

інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Обґрунтування оптимального складу автобусного парку для
підвищення комфорту при перевезенні пасажирів

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МНм
спеціальності

275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

Капустинський Я.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Бабій М.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Плекан У.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 14 » листопада 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня **магістр**
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю **275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)**
(шифр і назва спеціальності)

студенту **Капустинському Ярославу Орестовичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Обґрунтування оптимального складу автобусного парку для підвищення комфорту при перевезенні пасажирів**

Керівник роботи **Бабій Марія Василівна, к.т.н., доцент**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 14 » 11 2025 року № 4/7-971

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22.12.2025

3. Вихідні дані до роботи

Типи міських автобусів; пасажиропотік за годинами доби; місткість автобуса; коефіцієнт наповнення транспортного засобу; довжина маршруту; технічна швидкість.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Теоретичний розділ (аналіз та класифікація міських і міжміських пасажирських перевезень; показники та критерії якості транспортного обслуговування населення; вимоги до комфорту пасажирських перевезень: міжнародні стандарти та національні нормативи; підходи до формування та оновлення автобусного парку АТП).

2. Аналітико-дослідницький розділ (обґрунтування вибору типу автобуса з використанням графоаналітичного методу; дослідження добової нерівномірності пасажиропотоків на маршруті; аналіз взаємозв'язку основних експлуатаційних параметрів автобусів на маршруті; побудова номограми для визначення годинної потреби в автобусах).

3. Проектно-рекомендаційний розділ (корегування випуску автобусів на маршрут з урахуванням вимог до якості перевезень та в іншому часовому діапазоні; графоаналітичний метод планування раціональної організації роботи автобусів і праці водіїв).

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки.

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Теоретичний розділ</i>	<i>До 20.11.25</i>	
2.	<i>Аналітико-дослідницький розділ</i>	<i>До 28.11.25</i>	
3.	<i>Проектно-рекомендаційний розділ</i>	<i>До 09.12.25</i>	
4.	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>До 15.12.25</i>	
	<i>Загальні висновки, презентація</i>	<i>До 19.12.25</i>	

Студент

(підпис)

Капустинський Я.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бабій М.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування оптимального складу автобусного парку з урахуванням величини пасажиропотоків і вимог до комфортності перевезень. Для досягнення поставленої мети у роботі передбачається аналіз особливостей міських і міжміських пасажирських перевезень, визначення основних показників якості транспортного обслуговування, дослідження характеристик автобусів різної місткості та застосування графоаналітичних методів для вибору раціонального типу рухомого складу.

Об'єктом дослідження є система пасажирських автобусних перевезень, а предметом дослідження – процес формування та коригування складу автобусного парку з метою підвищення комфорту перевезення пасажирів.

У роботі розглянуто особливості організації міських і міжміських автобусних перевезень, проаналізовано показники та критерії якості транспортного обслуговування населення, а також вимоги до комфортності перевезень відповідно до міжнародних стандартів і національних нормативів.

У ході дослідження визначено потужність пасажиропотоків за годинами доби та встановлено характер їх нерівномірності. Побудовано номограму для визначення годинної потреби в автобусах на маршруті та проаналізовано взаємозв'язок основних експлуатаційних параметрів рухомого складу. Виконано коригування випуску автобусів на маршрут з урахуванням заданого рівня якості пасажирського обслуговування та реальних можливостей автотранспортного підприємства. Запропоновані рішення дозволяють забезпечити раціональне використання автобусного парку, зменшити час очікування пасажирів, підвищити комфорт перевезень і знизити собівартість транспортних послуг.

Ключові слова: пасажирські перевезення, автобусний парк, комфорт перевезень, пасажиропотік, графоаналітичний метод, якість транспортного обслуговування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	6
1.1 Аналіз та класифікація міських і міжміських пасажирських перевезень	6
1.2 Показники та критерії якості транспортного обслуговування населення.....	9
1.3 Вимоги до комфорту пасажирських перевезень: міжнародні стандарти та національні нормативи	13
1.4 Типи автобусів та їх характеристики	16
1.5 Підходи до формування та оновлення автобусного парку транспортного підприємства.....	21
 АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	25
2.1 Обґрунтування вибору типу автобуса з використанням графоаналітичного методу	25
2.2 Дослідження добової нерівномірності пасажиропотоків на маршруті	29
2.3 Аналіз взаємозв'язку основних експлуатаційних параметрів автобусів на маршруті	31
2.4 Побудова номограми для визначення годинної потреби в автобусах.....	34
 ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	38
3.1 Корегування випуску автобусів на маршрут з урахуванням вимог до якості перевезень.....	38
3.2 Корегування випуску автобусів в іншому часовому діапазоні.....	40
3.3 Графоаналітичний метод планування раціональної організації роботи автобусів і праці водіїв	46
3.4 Визначення форми роботи автобусних бригад.....	50
 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
4.1 Управління охороною праці на автомобільному транспорті.....	54
4.2. Вимоги техніки безпеки до технічного стану та обладнання транспортних засобів	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60

ВСТУП

Пасажирський автомобільний транспорт посідає провідне місце у забезпеченні мобільності населення та є невід'ємною складовою сучасної транспортної системи. Саме автобусні перевезення відіграють ключову роль у міському та міжміському сполученні, оскільки поєднують відносну економічність, гнучкість маршрутної мережі та здатність оперативно реагувати на зміни попиту. В умовах зростання урбанізації, підвищення інтенсивності транспортних потоків і збільшення вимог пасажирів до якості обслуговування особливої актуальності набуває питання підвищення комфорту перевезень.

Комфорт пасажирів у процесі поїздки формується під впливом багатьох чинників, серед яких важливе місце займає технічний стан і тип рухомого складу, відповідність місткості автобусів реальним пасажиропотокам, регулярність руху та рівень наповнення салону. Невідповідність складу автобусного парку умовам експлуатації призводить до перевантаження транспорту в пікові години або, навпаки, до нераціонального використання ресурсів у міжпікові періоди, що негативно позначається як на якості обслуговування пасажирів, так і на економічних показниках роботи транспортного підприємства.

У сучасних умовах оптимізація складу автобусного парку розглядається не лише як технічне завдання, а як комплексна проблема, що поєднує транспортне планування, аналіз пасажиропотоків, оцінку експлуатаційних параметрів автобусів і дотримання нормативних вимог щодо комфорту та безпеки. Рациональний вибір типів і кількості автобусів дозволяє забезпечити збалансовану роботу маршрутів, скоротити час очікування пасажирів, підвищити регулярність руху та створити сприятливі умови для пересування населення.

ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз та класифікація міських і міжміських пасажирських перевезень

Пасажирські перевезення в міському та міжміському сполученні є фундаментальним елементом транспортної системи, який забезпечує просторову мобільність населення, формує умови для соціально-економічного розвитку та визначає рівень доступності територій. Їхнє вивчення передбачає аналіз просторових меж функціонування, особливостей організації руху, технічних вимог до транспортних засобів і моделей взаємодії між учасниками транспортного процесу. Міські та міжміські перевезення виступають двома взаємопов'язаними, але принципово різними сферами пасажирського транспорту, кожна з яких має власну систему закономірностей, критерії ефективності та специфічні умови функціонування.

У межах міського середовища пасажирські перевезення здійснюються в умовах високої щільності населення, інтенсивної забудови та значної концентрації місць притягання поїздок. Місто формує унікальну структуру транспортного попиту, що характеризується короткими, але численними переміщеннями, тісно пов'язаними з повсякденним ритмом життя. Саме тому міські перевезення мають відповідати вимогам швидкодоступності, регулярності й ритмічності руху. Головним викликом для міського транспорту виступає здатність забезпечувати необхідний рівень перевізної спроможності в умовах пікових навантажень, коли інтенсивність переміщень у години початку та завершення робочого дня зростає у кілька разів. Для таких умов важливо, щоб транспортні засоби забезпечували швидкий обмін пасажирами на

зупинках, мали достатню місткість і були пристосовані до частих змін пасажиропотоку на маршруті.

Окрім високої інтенсивності, міські перевезення відзначаються динамічністю та непостійністю транспортних потоків, адже рух у межах міста залежить від дорожньої ситуації, роботи світлофорних об'єктів, наявності виділених смуг та інших факторів міської інфраструктури. Важливою особливістю цього виду перевезень є складна структура маршрутної мережі, яка поєднує магістральні, напівекспресні та локальні лінії з різним рівнем пропускної здатності та різним функціональним призначенням. У результаті автобусний парк, що забезпечує міське сполучення, повинен бути різномірним за місткістю та технічними параметрами, аби ефективно обслуговувати як короткі внутрішньоквартальні маршрути, так і завантажені магістральні напрями.

На відміну від міської транспортної системи, де головну роль відіграє інтенсивність руху на коротких ділянках, міжміські пасажирські перевезення функціонують за іншою логікою. Вони формуються у просторі значних відстаней, а їхня основна мета – забезпечення зв'язку між населеними пунктами, регіонами та центрами економічної активності. У таких перевезеннях визначальними факторами стають стабільність руху, можливість підтримувати тривалу поїздку без перешкод, а також підвищені вимоги до комфорту перебування пасажирів протягом тривалого часу. У цьому контексті транспортні засоби мають забезпечувати зручні сидіння, достатній простір між рядами, систему вентиляції та опалення, а також умови, які дозволяють пасажирам переносити поїздку без суттєвої фізичної втоми.

Характерним для міжміського сполучення є те, що рух автобусів відбувається переважно дорогами поза межею міста, де швидкість є вищою, а кількість зупинок – значно меншою. Це визначає інші вимоги до технічного стану рухомого складу, зокрема забезпечення надійності на великих дистанціях, стійкості при швидкісному русі та можливості обслуговувати пасажирів, які подорожують із багажем. Важливим аспектом є формування

раціональної мережі таких перевезень, адже на територіях з меншою густотою населення маршрути повинні бути економічно обґрунтованими, що нерідко потребує попереднього дослідження попиту, оптимізації графіків руху та погодження транспортних потоків різних перевізників.

Якщо міський транспорт, як правило, є частиною інтегрованої інфраструктури та працює за принципом регулярності з короткими інтервалами, то міжміські перевезення потребують ретельнішої координації розкладів, оскільки поїздки здебільшого здійснюються за попередньо визначеним часом. На міських маршрутах важливо підтримувати мінімальний час очікування, тоді як у міжміському сполученні ключове значення має передбачуваність поїздки та відповідність графіка реальним потребам пасажирів. При цьому транспортні підприємства, що працюють у міжміському секторі, часто діють у більш конкурентному середовищі, оскільки пасажирів можуть обирати між автобусом, поїздом або приватним транспортом.

Суттєвою відмінністю двох видів перевезень є також рівень вимог до організаційних процедур. У місті транспорт підпорядковується єдиній системі диспетчерських служб, де враховуються дорожні умови, транспортне планування та взаємодія з іншими видами громадського транспорту. Міжміські перевезення, натомість, можуть координуватися на рівні декількох адміністративних одиниць, що передбачає необхідність узгодження руху між різними операторами, приведення транспортних засобів до єдиних вимог безпеки та забезпечення стабільності руху протягом тривалого маршруту.

Ще одним важливим аспектом є соціальна роль обох видів перевезень. У міських умовах громадський транспорт виступає основним засобом переміщення для великої кількості людей, а його якість безпосередньо впливає на доступність освіти, медицини, роботи та інших важливих соціальних сфер. У міжміському сполученні транспорт забезпечує не лише доступ до економічних можливостей, але й підтримує територіальну цілісність, оскільки пов'язує менші населені пункти з адміністративними центрами та сприяє просторовому розвитку регіонів.

Поняття міських і міжміських пасажирських перевезень охоплює комплекс характеристик, що визначають відмінності у структурі попиту, вимогах до транспортних засобів, організації маршрутної мережі та моделі управління транспортним процесом. Розуміння цих особливостей має ключове значення для формування оптимального складу автобусного парку, який повинен відповідати не універсальним, а саме специфічним потребам кожного виду перевезень. Саме така диференціація дозволяє забезпечити високий рівень комфорту для пасажирів, підвищити ефективність роботи перевізника та сформувати сучасну модель транспортного обслуговування, яка відповідатиме вимогам сталого розвитку й потребам населення.

1.2 Показники та критерії якості транспортного обслуговування населення

Якість транспортного обслуговування населення є одним із ключових чинників, що визначають ефективність функціонування системи пасажирських перевезень та рівень задоволеності користувачів. Вона впливає на мобільність громадян, доступність соціальних послуг, економічну активність та загальний комфорт пересування. Сучасні підходи до оцінювання якості транспортного обслуговування передбачають врахування комплексу показників, які відображають різні аспекти взаємодії пасажирів з транспортною системою – від доступності перевезень до емоційного сприйняття поїздки. Така багатовимірність зумовлена тим, що для населення важливо не лише дістатися з пункту «А» в пункт «Б», а зробити це швидко, зручно, безпечно й у вигідних умовах.

Одним із базових орієнтирів якості транспортного обслуговування є доступність транспортної мережі, яка визначається здатністю населення без зайвих труднощів користуватися послугами перевізника. Доступність охоплює як фізичні, так і економічні аспекти. До фізичних належить близькість зупинок,

наявність зручних пересадок, комфортних пішохідних підходів і можливість безбар'єрного доступу для маломобільних груп населення. Економічна доступність полягає у відповідності тарифів платоспроможності користувачів та прозорості тарифної політики. Важливо, щоб громадський транспорт залишався соціально значущою послугою, а його ціна не перешкоджала пересуванню людей із різним рівнем доходів.

Важливим критерієм є регулярність руху, що визначає довіру пасажирів до транспортної системи. Якщо транспорт не дотримується встановлених інтервалів або робить це непередбачувано, у користувачів виникають значні труднощі з плануванням поїздок, що негативно впливає на загальний імідж транспортної мережі. Регулярність руху залежить як від технічного стану рухомого складу, так і від організаційних рішень перевізника: оптимізації графіків, правильного розподілу транспортних засобів, врахування ситуації на дорогах та наявності механізмів оперативного реагування на позаштатні ситуації. Стабільність руху є критично важливою для міських перевезень, де навіть короточасні відхилення від графіка можуть створювати транспортні затори на зупинках та викликати перевантаження окремих маршрутів.

Швидкість сполучення є не менш важливою, яка у широкому значенні охоплює не лише фактичну швидкість руху транспортного засобу, а й загальну тривалість поїздки – від часу очікування на зупинці до швидкості здійснення пересадок. Для пасажирів важливий загальний час переміщення, а не лише швидкість руху автобуса, тому до цього критерію включають і зручність транспортних вузлів, раціональність маршрутної мережі та можливість уникнення зайвих зупинок або довгих об'їздів. У містах швидкість сполучення залежить від наявності виділених смуг, пріоритетів на світлофорах, стану дорожньої інфраструктури та рівня інтеграції громадського транспорту з іншими видами пересування. У міжміському сполученні важливим чинником є стан автодоріг та здатність транспортного засобу підтримувати економічно доцільну швидкість.

Комфорт поїздки також виступає важливим критерієм якості

транспортного обслуговування, адже він формує загальне враження пасажирів від користування транспортом і визначає його готовність обирати автобус замість альтернативних способів пересування. Комфорт включає широкий спектр параметрів – наявність та якість сидінь, достатню кількість простору для стоячих пасажирів, рівень шуму та вібрації, ефективність системи опалення та вентиляції, якість освітлення, наявність клімат-контролю. Відчуття комфорту є значно важливішим на маршрутах тривалої дії, де пасажир проводить у транспорті більше часу. У міських умовах особливу роль відіграє можливість швидко заходити та виходити з транспортного засобу, наявність низької підлоги та ергономічна організація салону, що забезпечує швидкий пасажирообмін.

Окрему увагу в системі критеріїв якості займає безпека перевезень. Вона включає як технічну безпеку, що пов'язана з технічною справністю транспортних засобів, так і операційну безпеку, яка залежить від професійності водіїв, дотримання правил дорожнього руху, наявності систем моніторингу та контролю. Безпека є фундаментальним показником, оскільки навіть незначні порушення у цій сфері призводять до суттєвих ризиків та втрати довіри населення. Сучасні підходи до оцінювання безпеки враховують не лише кількість аварійних ситуацій, а й превентивні заходи: встановлення систем відеоспостереження, впровадження систем автоматичного контролю за швидкістю, використання телематики для аналізу стилю водіння та попередження потенційно небезпечних маневрів.

Неможливо оминати увагою показник інформативності транспортного обслуговування, який охоплює ступінь забезпечення пасажирів актуальною та достовірною інформацією про маршрути, графіки руху, зміни в організації перевезень та можливі затримки. У сучасних умовах пасажир очікує доступу до інформації через різні канали – мобільні застосунки, інформаційні табло, оголошення в салоні та на зупинках. Якість інформування має безпосередній вплив на зручність планування поїздок та загальний рівень довіри до транспортної системи. Там, де інформація подається повно, зрозуміло й

оперативно, пасажир відчуває себе захищеним і впевненим у тому, що транспорт працює прозоро та організовано.

Важливим критерієм ефективності транспортного обслуговування є також надійність, яка визначається безвідмовністю роботи транспортних засобів і здатністю системи забезпечувати перевезення без затримок, спричинених технічними несправностями. Надійність вимірюється частотою виходу транспортних засобів із ладу, рівнем готовності парку до виконання рейсів та здатністю підприємства оперативно усувати технічні проблеми. Високий рівень надійності створює умови для стабільного виконання графіків і зменшує незручності для пасажирів.

Критерієм, який набуває все більшого значення, є екологічність транспортного обслуговування. Вона стосується рівня шкідливих викидів, використання екологічно чистих технологій, шумового впливу на навколишнє середовище та відповідності сучасним стандартам сталого розвитку. Перехід на електробуси та інші екологічні види транспорту є не лише технічним рішенням, а й відповіддю на потребу підвищення якості життя у містах та зменшення негативного впливу транспорту на здоров'я населення.

Якість транспортного обслуговування населення визначається сукупністю показників, які характеризують доступність, комфортність, безпеку, швидкість сполучення, інформативність, надійність та екологічність перевезень. Кожен із цих критеріїв відображає окремий аспект взаємодії пасажирів з транспортною системою, а їх комплексний аналіз дозволяє формувати сучасну модель транспортного обслуговування, зорієнтовану на потреби населення. Розуміння змісту цих показників є важливою передумовою для обґрунтування необхідності оновлення автобусного парку та визначення технічних і організаційних рішень, які сприятимуть підвищенню рівня комфорту й ефективності пасажирських перевезень.

1.3 Вимоги до комфорту пасажирських перевезень: міжнародні стандарти та національні нормативи

Комфорт під час пасажирських перевезень є одним із фундаментальних критеріїв якості транспортних послуг, що безпосередньо впливає на рівень задоволеності користувачів, конкурентоспроможність перевізників та загальний імідж транспортної системи. У сучасному світі вимоги до комфорту вже давно вийшли за межі звичайної зручності сидіння чи температури в салоні. Система стандартів – як міжнародних, так і національних, формує комплексну модель комфорту, що охоплює фізичні, психологічні, ергономічні, технічні та безпекові аспекти перевезень. З огляду на глобальні тенденції розвитку громадського транспорту, комфорт розглядається не як додаткова перевага, а як обов'язкова характеристика високоякісного транспортного обслуговування.

Міжнародні стандарти, що регулюють комфорт пасажирських перевезень, ґрунтуються на принципах універсального дизайну, безпеки, екологічності та доступності. Одним із найпоширеніших нормативних документів є стандарти Європейського Союзу, які задають високі вимоги до транспортних засобів, призначених для міських та міжміських перевезень. У європейських нормативних актах велика увага приділяється питанням низькопідлоговості автобусів, необхідності облаштування пандусів, створення звукових і візуальних систем інформування, забезпечення безбар'єрності для осіб з інвалідністю. Європейські підходи наголошують на тому, що комфорт має бути однаковим для всіх груп пасажирів – як для людей похилого віку чи пасажирів із дитячими візками, так і для осіб з порушеннями зору або слуху.

Міжнародна організація стандартизації (ISO) пропонує низку документів, які опосередковано стосуються забезпечення комфорту в транспорті. Серед них – стандарти, що визначають допустимі рівні шуму та вібрації, вимоги до внутрішнього мікроклімату, принципи безпечного проектування пасажирських сидінь і систем фіксації багажу. У міжнародній практиці під комфортом також

розуміється створення умов психологічної безпеки в салоні, що включає освітлення достатньої інтенсивності, відсутність різких запахів, належний стан внутрішніх поверхонь та інтер'єру, можливість пасажирів легко орієнтуватися у просторі за допомогою чіткої навігації та оголошень.

Особливої ваги набувають вимоги до мікроклімату, адже саме температура, вологість та якість повітря визначають фізіологічний комфорт пасажирів. У міжнародних рекомендаціях визначаються межі температури для зимового та літнього періодів, норми щодо ефективності вентиляції, швидкості повітряного потоку та навіть допустимого рівня CO₂ у салоні. Комфорт сприймається як комплексне явище, де навіть незначні відхилення від нормативів можуть суттєво вплинути на самопочуття людей під час поїздки.

У сфері міжміських перевезень міжнародні стандарти висувають додаткові вимоги, оскільки пасажирів перебувають у дорозі значно довше. Це стосується глибини та ширини сидінь, можливості регулювання спинки, наявності підлокітників, підніжок, внутрішнього освітлення для нічних поїздок, а також санітарно-гігієнічних умов у салоні. Високі стандарти комфорту поширюються і на питання шумоізоляції, адже тривалий вплив шуму негативно позначається на стані здоров'я пасажирів, а тому допустимий рівень звукового тиску в салоні суворо нормується.

Національні нормативи України, зокрема ДСТУ та галузеві стандарти, гармонізуються з міжнародними підходами, хоча мають власну специфіку, що враховує реалії розвитку транспортної системи держави. Українські нормативні документи встановлюють вимоги до конструкції та обладнання автобусів, параметрів салону, умов посадки та висадки пасажирів, а також норм безпеки, що прямо впливають на рівень комфорту. Національні норми визначають мінімальну ширину проходу, висоту сходинок, вимоги до поручнів і кріплень, особливості організації простору для перевезення осіб із обмеженою мобільністю.

Важливою складовою українських стандартів є вимоги до кліматичних систем, адже в країні спостерігаються значні сезонні коливання температури. У

нормах встановлюються обов'язкові температурні параметри для салону, потужність системи опалення, рівень теплоізоляції вікон та дверей, вимоги до роботи вентиляції.

Українські нормативи передбачають і вимоги до інформаційної підтримки пасажирів, що є важливим аспектом комфорту сучасних перевезень. Йдеться про обов'язкове дублювання оголошень та інформаційних табло, чітке маркування зупинок, наявність схем маршруту, а також принципи зрозумілості та доступності інформації для всіх категорій населення. Національні вимоги також акцентують увагу на чистоті салону, якості матеріалів, стійкості покриття до зношення та легкості їхнього обслуговування. Це зумовлено тим, що візуальний і санітарний стан транспортного засобу суттєво впливає на психологічний комфорт пасажирів.

Окреме місце в нормативно-технічній базі посідають вимоги до доступності транспорту. Вони передбачають не лише низьку підлогу та наявність пандусів, а й стандарти щодо розташування кнопок виклику водія, рівня освітлення майданчика для інвалідного візка, ширини дверних отворів та можливості безпечної фіксації колісних засобів.

Вимоги до комфорту пасажирських перевезень у міжнародних стандартах та національних нормативних документах взаємодоповнюють одна одну й формують цілісну систему регулювання. Міжнародні норми забезпечують інтеграцію українського транспорту в загальноєвропейський простір, тоді як національні – адаптують загальносвітові підходи до місцевих умов експлуатації, кліматичних особливостей та технічних параметрів транспортної інфраструктури. Розуміння цих вимог є важливою передумовою для формування сучасного автобусного парку, орієнтованого на високий рівень комфорту, безпеки й доступності, що має стати основою підвищення якості пасажирських перевезень в Україні.

1.4 Типи автобусів та їх характеристики

Типологія автобусів у системі організації пасажирських перевезень посідає важливе місце, оскільки від технічних та експлуатаційних характеристик транспортних засобів суттєво залежить ефективність роботи маршрутної мережі, рівень комфорту пасажирів і вплив транспорту на довкілля. Різноманіття моделей і модифікацій дозволяє обирати автобуси, оптимально пристосовані до конкретних умов роботи – міських, приміських чи міжміських. Сучасні підходи до класифікації враховують не лише розміри чи конструктивні особливості машин, а й такі параметри, як енергоефективність, рівень викидів, наявність інтелектуальних систем керування та інклюзивність. Саме поєднання цих ознак визначає транспорт як комфортний, екологічно безпечний і зручний для всіх категорій пасажирів.

Основою для визначення типів автобусів традиційно слугує їхня місткість, тобто кількість пасажирів, яку транспортний засіб може перевозити одночасно. Цей показник є ключовим при плануванні роботи маршрутів, визначенні інтервалів руху та оцінюванні економічної доцільності використання певної моделі. Малим вважається автобус, що здатен перевозити до тридцяти пасажирів. Такі транспортні засоби вирізняються компактністю, маневреністю та економічністю, тому часто застосовуються в умовах обмеженої пропускної здатності вулиць або на маршрутах із відносно низьким пасажиропотоком.



Рисунок 1.1 – Автобуси малої місткості

У середньому класі перебувають автобуси місткістю від тридцяти до п'ятдесяти пасажирів, які поєднують достатню місткість із можливістю працювати на маршрутах різного типу – як міських, так і приміських.



Рисунок 1.2 – Автобуси середнього класу (30-50 пас.)

Великі автобуси, які вміщують понад п'ятдесят осіб, а також надвеликі або так звані зчленовані транспортні засоби, використовуються в густонаселених містах і на маршрутах, де спостерігається стабільно високий пасажиропотік. Їхня основна перевага полягає в можливості забезпечувати масові перевезення без суттєвого збільшення кількості рейсів.



Рисунок 1.3 – Великі автобуси, які вміщують понад п'ятдесят осіб

Однак місткість – лише один із важливих факторів. Іншим ключовим параметром сучасних автобусів є їхня екологічність, яку сьогодні розглядають як один із базових критеріїв сталого розвитку транспортної системи. Найпоширенішим показником є рівень викидів двигуна внутрішнього згоряння, що регулюється міжнародними екологічними стандартами. Протягом останніх десятиліть спостерігається поступовий перехід від дизельних автобусів попередніх поколінь до сучасних, що відповідають жорстким вимогам щодо зниження шкідливих речовин у вихлопних газах. Новітні моделі оснащуються системами очищення вихлопу, такими як селективна каталітична нейтралізація, фільтри твердих часток та системи рециркуляції відпрацьованих газів, що значно зменшують негативний вплив двигуна на довкілля.

Паралельно з еволюцією двигунів внутрішнього згоряння активно розвиваються альтернативні типи силових установок. Серед них особливої популярності набувають газові автобуси, що працюють на стисненому або зрідженому природному газі. Вони демонструють помітно нижчий рівень токсичності викидів та відзначаються зменшенням шуму під час роботи двигуна. Водночас електробуси, які живляться від акумуляторних батарей або суперконденсаторів, практично усувають локальні викиди шкідливих речовин. Їхня експлуатація особливо актуальна у центральних районах міст, де концентрація забруднення повітря є критичною. Іншим перспективним напрямом є використання водневих паливних елементів, які забезпечують автобусу електричну тягу, а єдиним побічним продуктом роботи системи є водяна пара. Такі технології поки що потребують суттєвих інвестицій, але у стратегічній перспективі вони здатні змінити структуру міських транспортних систем.

Також важливою характеристикою автобусів є рівень комфорту, який визначає суб'єктивне сприйняття поїздки пасажиром та впливає на їхнє рішення користуватися громадським транспортом замість приватного автомобіля. Комфорт формується багатьма елементами, серед яких ключове місце посідає ергономіка салону. Сучасні автобуси розробляються з

урахуванням потреб різних категорій населення, що означає оптимальну ширину проходів, наявність спеціальних місць для людей з інвалідністю, можливість безперешкодного переміщення салоном і безбар'єрний доступ у транспортний засіб. Висота підлоги відіграє особливу роль: низькопідлогові автобуси суттєво спрощують процес посадки та висадки, особливо для маломобільних груп населення, пасажирів похилого віку та батьків із дитячими візками.



Рисунок 1.4 – Низькопідлогові автобуси

Розміщення сидінь, їхня форма та матеріали також впливають на комфорт. У міських автобусах важливо забезпечити достатню кількість місць для стояння, тому сидіння зазвичай мають більш компактні розміри. У міжміських моделях навпаки акцент робиться на тривалість поїздки, тому сидіння оснащують підлокітниками, регульованими спинками, підніжками та інколи індивідуальними системами вентиляції або освітлення. Якість матеріалів, з яких виготовлений інтер'єр, визначає зносостійкість і легкість очищення салону, що прямо впливає на санітарний комфорт пасажирів.

Крім ергономічних характеристик, сучасні поняття комфорту включають внутрішній мікроклімат. Автобуси оснащуються системами кондиціонування, опалення та вентиляції, які здатні підтримувати стабільні температурні умови незалежно від погоди. У моделях нового покоління застосовуються інтерактивні системи регулювання мікроклімату, що враховують наповненість

салону, зовнішні температурні умови та рівень вологості. Рівень шуму є додатковим аспектом комфорту, тому конструктори передбачають шумоізоляцію моторного відсіку, спеціальні покриття підлоги та елементи, що зменшують вібрацію.

Суттєвим елементом комфортності є інформаційна оснащеність салону. Пасажири очікують отримувати зрозумілу та своєчасну інформацію про маршрут, наступні зупинки та можливі пересадки. Для цього автобуси обладнуються електронними табло, системами звукових оголошень та іноді мультимедійними панелями. У розвинених транспортних системах інформаційні засоби синхронізуються з міськими центрами управління рухом, що дозволяє пасажиром отримувати дані про затримки або зміни маршруту. Така комунікація сприяє створенню психологічного комфорту, зменшує відчуття невизначеності та підвищує довіру до громадського транспорту.

Останніми роками до рівня комфорту стали відносити й інтелектуальні системи, спрямовані на підвищення безпеки та ефективності перевезень. Йдеться про автоматичні системи стабілізації, контроль сліпих зон, камери відеоспостереження, системи плавного розгону та гальмування, які зменшують ризик травмування пасажирів і сприяють відчуттю безпеки. Комфорт у такому розумінні розглядається ширше – як поєднання фізичної зручності, емоційної безпеки та інтелектуальної підтримки пасажира протягом усього маршруту.

Типи автобусів і їхні характеристики формують складну систему параметрів, що визначають якість перевезень. Місткість дозволяє оптимізувати роботу маршрутної мережі, екологічність забезпечує мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище, а рівень комфорту визначає привабливість громадського транспорту для населення. Взаємодія цих складових створює основу для ефективного планування та оновлення автобусного парку, що є необхідною умовою розвитку сучасної та конкурентної транспортної системи.

1.5 Підходи до формування та оновлення автобусного парку транспортного підприємства

Формування та оновлення автобусного парку транспортного підприємства є одним із найважливіших управлінських завдань, що визначає ефективність перевезень, рівень комфорту пасажирів, економічні результати діяльності та відповідність підприємства сучасним вимогам мобільності. Цей процес охоплює комплекс аналітичних, технічних, організаційних і фінансових рішень, які мають забезпечити раціональне використання ресурсів і можливість довгострокового розвитку. В умовах інтенсивної урбанізації, зростання транспортного попиту та необхідності екологічної модернізації підходи до формування автобусного парку зазнали суттєвих змін і сьогодні розглядаються не лише як технічна діяльність, а як стратегічний елемент управління міською мобільністю.

Першою ключовою передумовою формування автобусного парку є проведення комплексного аналізу потреб транспортної системи. Транспортне підприємство має оцінити характер та інтенсивність пасажиропотоків, особливості маршрутної мережі, сезонні коливання попиту та структуру поїздок. Для цього використовують дані автоматичного підрахунку пасажирів, результати соціологічних досліджень та статистику використання транспортної інфраструктури. Важливо врахувати не лише поточні потреби, а й перспективи розвитку території – появу нових житлових масивів, зміну соціально-економічного профілю районів, оновлення дорожнього покриття чи будівництво нових транспортних вузлів. Таким чином підприємство отримує можливість визначити оптимальний тип і кількість автобусів, які здатні забезпечити комфортний та стабільний транспортний процес.

Також важливим є вибір технологічного напрямку розвитку автобусного парку. Сучасні підприємства можуть орієнтуватися на традиційні дизельні моделі, але дедалі частіше стратегія передбачає перехід на екологічно чистіші альтернативи. Вибір технології залежить від місцевих умов, а саме рівня

забруднення повітря, фінансових можливостей громади, доступності зарядної або газозаправної інфраструктури, а також вимог державної політики щодо скорочення викидів. Для великих міст із високою концентрацією населення актуальним є формування змішаного парку, де електробуси обслуговують центральні райони, тоді як газові або сучасні дизельні працюють на периферійних і міжміських маршрутах.

Процес оновлення автобусного парку передбачає детальне оцінювання технічного стану наявних машин. Для цього здійснюється технічний аудит, у межах якого аналізують рівень зношеності агрегатів, економічність роботи двигуна, відповідність екологічним стандартам, частоту поломок і вартість технічного обслуговування. Зазвичай транспортні підприємства використовують граничний термін експлуатації або пробіг як основний критерій списання, однак сучасні практики рекомендують застосовувати також економіко-математичні моделі, що дозволяють визначати оптимальний момент заміни техніки з урахуванням зростання витрат на її утримання. Такий підхід забезпечує обґрунтованість інвестицій та дозволяє уникнути надмірних витрат на ремонт на завершальних етапах життєвого циклу автобуса.

Одним із важливих елементів оновлення парку є стандартизація транспортних засобів. Уніфікація моделей, комплектуючих та технічних рішень забезпечує зменшення вартості ремонту, спрощує навчання персоналу та скорочує час простою автобусів. Наприклад, використання автобусів одного виробника або навіть однієї серії дозволяє утримувати менші склади запчастин і оптимізовує роботу сервісних бригад. Водночас підприємства повинні зважати на необхідність забезпечення різних типів маршрутів, тому повна стандартизація не завжди можлива. Раціональним є поєднання декількох модельних лінійок із подібними технічними характеристиками.

Фінансово-економічні аспекти відіграють центральну роль у формуванні автобусного парку. Підприємства використовують різні моделі фінансування – прямі закупівлі, лізинг, грантові програми, державні та міжнародні кредити, механізми державно-приватного партнерства. Застосування лізингу стало

поширеною практикою, оскільки дозволяє оновлювати парк без значних початкових витрат, а також рівномірно розподіляти фінансове навантаження в часі. В окремих випадках муніципалітети укладають довгострокові контракти з операторами, у межах яких надають компенсації за оновлення транспорту або забезпечують субсидування обслуговування соціально важливих маршрутів.

Окрему увагу необхідно приділити питанню інфраструктури, оскільки оновлення автобусного парку нерозривно пов'язане з удосконаленням умов його експлуатації. У разі закупівлі електробусів підприємству необхідно створити мережу зарядних станцій, трансформаторних підстанцій, інфраструктуру швидкісної зарядки на кінцевих зупинках. Для газових автобусів потрібні сучасні газонаповнювальні комплекси з високим рівнем безпеки. У випадку традиційних автобусів особливу увагу приділяють модернізації депо, оновленню ремонтних майстерень, обладнанню зон діагностики та автоматизації планово-профілактичного обслуговування. Наявність належної інфраструктури забезпечує безперебійну роботу парку та знижує імовірність технічних збоїв у перевізному процесі.

Не менш важливою складовою формування автобусного парку є дотримання вимог безпеки та інклюзивності. Сучасні підходи передбачають придбання транспортних засобів, що обладнані системами контролю втоми водія, стабілізації руху, відеофіксації, автоматичними засобами пожежогасіння та пристроями для екстреного зв'язку. Інклюзивність, у свою чергу, визначає обов'язкову наявність низької підлоги, відкидних пандусів, спеціально обладнаних місць для маломобільних груп населення та інформування, доступного для людей із порушеннями слуху чи зору. Формування автобусного парку з урахуванням цих вимог дозволяє забезпечити рівний доступ усіх груп населення до транспортних послуг, що є важливим соціальним пріоритетом.

Стратегічний підхід до оновлення автобусного парку також включає прогнозування й управління ризиками. Підприємства мають оцінювати коливання вартості палива, можливі технологічні зміни, тенденції урбаністичного розвитку та вплив транспортної політики держави. Оновлення

парку повинно передбачати можливість інтеграції майбутніх інновацій – систем автономного керування, інтелектуальних засобів діагностики, оптимізованих акумуляторних батарей та енергомереж нового покоління. Своєчасне врахування перспективних технологій дозволяє уникнути морального зношення техніки та підвищити конкурентоспроможність підприємства.

Формування та оновлення автобусного парку є багатограним процесом, що поєднує планування маршрутної роботи, вибір типів і технологій автобусів, фінансові рішення, розвиток інфраструктури та забезпечення високих соціальних стандартів. Рационально сформований парк дає змогу задовольнити потреби пасажирів, зменшити експлуатаційні витрати, підвищити екологічну безпеку й забезпечити стабільний розвиток транспортного підприємства в умовах сучасних викликів.

АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обґрунтування вибору типу автобуса з використанням графоаналітичного методу

Графоаналітичний метод вибору типу автобуса є одним із обґрунтованих рішень у транспортному плануванні, оскільки дозволяє поєднати кількісні показники та візуально-логічний аналіз. На відміну від суто математичних або експертних підходів, цей метод забезпечує наглядне представлення взаємозв'язків між параметрами транспортної системи та дає змогу визначити оптимальний варіант із кількох можливих типів автобусів, ґрунтуючись на комплексі критеріїв – технічних, економічних, експлуатаційних та соціальних. Завдяки універсальності та наочності графоаналітичний метод широко застосовується під час планування оновлення автобусного парку, моделювання маршрутної мережі й вирішення завдань оптимізації рухомого складу.

Основна мета методу полягає у тому, щоб на основі графічних залежностей між ключовими характеристиками автобусів визначити модель, яка найкраще відповідає умовам конкретного маршруту. Такий підхід дозволяє не лише оцінити технічні параметри, а й врахувати особливості рельєфу, інтенсивність пасажиропотоку, частоту зупинок, швидкісні режими, щільність забудови та рівень транспортних заторів. Використання графічних схем створює можливість одночасно порівнювати кілька факторів, не обмежуючись лінійними таблицями чи простими економічними розрахунками.

Початковим етапом застосування графоаналітичного методу є визначення системи критеріїв, за якими проводиться оцінка. Як правило, серед таких показників розглядають місткість автобуса, витрати палива або енергії,

характеристики прискорення та гальмування, середню технічну швидкість, екологічні параметри, комфортність салону, рівень шуму, надійність. Кількість критеріїв може змінюватися залежно від особливостей транспортного підприємства та маршруту. Для міських ліній важливими є маневреність і динамічні властивості, для міжміських – комфорт на тривалій дистанції та паливна ефективність, для туристичних – ергономіка салону та багажні можливості.

Наступним кроком є формування графічного поля, у межах якого будуються залежності між параметрами. Часто використовують метод багатокутників, коли кожному критерію відповідає окрема вісь, а значення різних типів автобусів на цих осях формують різні багатокутники. Порівняння таких фігур дозволяє легко побачити, який варіант має найбільш збалансовані характеристики. Альтернативою цього підходу є паралельні координати – графічний метод, що дозволяє порівнювати навіть значну кількість моделей, зберігаючи наочність взаємозв'язків.

Одним із найпоширеніших способів формування графічної моделі є побудова залежності між пасажиропотоком і місткістю автобусів. На вертикальній осі відкладають показники пасажиропотоку в години пік, а на горизонтальній – кількість місць або загальну місткість транспортного засобу. Перетин кривої реального попиту та ліній, що відповідають різним типам автобусів, дає можливість визначити оптимальний клас рухомого складу для конкретного маршруту. Наприклад, якщо аналіз показує, що невеликі автобуси не забезпечують необхідного рівня перевезення, а надвеликі призводять до недозавантаження, графоаналітичний метод дозволяє знайти компромісне рішення у вигляді середнього або великого класу.

Також важливою складовою є аналіз залежності експлуатаційних витрат від інтенсивності використання автобуса. На основі даних про витрати пального, технічне обслуговування, амортизацію, зарплату водіїв і витрати на інфраструктуру будують графіки, що відображають зміну собівартості перевезень залежно від пробігу та завантаженості машини. Порівнявши криві

різних моделей, можна визначити найбільш економічно доцільний варіант. Такий підхід особливо корисний у разі вибору між дизельними, газовими та електричними автобусами, оскільки дає змогу врахувати не лише вартість техніки, а й витрати протягом усього життєвого циклу.

Графоаналітичний метод також охоплює аналіз відповідності технічних характеристик автобуса умовам маршруту. Наприклад, для маршрутів із великою кількістю підйомів і спусків будують залежності між потужністю двигуна, масою транспортного засобу та середньою швидкістю руху. На таких графіках чітко видно, які моделі мають достатній запас потужності для стабільної роботи в складних умовах. У щільній міській забудові важливо дослідити взаємозв'язок габаритів автобуса та його маневреності, що відображається на графічних схемах шляхом порівняння радіуса повороту з шириною вулиць та кутами маневру.

Суттєве значення у графоаналітичному аналізі має врахування рівня комфорту, що включає параметри шуму, вібрації, мікроклімату, доступності та ергономіки салону. Для цього формують окремі графіки, на яких демонструється, як змінюються показники комфорту залежно від типу транспорту або швидкісного режиму. Наприклад, порівняння шумових характеристик електробусів і дизельних автобусів на різних швидкостях дозволяє визначити, які моделі найкраще підходять для густонаселених районів або маршрутів, що проходять поруч зі школами та лікарнями.

Перевагою графоаналітичного методу є можливість узагальнення результатів у вигляді інтегральної графічної моделі. На її основі визначають варіант автобуса, який отримав максимальну кількість переваг за сукупністю критеріїв. Така модель дає змогу врахувати специфіку підприємства, стратегічні цілі та обмеження бюджету. Наприклад, у ситуації, коли економічні ресурси обмежені, значення критерію вартості може бути підсилене шляхом надання йому вищого вагового коефіцієнта. Це змінює форму графічної моделі й дозволяє адаптувати процес вибору під конкретні умови.

Важливою рисою методу є його гнучкість та здатність швидко

інтегрувати нові дані. У разі зміни пасажиропотоків, оновлення маршрутної мережі або появи на ринку нових моделей автобусів графічні залежності можна оперативно перерахувати й оновити. Це робить метод цінним інструментом не лише для одноразового вибору, а й для постійного управління розвитком автобусного парку.

Графоаналітичний метод вибору типу автобуса є комплексним підходом, що поєднує точність математичного аналізу з перевагами візуального представлення інформації. Він дозволяє врахувати всю різноманітність параметрів, які впливають на ефективність транспортної системи, та забезпечує науково обґрунтований вибір оптимального типу автобуса для конкретних умов експлуатації. Застосування цього методу сприяє не лише підвищенню якості перевезень, а й раціональному розподілу ресурсів, екологічній модернізації та стратегічному розвитку транспортного підприємства.

При виборі рухомого складу потужність пасажиропотоку за годину-пік дорівнює 750 чол./год. Потім за таблицею 2.1 вибираємо два типи автобусів, умовно названих автобусами великої та малої місткості та виконуємо порівняльний аналіз.

Таблиця 2.1 – Типи міських автобусів

Марка і модель автобуса	Число місць для сидіння q_c , пас.	Загальна місткість автобуса, при $\gamma_n = 1$ q_n , пас.
ГАЗ – 3231	13	13
КАВЗ – 32441	22	22
ПАЗ – 3205	23	35
АКА – 5225	28	72
ЛіАЗ – 5256	30	85
Ікарус – 263	20	87
Ікарус – 415	17	76
ЛАЗ – А183	28	90
МАЗ – 103	21	70
Scania OmniLink	33	93
Ікарус – 283	29	139
Ікарус – 435	36	123
ЛіАЗ – 6212	32	124
ЛАЗ – А291	40	121
АКА – 6226	41	122

Автобус великої місткості – ЛАЗ – А291

Автобус малої місткості – ЛАЗ – А183

2.2 Дослідження добової нерівномірності пасажиропотоків на маршруті

Визначення потужності пасажиропотоку за годинами доби – під цим поняттям розуміють кількість пасажирів, які користуються транспортом у певний проміжок часу, найчастіше протягом однієї години. Аналіз таких даних дає змогу зрозуміти, як змінюється інтенсивність пересувань населення протягом дня та які часові відрізки потребують особливої уваги з боку транспортних служб.

Протягом доби пасажиропотік розподіляється нерівномірно, що безпосередньо пов'язано з ритмом життя міста. У ранкові години спостерігається різке зростання кількості поїздок, оскільки люди прямують на роботу, навчання чи у справах. У цей період потужність пасажиропотоку досягає максимальних значень, що вимагає збільшення кількості рухомого складу та зменшення інтервалів між рейсами. У денний час інтенсивність перевезень зазвичай знижується, адже основні трудові та навчальні переміщення вже відбулися, а поїздки мають більш розпорошений і індивідуальний характер. Увечері знову фіксується підвищення пасажиропотоку, коли мешканці міста повертаються додому, що формує другий піковий період.

Для визначення потужності пасажиропотоку за годинами доби використовують дані спостережень, автоматизовані системи обліку пасажирів, результати опитувань та аналіз продажу проїзних документів. Отримана інформація узагальнюється й подається у вигляді годинних показників, які відображають реальне навантаження на транспортну мережу. Такий підхід дозволяє не лише оцінити поточний стан перевезень, а й прогнозувати майбутні зміни з урахуванням розвитку міста та зростання мобільності населення.

Для розрахунку значення потужності пасажиропотоку щогодини протягом доби скористаємося формулою 2.1

$$\eta_{ni} = \frac{Q_{zodi}}{Q_{\max}}, \quad (2.1)$$

де Q_{zodi} – пасажиропотік в i -й день доби.

$$Q_{zodi} = Q_{\max} \cdot \eta_{ni}, \quad (2.2)$$

Розраховуємо значення та заносимо результати до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Потужність пасажиропотоку за годинами доби

Години доби	Коефіцієнт нерівномірності	Потужність пасажиропотоку, пас.
5 – 6	0,30	225
6 – 7	1,00	750
7 – 8	1,00	750
8 – 9	0,70	525
9 – 10	0,60	450
10 – 11	0,40	300
11 – 12	0,20	150
12 – 13	0,30	225
13 – 14	0,30	225
14 – 15	0,40	300
15 – 16	0,60	450
16 – 17	0,80	600
17 – 18	0,95	713
18 – 19	0,80	600
19 – 20	0,60	450
20 – 21	0,50	375
21 – 22	0,40	300
22 – 23	0,30	225
23 – 24	0,20	150
24 – 01	0,10	75

2.3 Аналіз взаємозв'язку основних експлуатаційних параметрів автобусів на маршруті

Взаємозв'язок експлуатаційних параметрів автобусів безпосередньо впливає на якість транспортного обслуговування населення. У процесі роботи автобусів усі основні показники експлуатації перебувають у тісній залежності один від одного, тому зміна одного параметра неминуче відбивається на інших та на загальних результатах перевізного процесу.

Швидкість руху автобуса визначає тривалість рейсу та обіг рухомого складу, а отже, впливає на кількість виконаних поїздок за зміну. Зі збільшенням швидкості зменшується час перебування автобуса на маршруті, що дозволяє скоротити інтервали руху або зменшити необхідну кількість автобусів. Водночас підвищення швидкості часто супроводжується зростанням витрат пального та зношуванням техніки, що позначається на надійності й собівартості перевезень.

Місткість автобуса тісно пов'язана з пасажиропотоком і коефіцієнтом використання салону. За недостатнього навантаження використання великомістких автобусів призводить до нераціональних витрат, тоді як перевантаження малих автобусів знижує комфорт і безпеку пасажирів. Оптимальний вибір місткості забезпечує рівновагу між кількістю перевезених пасажирів, витратами на експлуатацію та рівнем обслуговування. При цьому інтервал руху і кількість автобусів на маршруті формуються з урахуванням саме цих показників.

Тривалість простоїв на зупинках і в пунктах відстою впливає на загальний час рейсу та продуктивність автобуса. Збільшення часу посадки й висадки пасажирів знижує середню швидкість руху та потребує коригування графіка. Це, у свою чергу, відображається на регулярності руху й дотриманні розкладу. Технічний стан автобусів також має прямий вплив на експлуатаційні параметри, адже справний рухомий склад забезпечує стабільну роботу, зменшує кількість простоїв через несправності та підвищує надійність

перевезень.

У першому етапі методу встановлюється взаємозв'язок експлуатаційних параметрів автобусів на маршруті.

Маючи залежності:

$$I_a = \frac{t_{об}}{A_m}, \quad (2.3)$$

$$t_p = \frac{L_m}{V_T} + n_{no} \cdot t_{no} + t_{ко}, \quad (2.4)$$

$$t_{об} = 2t_p, \quad (2.5)$$

де, $t_{об}$ – час обороту автобуса на маршруті, хв;

A_m – кількість автобусів на маршруті;

I_a – інтервал руху, хв;

L_m - довжина маршруту, км;

V_T – технічна швидкість руху, км/год.

Зв'язок між пасажиропотоком та кількістю автобусів на маршруті розраховується за формулою:

$$A_m = Q_{\max} \cdot t_{об} / q_n \cdot \gamma_n, \quad (2.6)$$

де $Q_{\max}$ – максимальна потужність пасажиропотоку, пас/год;

q_n – номінальна місткість автобуса, пас;

γ_n – коефіцієнт наповнення автобуса.

Градування осі номінальної місткості встановлюється за формулою (2.4), де величини постійні.

Розраховуємо числові значення:

$$t_p = \frac{17}{22} + 26 \cdot 0,0039 + 0,1 = 0,97 \text{ год (58 хв)},$$

$$t_{об} = 1,94 \text{ год (116 хв)}$$

$$A_{м1} = 750 \cdot 1,94 / 1 \cdot 121 = 12, \text{ автобусів (великої місткості)}$$

$$A_{м2} = 750 \cdot 1,94 / 1 \cdot 90 = 16, \text{ автобусів (малої місткості)}$$

$$I_a = \frac{116}{16} = 7 \text{ хв}$$

Розрахунки інтервалів за кількістю автобусів представлені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунки інтервалів за кількістю автобусів

$A_{м2}$, од.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I_a , хв	116	58	39	29	23	19	17	15	13	12	11	10	9	8	8	7

2.4 Побудова номограми для визначення годинної потреби в автобусах

Номограма являє собою один із найзручніших інструментів графічного аналізу, який дозволяє відобразити залежність певної величини від кількох змінних у наочній формі. Її цінність полягає в тому, що користувач може визначати потрібні параметри не шляхом числових обчислень, а завдяки простим геометричним побудовам, що значно пришвидшує процес аналізу та підвищує його інформативність. Подібні графічні схеми особливо корисні в транспортному плануванні, де необхідно враховувати велику кількість взаємозалежних факторів і робити оперативні розрахунки для організації роботи рухомого складу.

У контексті пасажирських перевезень номограма дає можливість встановити взаємозв'язок між величиною пасажиропотоку, кількістю автобусів, які необхідно вивести на маршрут, та проміжком часу між відправленнями транспортних засобів. Після побудови номограма перетворюється на інструмент, за допомогою якого можна миттєво визначити ключові організаційні показники роботи автобусного маршруту залежно від зміни пасажиропотоку протягом години. Фактично вона стає універсальною моделлю, що об'єднує в собі дані про попит на перевезення та можливості транспортної системи.

У її верхній частині зазвичай розміщується графічне поле, яке відображає, як зміна кількості автобусів на маршруті впливає на інтервал руху. На цьому фрагменті номограми видно, як при зростанні інтенсивності рухомого складу зменшується час очікування пасажирів на зупинках, і навпаки – за нестачі автобусів інтервали збільшуються, що може призводити до накопичення пасажирів і зниження рівня комфортності. Така візуалізація допомагає зрозуміти, як зміна одного параметра миттєво позначається на іншому та дозволяє більш точно планувати роботу маршруту, забезпечуючи ритмічність

перевезень.

Нижня частина номограми зазвичай містить графічне зображення розподілу пасажиропотоку за годинами доби. Ця епюра відображає нерівномірність попиту, яка є характерною для будь-якої транспортної системи. Пікові години демонструють максимальне навантаження на маршрут, тоді як міжпікові проміжки вказують на зменшення інтенсивності пересування. У поєднанні з верхньою частиною номограми така епюра дозволяє швидко визначити, скільки автобусів потрібно під час найвищих навантажень та як можна оптимізувати роботу в періоди спаду попиту.

Користування номограмою дає змогу оперативно моделювати різні експлуатаційні ситуації. Наприклад, при збільшенні пасажиропотоку на окремій ділянці маршруту можна відразу побачити, як зміниться необхідна кількість автобусів і які коригування інтервалу руху потрібно внести. Це дає можливість не лише оптимізувати використання транспортного парку, а й підвищити якість обслуговування пасажирів, уникнувши перевантаження автобусів або тривалого очікування.

Номограма функціонує як багатофункціональний інструмент для визначення оптимальних параметрів транспортної роботи. Вона поєднує у собі наукову точність і практичну зручність, дозволяючи швидко адаптувати організацію руху до змін попиту. Її структура забезпечує наочне порівняння різних сценаріїв експлуатації, що робить номограму незамінною під час планування та оптимізації роботи автобусних маршрутів.

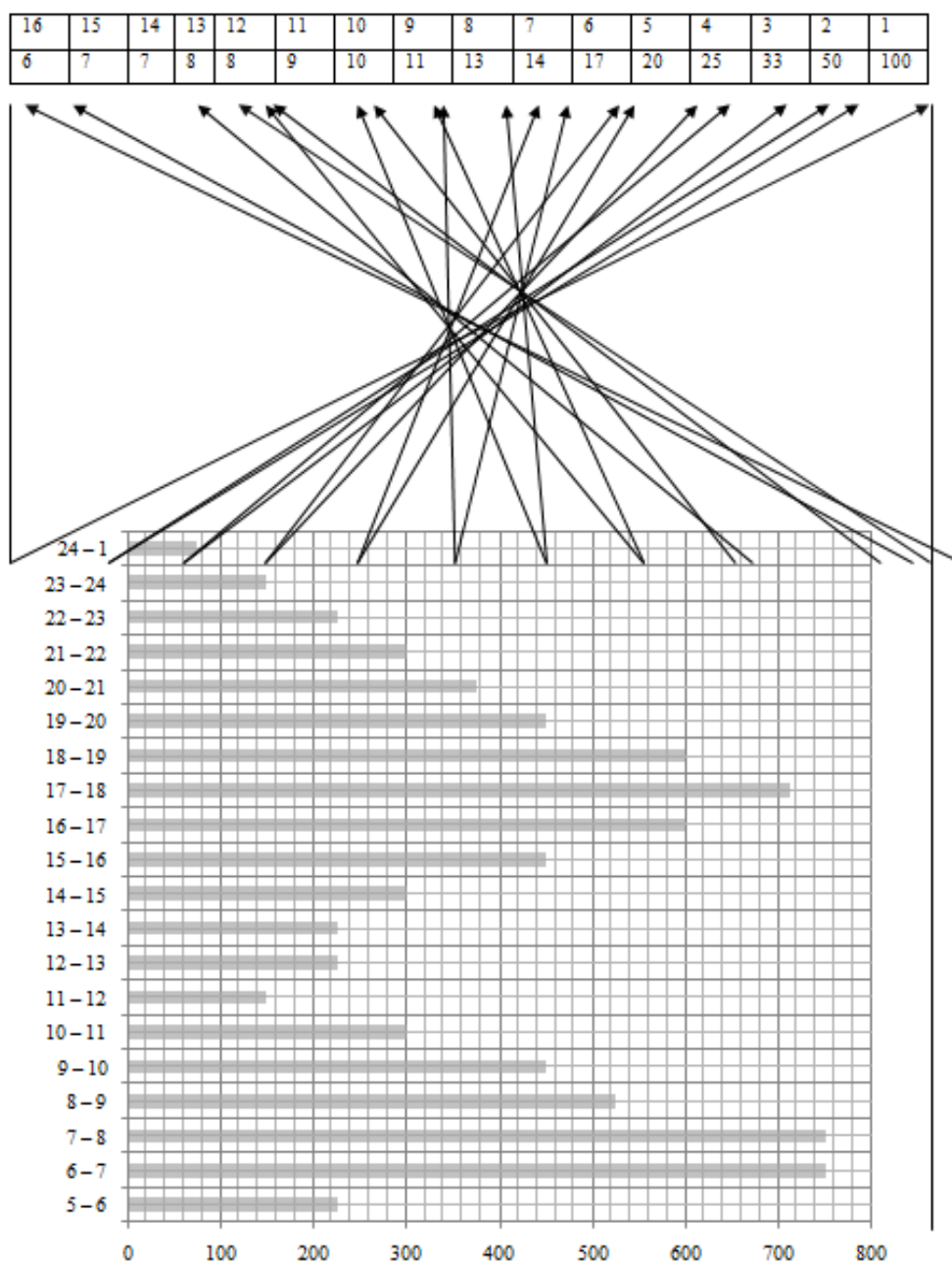


Рисунок – 2.1 Номограма для визначення годинної потреби в автобусах на маршруті

Виходячи з номограми, отримуємо наступні значення кількості автобусів протягом кожної години, які представлені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Кількість автобусів великої та малої місткості протягом кожної години

Години доби	Потужність пасажиропотоку кожної години, пас.	Кількість автобусів великої місткості, q_1 , шт.	Кількість автобусів малої місткості, q_2 , шт.
5 – 6	225	4	6
6 – 7	750	12	16
7 – 8	750	12	16
8 – 9	525	9	12
9 – 10	450	8	10
10 – 11	300	5	7
11 – 12	150	3	4
12 – 13	225	4	6
13 – 14	225	4	6
14 – 15	300	5	7
15 – 16	450	8	10
16 – 17	600	10	13
17 – 18	713	12	15
18 – 19	600	10	13
19 – 20	450	8	10
20 – 21	375	7	9
21 – 22	300	5	7
22 – 23	225	4	6
23 – 24	150	3	4
24 - 01	75	2	3

ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Корегування випуску автобусів на маршрут з урахуванням вимог до якості перевезень

На другому етапі застосування методу визначають якість пасажирських перевезень, виходячи з реальних можливостей автотранспортного підприємства та тих параметрів руху, які вважаються оптимальними для комфортного обслуговування пасажирів. Порівняльний аналіз, відображений на рисунку 3, ґрунтується на співставленні запланованих і фактичних показників. На вертикальній осі подано кількість автобусів A_m за умови $\gamma_n = 1$, причому ці значення розраховані для різних годин доби та залежать від типу й місткості рухомого складу. Вони отримані за відповідною номограмою, наведеною раніше. Однак ці початкові дані не можуть використовуватися безпосередньо, адже потребують коригування відповідно до встановленого рівня якості пасажирського обслуговування. Саме це коригування дає змогу узгодити фактичні ресурси підприємства з необхідністю забезпечити зручні інтервали руху та допустимий коефіцієнт наповнення транспортних засобів, щоб поїздки були комфортними для пасажирів упродовж усього дня.

Коригування навантаження у періоди найбільшого пасажиропотоку здійснюють з огляду на реальні можливості автотранспортного підприємства щодо випуску рухомого складу. Для цього враховують коефіцієнт дефіциту автобусів, який дозволяє визначити фактичну кількість машин, що може працювати на маршруті в години максимальної напруги. Формула $A_{к.лік.} = A_{р.лік.} \cdot K_{деф.}$ використовується для переходу від теоретичних розрахунків до практичних даних. Вона показує, скільки автобусів реально вдасться задіяти порівняно з тією кількістю, яка потрібна за ідеальних умов. Відповідно до

цього підходу, за наявних показників для маршруту великої місткості вийде забезпечити одинадцять автобусів замість дванадцяти, а для меншої місткості – п'ятнадцять замість шістнадцяти. Таке коригування дає змогу адаптувати транспортну роботу до фактичного ресурсу підприємства, не порушуючи при цьому загального ритму руху.

$$A_{к.нік.} = A_{р.нік.} \cdot K_{деф.} \quad (3.1)$$

де $A_{к.нік.}$ – відкориговане (дійсне) число автобусів на маршруті;

$A_{р.нік.}$ – розрахункове (необхідне) значення кількості автобусів на маршруті;

$K_{деф.}$ – коефіцієнт дефіциту автобусів.

$A_{к.нік.1} = 12 \cdot 0,95 = 11$ – автобусів великої місткості;

$A_{к.нік.2} = 16 \cdot 0,95 = 15$ – автобусів малої місткості.

Максимальний можливий випуск автобусів підтримується рівномірно протягом усього ранкового або вечірнього пікового відрізка, тривалість якого зазвичай становить від двох до трьох годин, що забезпечує стабільність перевезень і запобігає утворенню надмірного скупчення пасажирів.

Коригування режиму руху в допікові, міжпікові та післяпікові періоди здійснюють з урахуванням того, які інтервали між рейсами є найбільш прийнятними для конкретного часу доби. В основі такого підходу лежить визначення мінімальної кількості автобусів, що повинні працювати на лінії в години зниженого пасажиропотоку. Це значення позначають як $A_{\min}$ і обчислюють через співвідношення тривалості оборотного рейсу до максимально допустимого проміжку між відправленнями транспортних засобів.

$$A_{\min} = \frac{t_{об}}{I_{гр.доп.}} \quad (3.2)$$

Дана залежність дає можливість встановити нижню межу забезпечення маршруту рухомим складом навіть у найнескладніших умовах роботи.

Оскільки гранично прийнятний інтервал $I_{гр.доп.}$ визначено на рівні сімнадцяти хвилин, результат розрахунку для маршруту з тривалістю оборотного рейсу сто хвилин становить приблизно шість автобусів.

$$A_{\min} = \frac{100}{17} = 6 \text{ авт.}$$

Це означає, що навіть у періоди найменших пасажирських навантажень кількість машин на лінії не може бути меншою за це значення. Усі точки графічної моделі, які опиняються нижче встановленої лінії інтервалу $I_{гр.доп.}$, необхідно умовно “підняти” до неї, забезпечивши таким чином стабільність руху та недопущення надмірного збільшення часу очікування для пасажирів.

3.2 Корегування випуску автобусів в іншому часовому діапазоні

Коригування кількості автобусів у будь-якому іншому часовому проміжку здійснюють з огляду на той рівень якості перевезень, який має бути забезпечений протягом доби. Для цього використовують залежність, що дає змогу визначити реальну кількість автобусів, необхідну для підтримання заданих умов комфорту та регулярності руху.

$$A_{\kappa i} = \frac{A_{pi}}{\gamma_i} \quad (3.3)$$

Оскільки показник γ_i прийнято рівним 0,8, фактичний випуск коригується у бік збільшення, адже зниження коефіцієнта вказує на потребу компенсувати можливі відхилення у роботі транспорту та забезпечити стабільний інтервал для пасажирів.

Застосування цієї залежності дозволяє упорядкувати дані для кожної години доби та адаптувати теоретичні розрахункові значення до реального режиму функціонування маршруту. Після проведення коригування всі скориговані параметри переносимо до таблиці 3.1, де вони формують оновлену модель розподілу рухомого складу залежно від навантаження, часу доби та вимог до якості обслуговування.

Таблиця 3.1 – Розрахункова таблиця

Години	Потужність	ЛАЗ – А291 (великої місткості)	Scania Omnilink (малої місткості)
		A_m	A_m
5-6	225	5	8
6-7	750	15	20
7-8	750	15	20
8-9	525	11	15
9-10	450	10	13
10-11	300	6	9
11-12	150	4	5
12-13	225	5	8
13-14	225	5	8
14-15	300	6	9
15-16	450	10	13
16-17	600	13	16
17-18	713	15	19
18-19	600	13	16
19-20	450	10	13
20-21	375	9	11
21-22	300	6	9
22-23	225	5	8
23-24	150	4	5
24-01	75	3	4

Далі коригуємо з огляду на максимальну та мінімальну кількість автобусів на маршруті та результати записуємо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 – Розрахункова таблиця

Години	Потужність	ЛАЗ – А291 (великої місткості)	ЛАЗ – А183 (малої місткості)
		A_m	A_m
5-6	225	6	8
6-7	750	11	15
7-8	750	11	15
8-9	525	10	15
9-10	450	10	10
10-11	300	6	8
11-12	150	6	8
12-13	225	6	8
13-14	225	6	8
14-15	300	6	8
15-16	450	6	12
16-17	600	11	15
17-18	713	11	15
18-19	600	11	15
19-20	450	9	12
20-21	375	9	12
21-22	300	6	9
22-23	225	6	9
23-24	150	6	6
24-01	75	6	6

Після завершення коригування параметрів руху переходять до побудови графічних залежностей, які демонструють різницю між теоретично розрахованою та фактично скоригованою кількістю автобусів на маршруті. На відповідних рисунках відображають динаміку зміни цих величин упродовж доби, що дає змогу наочно оцінити вплив коефіцієнта якості обслуговування та інших коригувальних параметрів на структуру транспортного процесу.

Паралельно з графічним аналізом формують таблиці для кожного типу рухомого складу, у яких обчислюють коефіцієнт наповнення згідно з формулою

$$\gamma_i = \frac{A_{pi}}{A_{ki}} \quad (3.4)$$

Це співвідношення показує, наскільки раціонально використовується наявна кількість автобусів у різні періоди доби та чи відповідає фактичне завантаження нормативним вимогам комфорту. Разом із цим у таблицях подають розрахунок собівартості перевезень за годинами, що дозволяє простежити економічну ефективність роботи маршруту, визначити найбільш затратні відрізки часу та спрогнозувати можливості оптимізації експлуатаційних витрат.

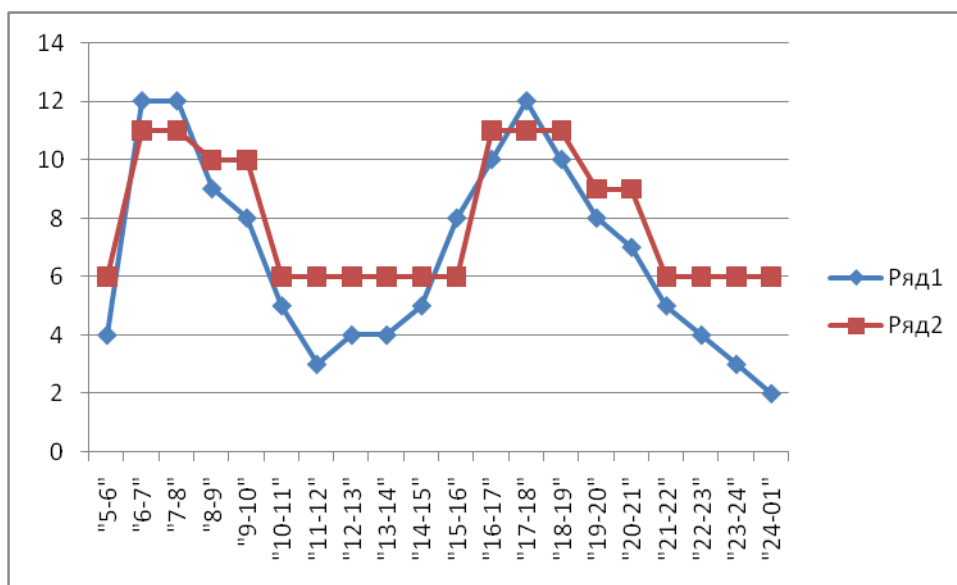


Рисунок 3.1 – Коригування випуску великих автобусів на маршрут

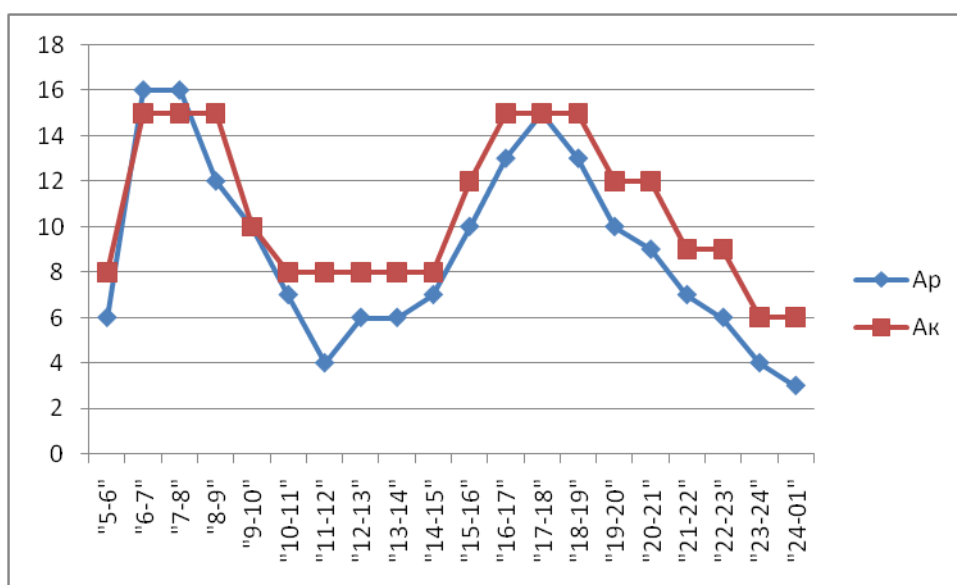


Рисунок 3.2 – Коригування випуску малих автобусів на маршрут

Остаточне визначення того, який саме автобус є найдоцільнішим для роботи на маршруті, ґрунтується на економічному показнику, а саме на собівартості перевезень, таблиця 3.3.

Оскільки собівартість тісно пов'язана з рівнем якості обслуговування, її зміна має обернено пропорційний характер. Це відображає формула 3.5 за допомогою якої визначають витрати на один пасажиро-кілометр для конкретної години роботи маршруту.

$$S_i = \frac{c}{\gamma_i}, \quad (3.5)$$

Величина c є сталою і відповідає собівартості при повному використанні можливостей автобуса, тобто за умови $\gamma_i = 1$. Коефіцієнт наповнення γ_i , своєю чергою, показує, наскільки ефективно використовується місткість транспорту в певний момент часу.

Усі обчислені значення собівартості зведено в таблицю 3.3, що дозволяє порівняти альтернативні варіанти й визначити, який тип автобуса забезпечує найнижчі витрати при заданих режимах руху та інтенсивності пасажиропотоку.

Таблиця 3.3 – Розрахункові значення собівартості

γ_i		Собівартість	
ЛАЗ – А291	ЛАЗ – А183	ЛАЗ – А291	ЛАЗ – А183
0,67	0,75	7,50	6,00
1,00	1,00	5,00	4,50
1,00	1,00	5,00	4,50
0,90	0,80	5,56	5,63
0,80	1,00	6,25	4,50
0,83	0,70	6,00	6,43
0,50	0,50	10,00	9,00
0,67	0,75	7,50	6,00
0,67	0,75	7,50	6,00
0,83	0,88	6,00	5,14
1,00	0,83	5,00	5,40
0,91	0,87	5,50	5,19

Продовження таблиці 3.3

0,91	0,87	5,50	5,19
1,00	1,00	5,00	4,50
0,91	0,87	5,50	5,19
0,89	0,83	5,63	5,40
0,78	0,75	6,43	6,00
0,83	0,78	6,00	5,79
0,67	0,67	7,50	6,75
0,50	0,67	10,00	6,75
0,33	0,50	15,00	9,00

Для остаточного визначення того, який автобус найбільше відповідає умовам роботи на маршруті, розраховують середньозважений коефіцієнт наповнення за добу. Його отримують за наступною залежністю

$$\gamma_{ср.зв.} = \frac{\sum Q_{дод} \cdot t_{об}}{q_n \cdot \sum AG}, \quad (3.6)$$

що дозволяє врахувати як загальний добовий пасажиропотік $\sum Q_{дод}$, так і сумарну транспортну роботу $\sum AG$, виконану рухомим складом протягом доби. У чисельнику формули підсумовують кількість пасажирів за всі години з урахуванням тривалості оборотного рейсу, тоді як у знаменнику використовують нормативну місткість автобуса та загальне число відпрацьованих машино-годин. Такий підхід дає змогу отримати інтегральний показник, який характеризує реальний рівень завантаження рухомого складу.

За отриманими даними середньозважені коефіцієнти становлять

$$\gamma_{ср.зв.1} = \frac{7838 \cdot 1,94}{121 \cdot 159} = 0,79,$$

$$\gamma_{cp.36.2} = \frac{7838 \cdot 1,94}{90 \cdot 216} = 0,78,$$

$\gamma_{cp.36.1} = 0,79$ для автобуса великої місткості та $\gamma_{cp.36.2} = 0,78$ для автобуса малої місткості, що дозволяє перейти до остаточного етапу вибору на основі економічних критеріїв.

3.3 Графоаналітичний метод планування раціональної організації роботи автобусів і праці водіїв

Графоаналітичний метод планування раціональної організації роботи автобусів і праці водіїв є важливих інструментів у сфері автомобільного транспорту, оскільки поєднує наочність графічних побудов з точністю аналітичних розрахунків. Його сутність полягає в тому, що всі основні елементи транспортного процесу – рух автобусів на маршруті, інтервали руху, тривалість рейсів, час відпочинку та зміни водіїв – відображаються у вигляді графіків, які дозволяють комплексно оцінити організацію перевезень.

Застосування цього методу дає змогу узгодити роботу рухомого складу з режимом праці та відпочинку водіїв. На графіках чітко простежується, як розподіляється робочий час водія протягом зміни, де виникають пікові навантаження, а де можливі резерви для оптимізації. Завдяки цьому можна запобігти перевтомі персоналу, дотриматися вимог трудового законодавства та водночас забезпечити стабільність і регулярність автобусного руху.

Особливу цінність графоаналітичний метод має під час планування маршрутів із нерівномірним пасажиропотоком. У результаті досягається більш раціональне використання рухомого складу, знижується собівартість перевезень і підвищується якість обслуговування пасажирів.

Вихідною інформацією методу є скоригована діаграма випуску автобуса за годинами доби (рис. 3.3).

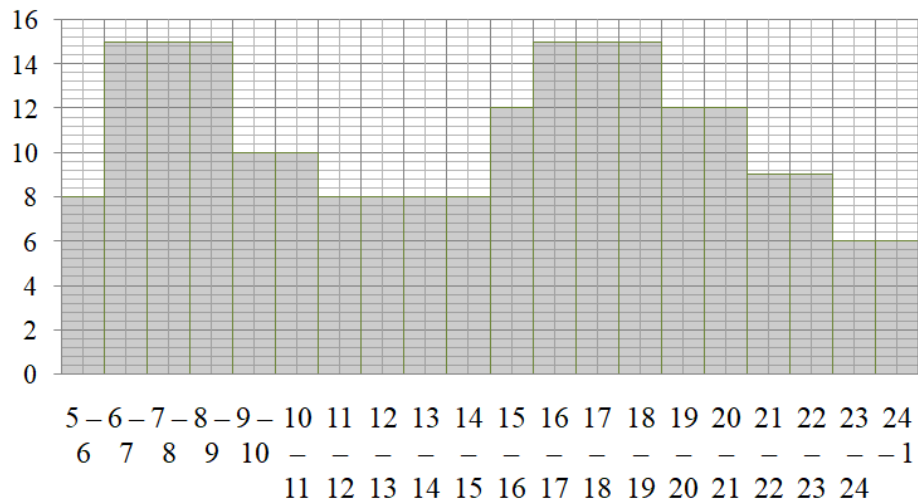


Рисунок – 3.3 Діаграма випуску автобуса за годинами доби

Метою графоаналітичного методу є визначення такого мінімального набору режимів роботи автобусів і водіїв, який забезпечує найменші можливі загальні витрати машино-годин. Під час формування цих режимів враховуються всі чинні нормативні обмеження, включно з максимально допустимою тривалістю зміни, необхідністю надання обідньої перерви, черговістю виходів та іншими регламентованими умовами організації праці.

На початковому етапі формують лінію максимального випуску, що відповідає найбільшій кількості автобусів $A_{\max}$, які можуть одночасно працювати на маршруті. Далі визначають часові зони для обідніх перерв B_1 та B_2 . Їхня тривалість пов'язана з максимальною напругою роботи рухомого складу, і тому встановлюється пропорційно величині $A_{\max}$. Доцільність таких зон полягає у тому, що вони дозволяють рівномірно розподілити відпочинок водіїв та сформувати збалансовану структуру виходів. Оптимальний час відпочинку визначають графічним способом, орієнтуючись на завершення пікових періодів. Для водіїв ранкових змін відпочинок надається не пізніше ніж через чотири-п'ять годин після виходу останнього автобуса, тоді як для водіїв вечірніх змін – через аналогічний проміжок після початку їхньої роботи.

Наступний етап передбачає визначення загальної кількості машино-змін,

$$\sum MЗ = \frac{\sum A\Gamma + \sum t_{\text{нул.}}}{T_{\text{з.м}} - t_{\text{п.з}}}, \quad (3.7)$$

$$\sum MЗ = \frac{216 + 3,4}{8 - 0,4} = 29 \text{ змін.}$$

де одна частина враховує фактичну транспортну роботу, а інша – сумарний нульовий пробіг, визначений через співвідношення

$$\sum t_{\text{нул.}} = \frac{l_{\text{нул.}}}{V_T} \cdot A_{\text{max}} \quad (3.8)$$

$$\sum t_{\text{нул.}} = \frac{5}{22} \cdot 15 = 3,4 \text{ години}$$

Класифікація автобусів за змінністю визначається за виразом:

$$\Delta A_{\text{м}} = \sum MЗ - 2 \cdot A_{\text{max}} \quad (3.9)$$

$$\Delta A_{\text{м}} = 29 - 2 \cdot 15 = -1$$

Від’ємне значення цього показника свідчить, що один автобус працює в однозмінному режимі, а решта чотирнадцять – у двозмінному.

На завершальному етапі виконується графічне коригування зон B_1 , B_2 та C з урахуванням правил організації праці водіїв. Перед працівниками ставиться завдання забезпечити кожному з них повноцінну обідню перерву, зберігаючи водночас мінімальну різницю між тривалістю виходів автобусів. До того ж дозволяється використання додаткового часу для роботи на замовлення, але його обсяг не повинен перевищувати п’ятнадцяти відсотків від загальної транспортної роботи. Тривалість зміни кожного автобуса визначають кількістю клітин діаграми по горизонталі. Для вирівнювання виходів застосовується метод вертикального перенесення окремих автобусних годин, за якого загальна кількість автобусів у будь-яку годину не змінюється, але тривалість окремих

виходів може збільшуватися або скорочуватися. Таке коригування проводять окремо для кожної групи автобусів відповідно до режимів їхньої роботи.

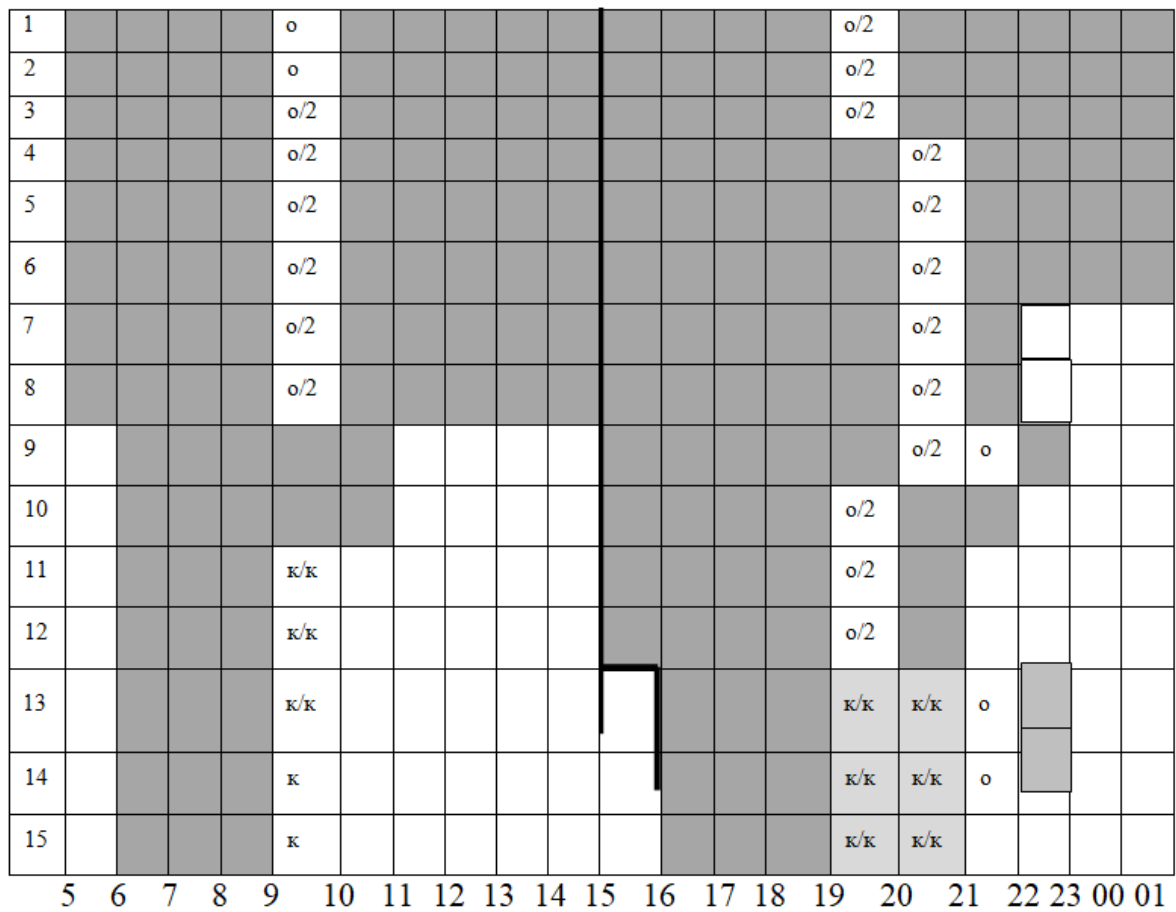


Рисунок 3.4 – Оптимальний режим роботи автобусної бригади

Таблиця 3.4 – Режим роботи автобусної бригади

№ виходу	№ зміни	Початок роботи водіїв на маршруті	Час обіду	Закінчення роботи водіїв на маршруті
1	1	5	9:00 - 10:00	15
	2	15	19:00 - 19:30	25
2	1	5	9:00 - 10:00	15
	2	15	19:00 - 19:30	25
3	1	5	9:00 - 9:30	15
	2	15	19:00 - 19:30	25
4	1	5	9:00 - 9:30	15
	2	15	20:00 - 20:30	25
5	1	5	9:00 - 9:30	15
	2	15	20:00 - 20:30	25
6	1	5	9:00 - 9:30	15
	2	15	20:00 - 20:30	25

Продовження таблиці 3.4

7	1	5	9:00 - 9:30	15
	2	15	20:00 - 20:30	22
8	1	5	9:00 - 9:30	15
	2	15	20:00 - 20:30	22
9	1	6		11
	2	15	20:30 - 21:00	23
10	1	6		11
	2	15	19:00 - 19:30	22
11	1	6		10
	2	15	19:00 - 19:30	21
12	1	6		10
	2	15	19:00 - 19:30	21
13	1	6		10
	2	16	21:00 - 22:00	23
14	1	6		10
	2	16	21:00 - 22:00	23
15	1	6	10:00 - 16:00	21

3.4 Визначення форми роботи автобусних бригад

Для кожного режиму роботи автобусів необхідно сформувати чітко структуровані форми організації праці автобусних бригад. В основі планування лежить норматив місячного балансу робочого часу водія, який складає приблизно 176 годин з допустимим відхиленням у межах десяти годин.

Фактичний обсяг місячного фонду робочого часу розраховують через добову тривалість зміни водія та кількість робочих днів у місяці за формулою

$$\Phi B = TM \cdot ДР \quad (3.10)$$

Для наведеної ситуації при восьмигодинній зміні та двадцяти двох робочих днях отримано значення фактичного фонду, що дорівнює 176 годинам.

Після встановлення місячного балансу переходять до визначення кількості водіїв у кожній із сформованих груп. Розрахунок виконують за формулою

$$N_{\text{вод}} = \frac{AG_{\text{доб}} \cdot D_i}{\Phi B}, \quad (3.11)$$

де використовується добова транспортна робота $AG_{\text{доб}}$, кількість календарних днів D_i та фактичний місячний фонд робочого часу одного водія ΦB . У межах розглянутого прикладу сформовано п'ять груп, для яких розраховано відповідні потреби в персоналі. Для першої групи це приблизно дев'ять водіїв, друга охоплює близько чотирьох осіб, третя та четверта – по п'ять, а п'ята потребує двох водіїв і працює за однозмінною схемою із розривом усередині зміни.

Наступний крок передбачає визначення кількості водіїв, що припадають на один автобус. Визначаємо за наступною залежністю

$$n_{\text{вод}} = \frac{N_{\text{вод}}}{A_{\text{еп}}}. \quad (3.12)$$

Врахувавши кількість виходів у кожній групі, встановлено, що на кожні два автобуси необхідно три водії, що є оптимальним рішенням для забезпечення безперервної роботи за добовим графіком. Відповідно до визначеної кількості працівників формують індивідуальні графіки роботи. Таке планування дозволяє збалансувати трудове навантаження, забезпечити дотримання нормативів відпочинку та створити ефективну систему експлуатації рухомого складу.

Розклад руху формують для ранкового періоду, починаючи приблизно з третьої години, коли на лінію виходять усі автобуси, закріплені за маршрутом. Такий документ містить повний набір даних щодо часу виїзду рухомого складу з автопарку, моментів прибуття й відправлення на кінцевих станціях, а також часу повернення автобусів після завершення роботи чи виконання додаткових

операцій, пов'язаних із технічним обслуговуванням. Кожен маршрут умовно має дві кінцеві точки – пункт А та пункт Б, між якими й організовується рух.

Для складання повного розкладу на добу необхідно мати інформацію про кількість автобусів, що працюють у певну годину, розмір інтервалу між відправленнями та тривалість рейсу в обох напрямках. Процес побудови розкладу поєднує два підходи: вертикальний та горизонтальний. Вертикальний спосіб дає змогу розставити автобуси через плановий інтервал відповідно до розрахункової потреби, а горизонтальний дозволяє визначити час прибуття на кінцеві пункти шляхом додавання часу руху до моменту відправлення.

Основною вимогою при складанні розкладу є точне дотримання встановленого інтервалу руху. Сам інтервал повинен мати ціле значення. Якщо після розрахунку виходить дробове число, використовують так званий «плаваючий» інтервал: змінюють час відстою на кінцевих зупинках або коригують моменти прибуття певних автобусів так, щоб зберегти загальну структуру і ритмічність роботи маршруту. Готовий зведений розклад подають окремо та використовують для узгодження графіків водіїв і забезпечення стабільного транспортного обслуговування пасажирів.

Підсумовуючи роботу автобусів на маршруті результати зводимо у таблицю 3.5 техніко-експлуатаційних показників

Таблиця 3.5 – Техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів на маршруті

Найменування показників	Одиниці виміру	Числові значення
Протяжність маршруту L_m	км	17
Час оборотного рейсу $t_{об}$	год	1,94
Експлуатаційна швидкість V_e	км/год	17,5
Загальний час в наряді, у тому числі:	год/доб	221
$\sum A_m$	год/доб	216
$\sum t_{нул}$	год/доб	5
Підготовчо-заклучний $\sum t_{п.з.}$	год/доб	0,38
Додатковий час роботи $\sum t_{дод}$	год/доб	0,02
Міжзмінний час простою, зона С	год	36

Продовження таблиці 3.5

Загальний добовий пробіг, у тому числі:	км/доб	3240+75= 3315
На маршруті $\sum L_m$	км/доб	15*216 = 3240
Нульовий пробіг $\sum I_{\text{нул}}$	км/доб	5*15= 75
Коефіцієнт використання пробігу β	-	3240/3315= 0,98
Число рейсів автобуса Z_p	од./доб	221/0,98 ~ 226
Кількість автобусів, що працюють на маршруті, A_m	од.	15
Тип і пасжиромісткість автобуса	пас.	ЛАЗ-А183
Коефіцієнт наповнення $\gamma_{\text{ср.взв}}$	-	0,8
Кількість водіїв, що працює на маршруті $N_{\text{вод}}$	од.	23
Кількість робочих змін водія $N_{\text{р.зм}}$	од./доб	29

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Управління охороною праці на автомобільному транспорті

Найголовнішим обов'язком працівника є неухильне дотримання вимог законодавчих та нормативних актів з охорони праці за своїм фахом, що є запорукою предметної діяльності без травм і аварій та будь-якого ушкодження здоров'я. Працівник має:

- дбати про особисту безпеку та здоров'я;
- знати й виконувати вимоги інструкцій за фахом та нормативно-правові акти з охорони праці;
- проходити у встановленому порядку навчання, попередні та періодичні медичні огляди;
- підтримувати вимоги трудової і технологічної дисципліни, які встановлюють правила виконання робіт і поведінки у виробничих приміщеннях та на території підприємства.

Взаємовідносини між роботодавцем і працівниками підприємства визначено у КЗпП (р. XII ст. 243-251). Інтереси працівників на виробництві представляють професійні спілки у галузі виробничої діяльності, побуту і культури.

За порушення законодавчо-правових актів з охорони праці працівник несе відповідальність. Роботодавець може застосовувати дисциплінарне стягнення у вигляді догани або звільнення від займаної посади. За кожне порушення може застосовуватися лише одне стягнення, яке має оголошуватися у наказі і повідомлятися працівникові під розписку, або інші відповідні види впливу.

У Законі "Про охорону праці" (ст. 4) визначаються такі основні принципи

державної політики в галузі охорони праці:

- пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;

- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництва, технологічних процесів і продукції, а також сприяння підприємствам у створенні ними безпечних та нешкідливих умов праці;

- комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавних галузевих, регіональних програм з охорони праці та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень у галузі науки і техніки та охорони навколишнього середовища;

- соціальний захист працівників: повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

- установлення єдиних вимог з охорони праці для підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;

- адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням рівня його здоров'я та психологічного стану; використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить чинному законодавству;

- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці; забезпечення координації у діяльності органів державної виконавчої влади, установ, організацій, об'єднань громадян що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, співробітництво та проведення консультацій між роботодавцями та працівниками, між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;

- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

4.2 Вимоги техніки безпеки до технічного стану та обладнання транспортних засобів

Технічний стан транспортних засобів та їх обладнання повинні відповідати вимогам стандартів, що стосуються безпеки дорожнього руху та охорони навколишнього середовища, а також правил технічної експлуатації, інструкцій підприємств-виробників та іншої нормативно-технічної документації.

Технічний стан, устаткування і укомплектованість автомобілів, причепів, напівпричепів всіх типів, марок, призначень, а також всіх механічних засобів з робочим об'ємом циліндрів більше 50 см³ (далі – транспортні засоби), які є в експлуатації, повинні відповідати Правилам технічної експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту, Правилам дорожнього руху України, Санітарним правилам по гігієні праці водіїв автомобілів (розділ 2, пп. 54, 51, 55 цих Правил), інструкціям заводів виробників, а також цим Правилам.

До робочого місця водія автомобіля діють наступні вимоги:

- обгороджування робочого місця водія в салоні легкового автомобіля-таксі (захисний екран) і автобуса, якщо воно передбачене конструкцією, яке повинно бути в справному стані;
- вітрове і бічне скло не повинне мати тріщини і затемнень, не допускається використовувати додаткові предмети або наносити покриття, обмежуючі видимість з місця водія;
- бічне скло повинне плавно пересуватися від руки або скло підйомних механізмів;
- на сидінні і спинці сидіння не допускаються провали, рвані місця, виступаючі пружини і гострі кути; сидіння і спинка повинні мати справне регулювання, забезпечуючи зручну посадку водія;
- ручки біля дверного отвору, замки всіх дверей кузова або кабіни, а також привід управління дверима, сигналізація роботи дверей (відкрито, закрито), аварійні виходи автобусів і пристрої приведення їх в дію мають бути

справними;

– рівні звуку і еквівалентні рівні звуку в кабінах вантажних автомобілів не повинні перевищувати 70 дБА, в салонах легкових автомобілів і автобусів – 60 дБА;

– санітарно-технічні засоби (вентиляція, опалювання, теплоізоляція, кондиціонування) мають бути в робочому стані і забезпечувати підтримку в кабіні (салоні) параметрів мікроклімату згідно зі встановленими нормами;

– вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони водія в кабіні (салоні) не повинен перевищувати гранично допустимої концентрації.

Механізми управління автомобілем мають бути із справними ущільнювачами, перешкоджаючи проникненню відпрацьованих газів в його кабіну (салон).

Системи живлення, змащення і охолодження мають бути справними і не мати протікання палива, масла, антифризу, води.

У відділеннях, призначених для пасажирів і водія, не повинно бути жодних пристроїв і елементів паливної системи. Розміщення елементів паливної системи повинно бути таким, щоб в разі витікання паливо потрапляло лише на дорогу і повністю унеможливило його попадання на елементи вихлопної системи.

Елементи і з'єднання системи випуску відпрацьованих газів повинні знаходитися в справному стані.

Вентиляція картера двигуна повинна працювати справно, не допускаючи прориву газів в підкапотній простір.

Гальмівна система стоянки повинна забезпечувати нерухоме перебування транспортного засобу повної маси на дорозі з ухилом не менше 16%, а для легкових автомобілів, їх модифікацій для перевезення пасажирів, а також автобусів в спорядженому стані – не менше 23% і для вантажних автомобілів і автопоїздів в спорядженому стані – не менше 31%.

Гальмівна система стоянки причепа (напівпричепа) при від'єднанні його від тягача повинна забезпечувати нерухоме його перебування на нахилі,

значення якого встановлені в п. 10.1.8 для відповідної категорії транспортного засобу, до якої відноситься тягач.

Диски коліс повинні надійно кріпитися на маточинах. Замкові кільця мають бути в справному стані і правильно встановлені на своїх місцях. Не допускається наявність тріщин і погнутості дисків коліс.

Технічний стан електроустаткування автомобіля повинен забезпечувати пуск двигуна за допомогою стартера, безперебійне і вчасне запалення суміші в циліндрах двигуна, безвідмовну роботу приладів освітлення, сигналізації і електричних контрольних приладів, а також унеможливлювати іскроутворення в дротах і затисках. Всі дроти електроустаткування повинні бути укріплені і мати надійну непошкоджену ізоляцію, що унеможливорює їх обрив, перетирання, зносу або короткого замикання.

Запобіжники системи електроустаткування, використовуванні для заміни спрацьованих, повинні відповідати технічним вимогам.

Акумуляторна батарея має бути надійно закріплена. Не допускається протікання електроліту з моноблока акумуляторної батареї.

Кожен автомобіль має бути укомплектований упорними колодками не менше 2 шт., вогнегасником, медичною аптечкою, знаком аварійної зупинки (миготливим червоним ліхтарем).

Автобуси і вантажні автомобілі, призначені для перевезення людей і спеціально обладнанні для цього, повинні укомплектовуватися додатково другим вогнегасником, при цьому один вогнегасник повинен знаходитися в кабіні водія, другий – в пасажирському салоні автобуса або в кузові автомобіля.

Двері кабін (салонів), капоти мають бути із справними обмежувачами відкриття і фіксаторами відкритого і закритого положення.

Не допускається устаткування салону автобуса додатковими елементами конструкції, що обмежують вільний доступ до аварійних виходів. Аварійні виходи мають бути позначені і мати таблички з правилами їх використання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто актуальну науково-практичну проблему оптимізації складу автобусного парку з метою підвищення комфорту пасажирських перевезень.

У роботі проаналізовано особливості міських і міжміських пасажирських перевезень, визначено їх відмінності з погляду організації руху, структури попиту та вимог до транспортних засобів. Узагальнено основні показники та критерії якості транспортного обслуговування населення, серед яких ключове значення мають регулярність руху, швидкість сполучення, комфорт, безпека та надійність перевезень. Окрему увагу приділено вимогам до комфорту пасажирських перевезень відповідно до міжнародних стандартів і національних нормативних документів, що дозволило сформулювати комплексне уявлення про сучасні підходи до оцінювання якості транспортних послуг.

Визначено потужність пасажиропотоку за годинами доби та встановлено характер його нерівномірності. На основі отриманих даних застосовано графоаналітичний метод вибору типу автобуса, який дозволив порівняти автобуси різної місткості та обґрунтувати доцільність їх використання на маршруті з урахуванням пікових і міжпікових навантажень. Побудова номограми дала змогу наочно встановити взаємозв'язок між пасажиропотоком, кількістю автобусів на маршруті та інтервалами руху, що є ефективним інструментом для оперативного планування транспортної роботи.

Здійснено коригування випуску автобусів на маршрут протягом доби з урахуванням реальних можливостей автотранспортного підприємства та заданого рівня якості пасажирського обслуговування. Проведений аналіз показав, що раціональний вибір типу рухомого складу та гнучке регулювання його випуску сприяють зниженню собівартості перевезень і підвищенню ефективності використання автобусного парку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. / І.А. Вікович. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 672 с.
2. ГОСТ 23457-86. Технічні засоби організації дорожнього руху. Правила застосування.
3. Бабій М.В., Матвіїши В.Т, Капустинський Я.О. Динаміка та тенденції розвитку автомобільних перевезень в Україні у контексті структурних змін транспортної системи. Матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2025. С. 132-133.
4. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови.
5. Цьонь О.П., Плекан У.М., Вовк Ю.Я., Дзюра В.О., Бабій М.В., Рожко Н.Я., Матвіїшин А.Й., Кучвара І.М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів другого рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою "Транспортні технології (на автомобільному транспорті)". Тернопіль: ТНТУ, 2021. 51 с.
6. В.В. Аулін, М.Є. Кристопчук, О.П. Цьонь, М.Я. Сташків, М.В. Бабій, Ю.Д. Бодоря. Глобальна криза від пандемії Covid-19 та її вплив на мобільність населення. Центральнотернопільський науковий вісник. Технічні науки, 2021, вип. 4(35). С. 247-253.
7. Бабій М.В., Олійник В.А., Бабій В.А. Використання цифрових технологій для оптимізації маршрутів при перевезенні пасажирів. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики “. Видавець – ФОП Паляниця В.А., 2022. С. 181.

8. Babii, M., Tson, O., Kuchvara, I., & Chernii, V. (2021). Improving the efficiency of the road organization traffic at an unregulated crossroads. *Transport Development*, (1(8), 125-134.

9. В. О. Дзюра, М. В. Бабій, і А. П. Сташків, « Шляхи оптимізації кількості індивідуального транспорту в обмежених можливостях вулично-дорожньої мережі », ВМТ, вип. 19, вип. 1, с. 46–54, Лип 2024.

10. ДБН В.2.3-5-2006 "Організація дорожнього руху": http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/DB061064.html.

11. Бабій, М. В.; Киричук, В. І.; Граничка, Р. І. Транспортні проблеми сучасного міста. *ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ*, 2023, 32.

12. Бабій М.В., Денисюк В.І. Застосування найпростіших трендів для прогнозування товаропотоку автоперевезень на наступний рік. *Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*. Тернопіль : ТНТУ, 2017. Том 3. С. 18-19.

13. ГСТУ 218-03450778.092-2002. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги загального користування.

14. Бабій М.В., Долинний А.В., Костюк Є.Р. Постановка основних задач організації перевезень тролейбусним транспортом. *Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*. Тернопіль : ТНТУ, 2019. Том 1. С. 159–160.

15. Babii A., Babii M.(2019) Impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol. 95, no 3, pp. 97-104.

16. ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.

17. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я. І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.

18. Бабій В.А., Гашин В.І., Бабій М.В. Штучний інтелект в системах автоматизованого керування дорожнім рухом. Матеріали XII Міжнародної науковопрактичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій. Тернопіль: ТНТУ, 2023. С. 178.

19. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України I-IV рівнів акредитації / За ред. Е. П. Желібо і В. М. Пічі. – Київ: «Каравела», Львів: «Новий Світ – 2000», 2001. – 320с.

20. Бабій М.В., Бабій В.А., Мартинчук А.О. Інтелектуальні системи безпеки руху. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем». Кропивницький: ЦНТУ, 2023р. С. 156.

21. Криворучко, А. М. (2018). Організація дорожнього руху: Підручник. К.: НУБіП України.

22. Babii A., Babii M. (2019) Taking impact of oscillation amplitude of bearing frame sections of boom sprayers into account on its resource. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 95, no 3, pp. 97-104.

23. Поліщук В.П. Теорія транспортного потоку: методи та моделі організації дорожнього руху: навч. посіб. / В.П. Поліщук, О.П. Дзюба. – К.: Знання України, 2008. – 175 с.

24. М. В. Бабій, І.В. Паламар, В.А. Бабій. Проблеми організації дорожнього руху при проектуванні вулично-дорожньої мережі. ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ, 2023, 28.

25. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Економіка підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство" / Вінницький держ. технічний ун- т. – Вінниця : ВДТУ, 2002. – 115 с.

26. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.

27. Стручок В. С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.

28. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022) Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 105, no 1, pp. 5–12.

29. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / М.В. Бабій, А.В. Бабій, А.Й. Матвійшин // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу” – Харків, 2016. С. 232–236.

30. ГОСТ 4092 - 2002. Світлофори дорожні. Загальні технічні умови, правила застосування та вимоги безпеки. - К. : Держстандарт України, 2002. - 31 с.

31. Бабій М.В., Легета В.В. Квадратичний тренд як інструмент прогнозування товаропотоку для автоперевезень. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2017. Том 3. С. 20-21.

32. О.Л. Ляшук, О.П. Цьонь, В.О. Дзюра, М.В. Бабій, М.Є. Кристопчук, С.В. Лисенко, Ю.Д. Бодоря. Дослідження безпеки дорожнього руху на автошляхах. Центральнуукраїнський науковий вісник. Технічні науки, 2022, вип. 5(36)_1. С. 311-317.

33. Системологія на транспорті. Підручник у 5 кн. / Під заг. ред. Дмитриченка М.Ф.– Кн. IV: Організація дорожнього руху / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля, О.Т. Лановий, І.Е. Линник, В.П. Поліщук.- К.: Знання України, 2006 р.- 504 с.

