12	16:57	17:20
12:07	12:30	12:03	12:26	12:19	12:42	12:53	12:56	16:49	17:12	16:57	17:20
12:54	13:17	12:50	13:13	13:06	13:29	13:30	13:53	17:36	17:59	17:44	18:07
12:31	12:54	12:50	13:13	12:15	12:38	12:39	13:02	17:38	18:01	17:44	18:07
13:18	13:41	13:37	3	13:02	13:25	13:24	13:47	18:25	18:48	18:31	18:54
12:27	12:50	13:37	14:00	13:04	13:27	13:32	13:55	19:13	19:36	19:48	20:11
13:14	13:37	14:24	14:47	13:51	3	14:19	3	20:00	К	20:35	К
13:18	13:41	15:15	15:38	13:55	14:18	14:25	14:48	-	-	-	-
14:05	3	16:02	16:25	14:42	15:05	15:12	15:35	-	-	-	-
14:13	14:36	16:06	16:29	15:31	15:54	15:55	16:18	-	-	-	-
15:00	15:23	16:53	17:16	16:18	16:41	16:42	17:05	-	-	-	-

Продовження табл. 2.6.

1 випуск		2 випуск		3 випуск		4 випуск	
K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2
15:43	16:06	16:53	17:16	16:22	16:45	16:42	17:05
16:30	16:53	17:40	П	17:09	17:32	17:29	П
16:34	16:57	19:06	19:29	17:09	17:32	18:02	18:25
17:21	17:44	19:53	20:16	17:56	18:19	18:49	19:12
17:21	17:44	19:53	20:16	17:56	18:19	19:41	20:04
18:08	П	20:40	21:03	18:43	П	20:28	20:51
19:27	19:50	20:40	21:03	20:05	20:28	20:29	20:52
20:14	20:37	21:27	21:50	20:52	21:15	21:16	21:39
20:17	20:40	21:27	21:50	20:52	21:15	21:16	21:39
21:04	21:27	22:14	К	21:39	22:02	22:03	22:26
21:04	21:27	-	-	21:39	22:02	22:03	22:26
21:51	22:14	-	-	22:26	К	23:00	К
21:51	22:14	-	-	-	-	-	-
22:38	К	-	-	-	-	-	-

Продовження табл. 2.6.

7 випуск		8 випуск		9 випуск		10 випуск		11 випуск		12 випуск		13 випуск	
K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2	K3 1	K3 2
5:47	6:10	6:23	6:46	6:02	6:25	6:28	6:51	6:48	7:11	6:38	7:01	6:52	7:15
6:34	6:57	7:10	7:33	6:49	7:13	7:15	7:38	7:25	7:58	7:26	7:48	7:39	8:02
6:34	6:57	7:16	7:39	7:04	7:27	7:20	7:43	8:20	8:45	8:12	8:35	8:24	8:47
7:21	7:44	8:03	8:26	7:51	8:14	8:07	8:30	9:07	9:30	8:59	9:22	9:11	9:34
8:08	8:31	8:48	9:11	8:36	8:59	8:52	9:15	9:31	9:54	9:13	9:36	9:19	9:42
8:55	9:18	9:45	10:08	9:23	В	9:49	В	10:18	В	10:00	В	10:06	В
9:01	9:24	9:43	10:06	12:57	13:20	14:01	14:24	13:43	14:06	13:25	13:48	13:11	13:34
9:48	10:11	10:30	В	13:44	14:07	14:48	15:11	14:30	14:53	14:12	14:35	13:58	14:21
10:18	10:41	15:23	15:46	13:19	14:12	15:47	16:10	15:35	15:58	14:19	14:42	14:07	14:30
11:11	В	16:10	16:33	14:36	14:59	16:34	16:57	16:23	16:45	15:06	15:29	14:54	15:17
15:58	16:21	16:14	16:37	15:27	15:50	16:38	17:01	16:26	16:49	15:51	16:14	15:39	16:02
16:45	17:08	17:01	17:24	16:14	16:37	17:25	17:48	17:13	17:36	16:38	17:01	16:26	16:49
16:45	17:08	17:01	17:24	16:18	16:41	17:25	17:48	17:13	17:36	16:42	17:05	16:30	16:53
17:32	17:55	17:48	18:11	17:05	17:28	18:12	18:35	18:00	18:23	17:29	17:52	17:17	17:40
17:32	17:55	17:50	18:13	17:05	17:28	18:14	18:37	18:08	18:31	17:29	17:52	17:17	17:40
18:19	18:42	18:37	19:00	17:52	К	19:01	К	18:55	К	18:16	К	18:04	К
19:20	19:43	19:34	19:57										-
20:07	К	20:21	К										-

Таблиця 2.7 Кількість обертів, час перерви і відстоїв, роботи випусків

Номер випуску		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кількість обертів $n_{об}$	1-а зміна (до відстою)	10	8	9	9	4	4	5	4	3	3	3	3	3
	2-а зміна (після відстою)	8	8	8	8	5	5	4	5	5	5	5	5	5
Час перерви / відстою		0:39 0:47	0:44 1:26	0:47 1:22	0:35 0:38	4:59	4:55	4:47	4:53	3:34	4:12	3:25	3:25	3:05
Час роботи		16:08	14:48	15:37	17:00	9:24	9:47	9:53	9:25	8:36	8:41	9:02	8:33	8:27

2.6 Висновки по розділу

У другому розділі виконано розрахунок основних параметрів роботи міського автобусного маршруту та сформовано раціональну організацію перевізного процесу. На основі аналізу пасажиропотоків встановлено нерівномірність попиту на перевезення протягом доби, що обумовлює необхідність гнучкого регулювання кількості рухомого складу на лінії. Визначено, що максимальна потреба в автобусах виникає у години «шік» і становить 13 транспортних засобів, тоді як у періоди мінімального попиту достатньо 4 автобусів.

У результаті розрахунків встановлено показники пасажиробігу маршруту, які характеризують інтенсивність використання транспортної системи та дозволяють оцінити середню транспортну рухливість пасажирів. Отримані значення були використані для визначення необхідної кількості автобусів та подальшого формування режимів їх роботи.

На основі графоаналітичного методу розроблено графік роботи водіїв і транспортних засобів із використанням двозмінного та перерваного режимів праці. При цьому забезпечено дотримання вимог щодо тривалості робочого часу, перерв та відстоїв. За результатами побудови встановлено, що працю випусків 1-4 доцільно організувати у двозмінному режимі, тоді як решту випусків – у перерваному.

ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ МАРШРУТУ
ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ

Оптимізація умов руху на регульованих перехрестях – є вирішальним фактором для забезпечення швидкості та безпеки сполучення. Розрахунок раціональних параметрів світлофорного регулювання дозволяє гнучко адаптувати роботу сигналів до реальної інтенсивності транспортних потоків, що мінімізує ризики виникнення заторів. Оцінка затримок руху своєю чергою, дає чітке кількісне підтвердження ефективності проєктних рішень, забезпечуючи стабільну регулярність роботи громадського транспорту та скорочення часу перебування пасажирів у дорозі. Розрахунки проведені на основі схеми перехрестя (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 Схема перехрестя

Сумарну інтенсивність руху на підходах до перехрестя визначено за формулою (3.1) з урахуванням прогнозованого зростання інтенсивності руху на перспективу 10 років.

$$N_{прод} = k_p \cdot N_{факт} \quad (3.1)$$

де $N_{прод}$ – загальна приведена інтенсивність руху транспортних засобів на відповідному підході до перехрестя у прямому (оберненому) напрямку, авт./год.

k_p – коефіцієнт зростання інтенсивності руху на перспективу 10 років, приймаємо 1,8.

$$N_{прод(прям)} = 1,8 \cdot (707 + 87) = 1429,2 \text{ авт./год.};$$

$$N_{прод(звор)} = 1,8 \cdot (751 + 543) = 2329,2 \text{ авт./год.};$$

$$N_{прод(прям)2} = 1,8 \cdot (543 + 143) = 1234,8 \text{ авт./год.};$$

$$N_{прод(звор)2} = 1,8 \cdot (84 + 87) = 307,8 \text{ авт./год.};$$

$$N_{прод(прям)3} = 1,8 \cdot (751 + 84) = 1503 \text{ авт./год.};$$

$$N_{прод(звор)3} = 1,8 \cdot (143 + 707) = 1530 \text{ авт./год.}$$

Розраховуємо пропускну спроможність багатосмугової проїжджої частини за формулою:

$$P = P_n \cdot K_n \cdot K_p \cdot K_\phi \quad (3.2)$$

де P_n – розрахункова пропускна спроможність 1 смуги руху, авт./год.

Приймаємо 1000 авт./год. для забезпечення виконання необхідних маневрів і змін смуг руху, 1200 авт./год. при відсутності змін смуг руху;

K_n – коефіцієнт багатосмуговості (табл. 3.1);

K_p – коефіцієнт, що враховує вплив складу транспортного потоку – 0,85;

K_ϕ – коефіцієнт, що враховує вплив типу покриття проїжджої частини – 1.

$$P_1 = 1200 \cdot 0,85 \cdot 1 = 1020 \text{ авт./год.};$$

$$P_2 = 1000 \cdot 1,8 \cdot 0,85 \cdot 1 = 1530 \text{ авт./год.};$$

$$P_1 = 1000 \cdot 2,4 \cdot 0,85 \cdot 1 = 2040 \text{ авт./год.};$$

$$P_2 = 1000 \cdot 2,9 \cdot 0,85 \cdot 1 = 2465 \text{ авт./год.};$$

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнтів багатосмуговості.

Кількість смуг	1	2	3	4	5
K_n	1,0	1,8	2,4	2,9	3,4

Кількість смуг руху обрано шляхом порівняння прогнозованої інтенсивності руху з пропускною спроможністю підходів до перехрестя.

$$\text{Підхід 1 прям.} = 1429,2 < 2040 = 4 \text{ смуги.}$$

$$\text{Підхід 1 звор.} = 2329,2 < 2465 = 4 \text{ смуги.}$$

$$\text{Підхід 2 прям.} = 1234,8 < 1560 = 2 \text{ смуги.}$$

$$\text{Підхід 2 звор.} = 307,8 < 1530 = 2 \text{ смуги.}$$

$$\text{Підхід 3 прям.} = 1503 < 1530 = 2 \text{ смуги.}$$

$$\text{Підхід 3 звор.} = 1530 = 1530 = 2 \text{ смуги.}$$

Отримані значення кількості смуг та інтенсивності руху нанесено на схему перехрестя (рис. 3.2).

Оскільки досліджуване перехрестя є проєктованим, потоки насичення визначаємо за формулою (3.3). Коефіцієнти в формулі (3.3) використовуються при наявності відповідних умов:

$$M_{\text{шт}} = 524 \cdot B_{\text{шт}} \cdot K_1 \cdot K_R \cdot K_C, \quad (3.3)$$

де $B_{\text{шт}}$ – ширина проїзної частини, м;

K_1 – коефіцієнт, що враховує вплив поздовжнього ухилу проїзної частини на величину потоку насичення.;

K_R – коефіцієнт, який враховує зміну потоку насичення залежно від радіуса кривизни траєкторії руху поворотних транспортних потоків;

K_c – коефіцієнт, що враховує вплив складу транспортних потоків на потік пасивності.

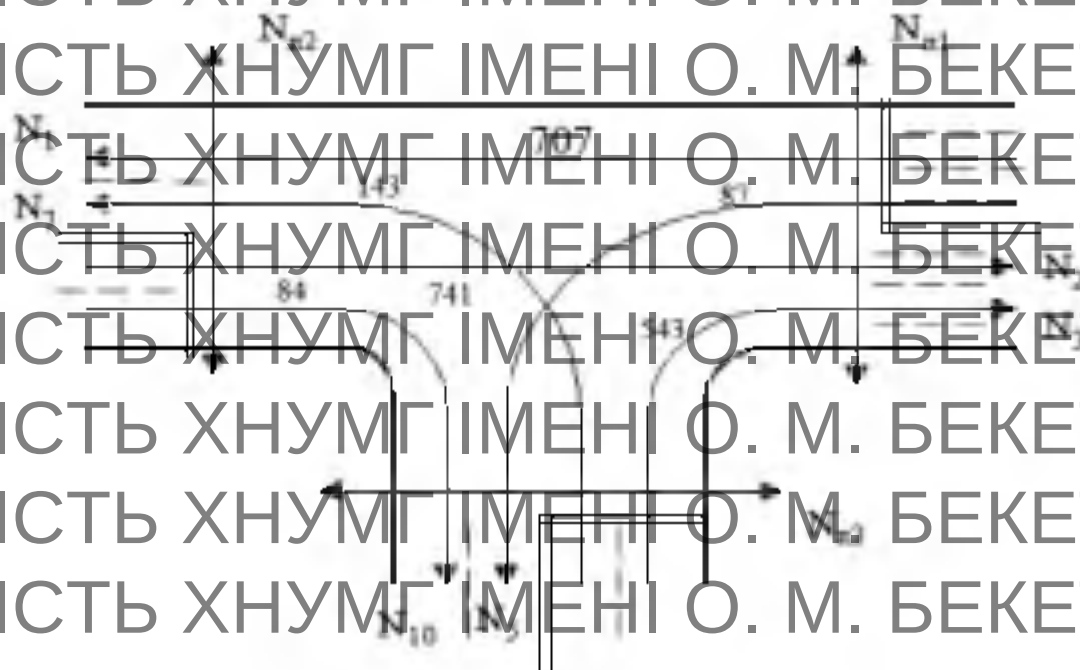


Рисунок 3.2 – Схема перехрестя зі смугами руху та інтенсивністю потоків

Якщо ширина проїзної частини є меншою за 5,4 м, то замість виразу $(525 \cdot B_{пр})$. При інших значеннях $B_{пр}$ для знаходження $(525 \cdot B_{пр})$ застосовується інтерполяція.

Коефіцієнт K_i визначають за формулою:

$$K_i = 1 + \frac{3 \cdot i}{100} \quad (3.4)$$

де i – поздовжній ухил, %.

Коефіцієнт K_R визначається за формулою:

$$K_R = \frac{1}{1 + \frac{1,52R}{R}} \quad (3.5)$$

Коефіцієнт K_c визначається за формулою:

$$K_c = \frac{100}{a + 1,75 \cdot b + 1,25 \cdot c} \quad (3.6)$$

$$M_{III-1}'' = 2045 \text{ авт/год};$$

$$M_{III-1}''' = 1925 \text{ авт/год};$$

$$M_{III-1} = 1925 \text{ авт/год};$$

$$M_{II-1.5} = 1925 \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{1,525}} = 1835 \text{ авт/год};$$

$$M_{III-2} = 1925 \text{ авт/год};$$

$$M_{II-2.5} = 2045 \cdot \frac{100}{81,5 + 1,25 + 18,5} = 1954 \text{ авт/год};$$

$$M_{II-2.7} = 1925 \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{1,525}} = 1825 \text{ авт/год};$$

$$M_{II-3} = 2045 \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{1,525}} = 1876 \text{ авт/год};$$

На основі отриманих характеристик транспортних потоків сформовано схему поїздового роз'їзду на перехресті.

Під час формування фаз світлофорного регулювання враховувалися вимоги щодо усунення конфліктів між транспортними та пішохідними потоками, допустимих навантажень на смуги руху та забезпечення безпечного переходу пішоходів. При цьому не допускалося одночасне виконання взаємно конфліктних маневрів, а також перевищення розрахункового навантаження на окремі смуги руху. Для пішохідних потоків передбачалися умови, що забезпечують можливість безпечного перетину проїзної частини. Вийшло 3 фази, де третя це пішохідна (рис. 3.3–3.5).

Для напрямку руху в кожній фазі регулювання визначають фазові коефіцієнти за формулою:

$$Y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{na}} \quad (3.7)$$

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Рисунок 3.4 – Філа 2

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

ВЛАСНІСТЬ ХНУМГ ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Рисунок 3.5 – Філа 3 (лінійний)

Приклад розрахунку, інші виконуємо аналогічно по інших напрямкам та зносимо в (табл. 3.2).

$$Y_{1-1} = \frac{57}{2045} = 0,027;$$

$$Y_{1-2} = \frac{247}{1925} = 0,13;$$

$$Y_M = \frac{450}{1925} = 0,23.$$

Таблиця 3.2 – Фазові коефіцієнти по кожній фазі.

Фаза - напрямок руху	Фазові коефіцієнти
1-5	0,047
1-2	0,19
1-2, 10	0,24
2-7	0,07
1-3	0,28

Для кожної фази обираємо найбільші значення Y_{ij} : $Y_1 = 0,24$; $Y_2 = 0,28$.

Далі визначаємо тривалість проміжних тактів у кожній фазі за формулою:

$$t_{ij} = \frac{V_{\text{ср}}}{7,2 \cdot a_i} + \frac{3,6(l_{ij} + j_{ij})}{M_{ij}} \quad (3.8)$$

де $V_{\text{ср}}$ – середня швидкість транспортних засобів у межах перехрестя, прийнята 30 км/год.;

a_i – середнє уповільнення автомобіля після ввімкнення заборонного сигналу світлофора, 4 м/с²;

l_{ij} – відстань від стоп-лінії до найвіддаленішої конфліктної точки з потоками, що отримують дозвіл на рух у наступній фазі світлофорного регулювання, м.;

$l_{\text{до}}$ – довжина транспортного засобу що найчастіше зустрічається, м.

$$t_1 = \frac{30}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(25,5 + 4,5)}{30} = 4,64 \text{ с.}$$

$$t_2 = \frac{30}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(25,5 + 4,5)}{30} = 4,64 \text{ с.}$$

Виходячи з вимог безпеки руху, приймають $t_n = 3 \dots 4$ с, незалежно від розрахункового значення.

Через те, що інтенсивність руху на підходах до перехрестя змінюється в часі, а інтервали між прибуттям транспортних засобів не є сталими, оптимальну тривалість циклу світлофорного регулювання визначають за такою формулою:

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5T_n + 5}{1 + Y} \quad (3.9)$$

де T_n – сума тривалості проміжних тактів t_n , с;

Y – сума розрахункових фазових коефіцієнтів.

$$T_n = \frac{1,5 \cdot 8 + 5}{1 + 0,52} = 35,42 \text{ с.}$$

$$T_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^k T_{\text{ф}i} \quad (3.10)$$

$$T_n = 4 + 4 = 8 \text{ с.}$$

$$Y = \sum_{i=1}^k Y_{\text{ф}i} \quad (3.11)$$

де k – число фаз регулювання.

$$Y = 0,24 + 0,28 = 0,52.$$

Розрахунок тривалості основного такту для i -ї фази світлофорного регулювання здійснюється за формулою (3.7) приймають не менше 7 с. для забезпечення вимог безпеки руху:

$$t_{oi} = \frac{(T_{Li} - T_{ui}) \cdot Y_i}{Y} \quad (3.13)$$

$$t_{o1} = \frac{(41,6 - 8) \cdot 0,24}{0,52} = 15 \text{ с};$$

$$t_{o2} = \frac{(41,6 - 8) \cdot 0,28}{0,52} = 18 \text{ с}.$$

Час, необхідний для пропускання пішоходів по якомусь напрямку руху, розраховують за формулою:

$$t_{um} = 5 + \frac{B_{пу}}{V_{um}} \quad (3.14)$$

де V_{um} – швидкість руху пішоходів, приймаємо 1,3 м/с.

$$t_{um3-1} = 5 + \frac{29}{1,3} = 28 \text{ с};$$

$$t_{um3-2} = 5 + \frac{15}{1,3} = 16 \text{ с};$$

$$t_{um3-3} = 5 + \frac{15}{1,3} = 16 \text{ с}.$$

Якщо розрахунковий час для пропуску пішоходів t_{um} перевищує тривалість основного такту відповідної фази, то приймають $t_{oi} = t_{um}$. У такому разі загальну тривалість світлофорного циклу також необхідно пропорційно збільшити $(T'_{II} = \sum_{i=1}^n t_{oi} + \sum_{m=1}^m t_{um})$.

$$T'_{II} = 15 + 4 + 18 + 4 + 28 + 4 = 73 \text{ с}.$$

Результати розрахунку тривалості циклу регулювання представили у вигляді (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 Результати розрахунку циклу регулювання

Фаза	1						2	3			
Інтенсивність, N_{ij} , авт./год	I-1	II-1'	III-1	IV-1,5'	I-2	I-2,10'	2-7	2-3	180	530	650
Потік насичення, M_H , авт./год	87	257	450	87	371	454	143	543			
Фазовий коефіцієнт, Y_{ij}	0,027	0,13	0,23	0,047	0,19	0,24	0,07	0,28			
Розрахунковий фазовий коефіцієнт, Y_i			0,24				0,28				
Сума розрахункових фазових коефіцієнтів, ΣY					0,52						
Тривалість проміжного такту, t_{pi} , с			4				4			4	
Сума тривалості проміжних тактів, T_n , с					8						
Тривалість циклу регулювання, T_c , с					72						
Тривалість основного такту, t_{oi} , с				15			18				
Час для пропуску пішоходів, $t_{пш}$, с										28	
Тривалість скорегованого основного такту, t'_{oi} , с				15			18			28	
Тривалість циклу регулювання скорегована, T'_{c} , с						73					

3.2 Визначення затримок руху

Якість схем організації дорожнього руху на вузлах вулично-дорожньої

мережі оцінюють за ступенем насичення напрямків та середнього затримкою транспорту.

На основі даних з (табл. 3.3) будуємо циклограму роботи світлофорного об'єкту (рис. 3.6):

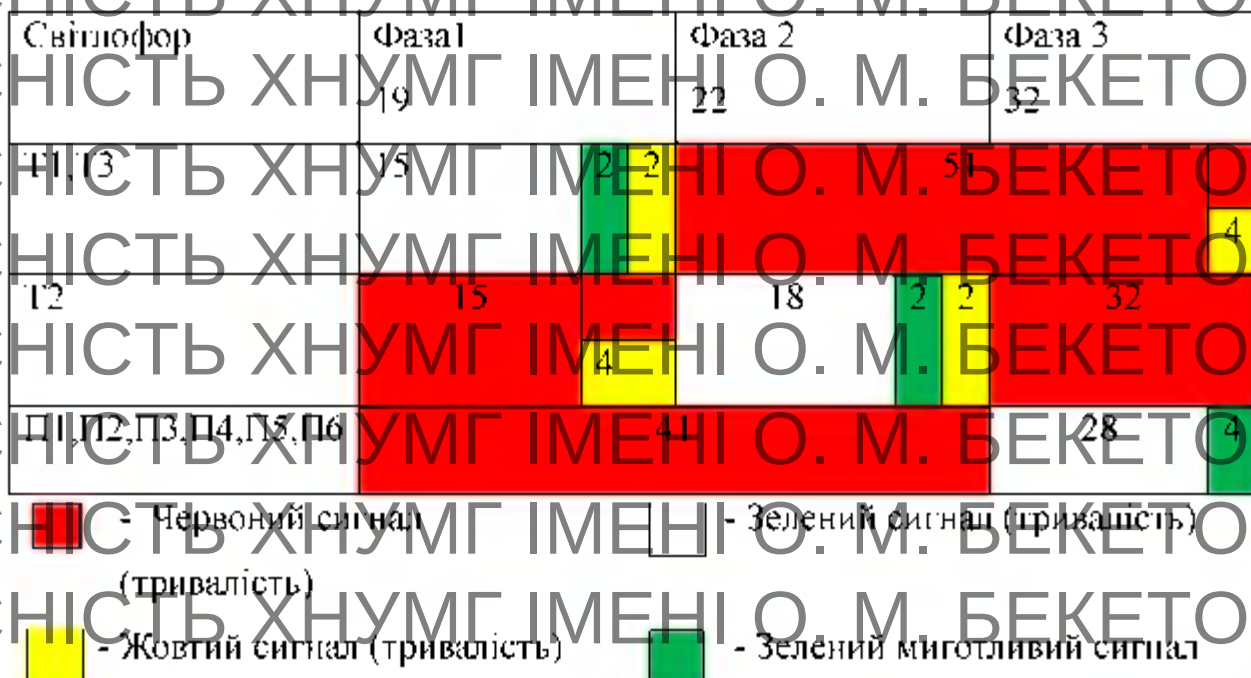


Рисунок 3.6 – Циклограма роботи світлофорного об'єкта

$$x_i = \frac{N \cdot T}{M_{\text{фаз}} \cdot t_{\text{фаз}}} \quad (3.15)$$

$$x_{1-1} = \frac{57 \cdot 73}{2045 \cdot 15} = 0,14$$

$$x_{1-1} = \frac{247 \cdot 73}{1925 \cdot 15} = 0,62$$

$$x_{1-1} = \frac{450 \cdot 73}{1925 \cdot 15} = 1,14$$

$$x_{1-5} = \frac{87 \cdot 73}{1835 \cdot 15} = 0,23$$

$$x_{1-2} = \frac{371 \cdot 73}{1925 \cdot 15} = 0,94$$

$$x_{1-2,10} = \frac{454 \cdot 73}{1925 \cdot 15} = 1,15$$

Фаза - 2

$$x_2 = \frac{143 \cdot 73}{1825 \cdot 18} = 0,32$$

$$x_{2-3} = \frac{543 \cdot 73}{1876 \cdot 18} = 1,17$$

Затримки транспортних засобів на регульованому перехресті для різних напрямків обчислюють за формулою:

$$t_{\lambda j} = 0,9 \cdot \left[\frac{T_H \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - \lambda x)} + \frac{x^2}{2N \cdot (1 - x)} \right] \quad (3.16)$$

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

x – ступінь насичення напрямку руху;

N – інтенсивність руху транспортних засобів в напрямку j в приведених одиницях, авт./с.

Приклад розрахунку, інші результати занесені до (табл. 3.4).

$$t_{\lambda 1-1} = 0,9 \cdot \left[\frac{73 \cdot (1 - 0,2)^2}{2 \cdot (1 - 0,2 \cdot 0,14)} + \frac{0,14^2}{2 \cdot 0,015(1 - 0,14)} \right] = 22,31 \text{ с.}$$

$$t_{\lambda 1-2} = 0,9 \cdot \left[\frac{73 \cdot (1 - 0,2)^2}{2 \cdot (1 - 0,2 \cdot 0,62)} + \frac{0,62^2}{2 \cdot 0,06(1 - 0,62)} \right] = 32,04 \text{ с.}$$

Середньозважену затримку для перехрестя $\bar{t}_{\lambda p}$ визначають за формулою:

$$t_{\lambda p} = \frac{t_{\lambda p}}{n} \quad (3.17)$$

$$t_{\lambda p} = \frac{334,6}{8} = 41,83 \text{ с.}$$

Таблиця 3.4. Результати розрахунку затримок транспорту

Фаза	Напрямок руху	Відношення t_{0i} до $T_{ц}$, λ_i	Ступінь насичення напрямку руху, χ_i	Інтенси́вність ТП, N_i , авт./с	Затримки ТЗ на регульованому перехресті, $t_{зп}$, с
1	1-1'	0,2	0,14	0,015	22,31
1	1-1''	0,2	0,62	0,06	32,01
1	1-1	0,2	1,14	0,1	-14,5
1	1-5'	0,2	0,23	0,12	22,3
1	1-2	0,2	0,94	0,03	246,7
1	1-2,10	0,2	1,15	0,15	0,86
2	2-7	0,24	0,32	0,03	22,8
2	2-3	0,24	1,07	0,15	22

3.3 Висновки по розділу

У третьому розділі проведено розробку заходів з організації дорожнього руху на регульованому перехресті, розташованому в зоні проходження маршруту пасажирських перевезень. Виконані розрахунки дали змогу визначити необхідні параметри вулично-дорожньої мережі з урахуванням прогнозованої інтенсивності руху на перспективу десяти років та забезпечити відповідність пропускнуєї спроможності підходів очікуваному транспортному навантаженню.

На основі аналізу транспортних потоків обґрунтовано кількість смуг руху на кожному підході до перехрестя та визначено потоки насичення для окремих напрямків. З урахуванням конфліктності транспортних і пішохідних потоків розроблено трифазну схему світлофорного регулювання, яка включає окрему пішохідну фазу та сприяє підвищенню безпеки дорожнього руху.

У результаті розрахунків отримано скореговану тривалість циклу світлофорного регулювання 73 с, при цьому тривалість основних тактів становить 15 с, 18 с та 38 с відповідно до прийнятих фаз руху. Проведена оцінка затримок транспортних засобів, середній час склав 42 секунди.

ВІСНОВКИ

У липнямній роботі розглянуто питання удосконалення організації пасажирських перевезень на міському автобусному маршруті та розроблено комплекс заходів, спрямованих на підвищення ефективності функціонування системи транспортного обслуговування населення.

У ході виконання роботи було досліджено сучасний стан міських пасажирських перевезень, проаналізовано основні проблеми їх організації та визначено чинники, що впливають на якість транспортного обслуговування. Встановлено, що забезпечення відповідності параметрів роботи маршруту фактичним потребам пасажирів є одним із ключових напрямів підвищення ефективності роботи громадського транспорту.

На основі аналізу пасажиропотоків виконано розрахунок основних техніко-експлуатаційних показників маршруту, визначено пасажирообіг і середню дальність поїздки пасажирів. Отримані результати дозволили обґрунтувати необхідну кількість транспортних засобів для роботи на маршруті залежно від зміни попиту протягом доби. Встановлено, що максимальна потреба у рухомому складі становить 13 автобусів у години найбільшого навантаження, тоді як у періоди зниження інтенсивності перевезень достатньо 4 автобусів.

За результатами графоаналітичних розрахунків розроблено раціональні режими роботи водіїв і транспортних засобів із застосуванням двозмінного та перерваного режимів праці. Складено стрічковий графік і розклад руху автобусів, що забезпечують дотримання нормативних вимог щодо режимів праці та відпочинку водіїв, підтримання необхідних інтервалів руху та більш ефективне використання рухомого складу.

Також у роботі проаналізовано заходи з удосконалення організації дорожнього руху на регульованому перехресті. На підставі прогнозової інтенсивності транспортних потоків визначено параметри вулично-дорожньої мережі, обґрунтовано кількість смуг руху та розраховано параметри

світлофорного регулювання. Запропоновано трифазну схему роботи світлофорного об'єкта з окремою пішохідною фазою, для якої скорегована тривалість циклу становить 73 с. Результати оцінки загіримок транспортних засобів свідчать про задовільну ефективність роботи перехрестя в цілому, хоча окремі напрямки руху характеризуються вищим рівнем завантаження порівняно з іншими.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Глиняний, В., & Цимбал, С. (2025). Проблеми аспекти та напрями вдосконалення пасажирських перевезень. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 1(24), 180-187. Режим доступу: <https://eforum.lnu.edu.ua/index.php/jurnal-mot/en/article/view/1727/1546>
2. Біліченко, В. В., Цимбал, С. В., & Коробов, С. С. (2018). Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень. Вісник машинобудування та транспорту, (1), 18-25. Режим доступу: <https://vmt.vntu.edu.ua/index.php/vmt/article/view/116/105>
3. Niemi, S. (2019). Ефективність міських пасажирських перевезень в залежності від пасажиромісткості автобусів. Автомобільний транспорт, (45), 62-62. Режим доступу: <https://af.khadi.kharkov.ua/article/view/188786/188200>
4. Біліченко, В. В., Цимбал, С. В., & Цимбал, О. В. (2020). Аналіз методів визначення кількості та пасажиромісткості рухомого складу на міських маршрутах пасажирських перевезень. Вісник машинобудування та транспорту, 12(2), 11-18. Режим доступу: <https://vmt.vntu.edu.ua/index.php/vmt/article/view/216/196>
5. Петринюк, Н. А. (2023). Логістичне управління підприємствами міського громадського транспорту. Scientific notes of Lviv University of Business and Law, (38), 116-123. Режим доступу: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/download/877/799/>
6. Бура, Р., & Рогальський, Р. (2021, March). Зміна швидкості сполучення громадського транспорту як індикатор рівня завантаження міських вулиць. In Проблеми з транспортними потоками і напрями їх розв'язання: тези доповідей IV Всеукраїнської науково-теоретичної конференції (pp. 33-34). ІЗОВ «Галицька видавнича спілка». Режим доступу: <https://cna.lpnu.ua/handle/ntb/56277>

7. Вдовиченко, В. О., Іванов, І. С., Підлубний, С. Ю., & Іванов, С. І. (2023). Структура варіативного аналізу доцільності організації пріоритетного руху міського пасажирського транспорту. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, 1(102), 78-78. Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/12/216.pdf>

8. Вдовиченко, В. О., & Підлубний, С. Ю. (2024). Вплив виділених смуг міського пасажирського транспорту на умови синхронізації міжмаршрутної пересадки пасажирів. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, (107), 130-130. Режим доступу: <https://bulletin.khadi.kharkov.ua/article/view/319597>

9. Біліченко, В. В., Цимбал, С. В., Крещенський, В. Л., Лановий, Р. С., & Шпирко, Д. А. (2018). Застосування експресного режиму руху на міських маршрутах пасажирських перевезень у великих і середніх містах. Наукові нетатки, (62), 40-43. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2018_62_10

10. Литвин, В. В. (2021). Обґрунтування раціональних параметрів експресного режиму руху на міських автобусних маршрутах. Дисертація канд. техн. наук. спец. 5(01). Режим доступу: https://nada.knau.edu.ua/images/files/2021/aref_litvin.pdf

Додаток А

Таблиця А.1 - Інтенсивність пішохідних потоків на перехресті, піш./год.

Інтенсивність пішохідного потоку, пас./год.	
N_{111}	780
N_{112}	650
N_{113}	530

Таблиця А.2 – Інтенсивність транспортних потоків на перехресті, авт./год.

Помер транспортного потоку	Ширина смуги, м	Радіус повороту, м (за можливості)	Інтенсивність потоку авт./год	Склад потоку, %
N_1	4	15	707	Легкові 95% Вантажівки 5 %
N_2	3,5	15	751	Легкові 84% Вантажівки 16%
N_3	3	15	543	Легкові 60% Вантажівки 40%
N_5	4	15	87	Легкові 90% Вантажівки 10%
N_7	5	15	143	Легкові 30% Вантажівки 70%
N_{10}	3	15	84	Легкові 60% Вантажівки 40%