

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Інститут транспорту та логістики
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр**

галузі знань 27 – «Транспорт»
спеціальності 275 – «Транспортні технології (за видами)»

на тему: «Оптимізація структури транспорту для обслуговування міських пасажирських перевезень»

Виконала: студентка групи ОПАТ-16дм
Полупан Л.С.

.....
(підпис)

Керівник: доц. Шевченко С.І.

.....
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.

.....
(підпис)

Рецензент:

.....
(підпис)

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Інститут транспорту і логістики
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Галузі знань 27 «Транспорт»
Спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.т.н., проф.
Чернецька-Білецька Н.Б.
“___” _____ 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Полупан Людмила Сергіївна

1. Тема роботи: Оптимізація структури транспорту для обслуговування міських пасажирських перевезень.

Керівник роботи Шевченко С.І., к.т.н.

затверджені наказом вищого навчального закладу від “___” _____ 2017 року №_____

3. Строк подання студентом роботи _____ року.

4. Вихідні дані до роботи: літературні джерела авторів Авен О.І., Ловецкий Е.С., Моїсеєнко Г.Є., Адлер Ю. П., Маркова Е.В., Грановський Ю.В., Бойко Г.В., Вельможін А.В.

5. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).

Вступ.

Розділ 1. Аналіз підходів до організації процесу перевезень пасажирів у містах.

Розділ 2. Розробка методики оптимізації структури транспорту для обслуговування міських пасажирських перевезень.

Розділ 3. Експериментальне визначення параметрів транспортного процесу.

Розділ 4. Результати апробації методики вибору оптимальної структури транспорту для міських перевезень пасажирів.

Висновок.

Перелік використаних джерел

6. Перелік графічного матеріалу наводиться у вигляді презентації для публічного захисту.

7. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

8. Дата видачі завдання 10.09.2017 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проектування	Строк виконання етапів	Примітка
1	Вступ		
2	Розділ 1. Аналіз підходів до організації процесу перевезень пасажирів у містах.		
3	Розділ 2. Розробка методики оптимізації структури транспорту для обслуговування міських пасажирських перевезень.		
4	Розділ 3. Експериментальне визначення параметрів транспортного процесу.		
5	Розділ 4. Результати апробації методики вибору оптимальної структури транспорту для міських перевезень пасажирів.		
7	Висновки.		
8	Список літератури.		
9	Перевірка науковим керівником.		
10	Розробка презентації по роботі.		
11	Оформлення проекту		
12	Попередній захист		
13	Рецензування		
14	Захист в ДЕК		

Студент

_____ (підпис)

Полупан Л.С.

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Шевченко С.І.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ У МІСТАХ	8
1.1. Сучасний стан транспортного процесу	9
1.2. Якість перевезень пасажирів	11
1.3. Безпека і екологічність перевезень	15
1.4. Фактори, що визначають умови дорожнього руху в містах.	19
1.5. Висновки до розділу. Цілі і завдання дослідження	24
2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	25
2.1. Пасажирський термінал. Призначення і функціонування.	25
2.2. Процес надання послуг транспортною системою.	36
2.2.1. Процес перевезення з точки зору постачальника послуг.	38
2.2.2. Процес перевезення з точки зору споживача послуг.	43
2.2.3. Процес перевезення з точки зору суспільства.	46
2.3. Моделювання дорожньо-кліматичних умов експлуатації автомобілів.	53
2.4. Алгоритм визначення необхідної кількості рухомого складу.	58
Висновки до розділу.....	63
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ.....	64
3.1. Визначення законів розподілу транспортного процесу.....	64
3.2. Експертна оцінка якості перевезень.....	73
3.3. Результати натурного обстеження пасажиропотоків.....	77
3.4. Методика збору даних.....	87
3.5. Статистичний аналіз швидкостей сполучення.....	92
3.6. Математична обробка результатів експерименту	94
3.7. Висновки до розділу.	103
4. РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ МЕТОДИКИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТРАНСПОРТУ ДЛЯ МІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ.....	104
4.1. Опис транспортного вузла «Річковий вокзал»	104

4.2. Моделювання початкових умов роботи пасажирського терміналу .	107
4.3. Розрахунок необхідної кількості рухомого складу для обслуговування пасажирів в терміналі «Річковий вокзал»	110
4.3.1. Аналіз існуючої структури транспорту	110
4.3.2. Аналіз структури транспорту (з урахуванням скорочення числа маршрутних таксі)	121
4.3.3. Аналіз структури транспорту (з урахуванням переваг всіх учасників транспортного процесу)	122
4.4. Аналіз роботи автобусного маршруту	124
4.4.1. Аналіз роботи маршруту №114 м. Київ.....	125
4.4.2. Аналіз роботи маршрутів м. Бориспіль Київської області.....	135
4.5. Висновки до розділу	137
ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ.....	138
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	140

ВСТУП

На сьогоднішній день близько 69% населення України живе в містах, але на початок 90-х мало хто володів власними легковими автомобілями. Ось чому надійна система міського пасажирського транспорту (ГПТ) в Україні завжди була, є і буде одним з основних факторів соціально-політичної стабільності. Однак за останнє десятиліття система ГПТ була практично зруйнована. Відповідальність за роботу ГПТ разом з правом керування автотранспортними підприємствами, трамвайними і тролейбусними депо була передана від держави до муніципалітетам. Але ця передача не супроводжувалася інвестиційної підтримкою. Тому муніципалітети не змогли забезпечити своєчасної заміни застарілого парку, як це робило в недавньому минулому держава. Це сприяло погіршення рівня послуг, що надаються.

Одночасно відбувався процес акціонування і приватизації, в результаті чого була фактично ліквідована монополія державних підприємств, і на ринок автотранспортних послуг вийшли приватні перевізники. Їхні послуги дозволили трохи підняти рівень і якість перевезень, але взаємодія між різними видами транспорту досягнуто не було. Але не слід забувати, що виниклі приватні перевізники орієнтовані на внутрішньо міські перевезення, так як вони приносять дохід, а приміські та міжміські перевезення для приватника збиткові.

Збільшення числа транспортних засобів, недостатня пропускна здатність вулично-дорожньої мережі, незадовільний стан рухомого складу призвели до зниження швидкості сполучення.

На перший погляд, зростання числа маршрутних таксі в Києві дозволить підняти рівень транспортного обслуговування населення, але це не є панацеєю, адже відбувається насичення вулично-дорожньої мережі та як наслідок підвищується аварійність і погіршується екологічна обстановка. Одним із шляхів виходу зі сформованої ситуації може з'явитися формування

раціональної структури транспорту для обслуговування міських пасажирських перевезень.

Об'єкт дослідження - процес організації перевезень пасажирів на маршрутах міського транспорту.

Наукова новизна:

розроблена методика визначення оптимальної структури рухомого складу в заданій точці вулично-дорожньої мережі містить ряд нових положень;

запропоновано критерій, що враховує задоволеність попиту на перевезення, екологічність перевезень та безпека дорожнього руху;

отримані теоретичні залежності, що дозволяють визначати швидкість повідомлення на маршруті, як функцію числа вповільнень на один кілометр шляху, завантаження автомобіля, дисперсії ухилу поздовжнього профілю, завадонасиченості маршруту і інтенсивності дорожнього руху.

На захист виноситься:

методика визначення оптимальної структури транспорту, який обслуговує міські перевезення пасажирів;

методика проведення і результати обстеження характеристик пасажиропотоків і швидкісних параметрів руху міського пасажирського транспорту;

рекомендації щодо визначення найбільш раціональної структури транспорту для обслуговування міських перевезень.

У першому розділі проведений аналіз сучасного стану транспортного процесу, проаналізовані різні підходи до організації транспортного обслуговування населення, розглянуті питання екологічної безпеки перевезень та безпеки дорожнього руху.

Другий розділ присвячено розробці методики оптимізації структури транспорту, який обслуговує міські пасажирські перевезення. Уточнено визначення терміна «пасажирський термінал» виявлено його функції, запропоновано основні види пасажирських терміналів, з їх визначальними і

супідрядними функціями. Розглянуто процес надання послуг транспортною системою з точки зору всіх учасників транспортного процесу, а саме індивіда, транспортного підприємства і суспільства. На цій основі запропонована методика оптимізації структури транспорту.

Третя глава присвячена експериментальному визначенню параметрів транспортного процесу, описана методика перевірки теоретичних досліджень, яке використовується обладнання. Виявлено фактори, що впливають на залежність функції швидкості сполучення. Запропоновано функція залежності швидкості сполучення від різних факторів, що впливають на безпеку дорожнього руху. На основі цієї функції запропонований коефіцієнт складності маршруту і виявлена закономірність витрати палива.

У четвертому розділі наведені результати апробації запропонованої методики вибору оптимальної структури транспорту для міських перевезень пасажирів на прикладі пересадочного пункту «Річковий вокзал» м. Київ і найбільш пасажіронапружених маршрутах м. Бориспіль Київської області, і зроблені відповідні рекомендації по вибору оптимальної кількості і типів рухомого складу.

Робота виконана на кафедрі «Логістичного управління та безпеки руху на транспорті» Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

1. АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ У МІСТАХ

В даний час в Україні пасажирів в межах міст, передмість і в міжміському сполученні переміщуються в своїй переважній більшості громадським транспортом. З усіх видів пасажирського транспорту автомобільний транспорт, у багатьох регіонах України, грає істотну роль в задоволенні попиту на перевезення пасажирів.

Очевидно, що в цих умовах необхідні зусилля, які повинні бути спрямовані на створення таких моделей функціонування транспортного комплексу та його розвитку, в яких би поєднувалися національні інтереси, інтереси регіонів, автотранспортних підприємств і населення.

Рішення таких завдань бачиться в розробці регіональної програми щодо задоволення попиту на перевезення. Складанню програми повинен передувати ретельний аналіз ситуації, яка склалась в регіоні з обслуговування населення міст пасажирськими перевезеннями. Виконання такого аналізу доцільно проводити з використанням логістичного підходу до дослідження матеріальних, сервісних та інформаційних потоків, що складаються в ланцюзі: «постачальник-виробник-споживач».

Нормальне функціонування системи може протікати тільки при ряді обмежень, основними з яких є: дотримання заданого швидкісного режиму руху транспортним засобом, забезпечення комфортності поїздок, дотримання екологічних вимог, дотримання вимог безпеки перевезень, виконання фінансових показників роботи транспортних підприємств та інше. Метою досліджуваної системи є своєчасне і якісне задоволення попиту на пасажирські перевезення.

Питанням обслуговування пасажирів і організації дорожнього руху приділено багато уваги вітчизняних і зарубіжних авторів. Існує достатня кількість методик для розрахунку пасажиропотоків. Так, основні праці з пасажирських перевезень належать перу таких авторів як Гудков В.А., Миротин Л.Б., Вельможін А.В. [29, 30, 36, 37], Частка В.К. [42], Кравченко Е.А. [58, 59], Кудрявцев О.К. [64], Лопатин А.П. [73] та багато інших. У той же час, організації дорожнього руху значну увагу приділили Клинковштейн Г.А., Афанасьєв М.Б. [56], Лобанов Є.М.

[69], Коноплянко В.І. [57], Зирянов В.В. [50], Сільянов В.В. [94], Бабков В.Ф. [7], Лобанов Є.М., Ситников Ю.М., Сапегін Л.М. [70], Калужський Я.А., Бегма І.В., Кисляков В.М., Філіппов В.В. [52], Mc'Nees RW [111] та ін.

1.1. Сучасний стан транспортного процесу

Поліпшення організації транспортного процесу перевезень пасажирів є важливою соціальною проблемою, у вирішенні якої повинні бути задіяні всі рівні влади.

Процес приватизації, що плив в 90-х роках, призвів до того, що була ліквідована монополія держави на управління транспортною галуззю. В результаті реформи автотранспортні підприємства були передані або у власність муніципалітетів, або в приватні руки. Ця передача не була підкріплена достатнім фінансуванням. Крім того, велика частина парку рухомого складу цих підприємств була морально і фізично зношена, що не дозволяло в повній мірі задовольнити попит на перевезення пасажирів. Все це стало передумовою виходу на ринок транспортних послуг приватних перевізників, які відразу ж міцно на ньому влаштувалися. Основу парку цих перевізників становили автобуси середньої (як правило, типу «ПАЗ»), а в переважній більшості малої місткості (типу «ГАЗель»). Вони зупинялися не тільки на зупинках маршруту, що обслуговується, а й на вимогу, що значно підвищило конкурентоспроможність приватних перевізників.

Оцінка динаміки зміни показників розвитку пасажирських перевезень в Україні дозволяє говорити про тенденції, збільшення обсягів перевезень (див. рис. 1.1).

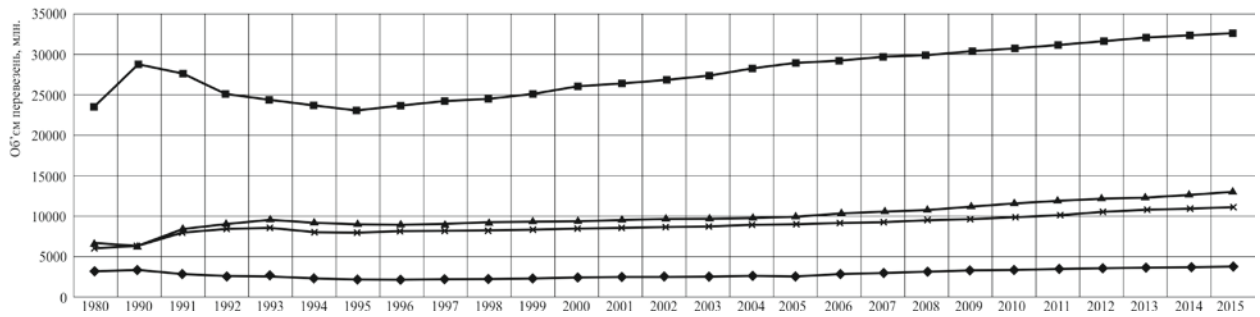


Рис 1.1. – Об'єм перевезень по Україні за роками

◆ Залізничний ■ Автомобільний ▲ Трамвайний × Тролейбусний

Крім цього, з кожним роком відбувається збільшення парку автомобілів, рівня автомобілізації, протяжності і щільності магістральних вулиць. Так, за період з 1970 - 2000 рр. парк автомобілів збільшився в 11 раз, рівень автомобілізації - в 22 рази. При цьому протяжність мережі магістральних вулиць зросла тільки в 2,8 рази, а щільність УДС - в 2,1 рази.

З урахуванням збільшеного рівня автомобілізації в великих містах країни близько 80% магістралей загальноміського значення в центрі міста вичерпали пропускну здатність або працюють на її межі.

На даний момент спостерігається величезна різноплановість і різноспрямованість переміщень пасажирів, падіння швидкості повідомлення і збільшення середньої дальності поїздки пасажирів.

В цих умовах стає очевидно, що потрібна методика, що дозволяє визначати оптимальне поєднання різних видів транспорту на кожному конкретному маршруті.

Одним з елементів, що забезпечує найбільшу ефективність роботи різних видів транспорту з урахуванням їх взаємодії, організації та безпеки дорожнього руху, а також екологічної складової перевезень буде великий пасажироутворюючий і пересадочний пункт.

Розумне поєднання різних видів транспорту дозволить забезпечити найбільш повне і якісне задоволення потреби населення в перевезеннях.

Для ефективної роботи різних видів пасажирського транспорту необхідна добра організація маршрутної мережі, пасажироутворюючих і

пересадочних пунктів («пасажирських терміналів»), в яких з'єднуються і роз'єднуються пасажиропотоки.

1.2. Якість перевезень пасажирів

Якість обслуговування пасажирів в даний час стає пріоритетним напрямком в процесі надання транспортних послуг населенню. До показників якості перевезень пасажирів [29, 30, 36, 37, 58, 59] відносяться:

коефіцієнт наповнення рухомого складу;

витрати часу пасажирів на пересування;

регулярність руху;

тяжкість дорожньо-транспортних пригод.

Під підвищенням якості перевезень пасажирів можна розуміти комплекс заходів, які передбачають скорочення витрат часу населення на пересування і поліпшення комфортабельності поїздок.

Одним з найбільш значущих критеріїв оцінки якості транспортного обслуговування населення є загальні витрати часу мешканців від вихідного пункту до кінцевого. Цей критерій прямо або побічно включає в себе такі показники, як швидкість сполучення, щільність транспортної мережі, пересадочність, число рухомого складу на лінії та т. д.

Загальні витрати часу пасажирів складаються з витрат часу на підхід до зупинки, часу очікування пасажиром транспортного засобу, посадки в рухомий склад, переміщення в рухомому складі та пішохідною навігацією до кінцевого пункту.

Будівельними нормами і правилами на планування міст, населених місць і сільських населених пунктів [97, 98] передбачено, що витрати часу на пересування від місць проживання до місць роботи і інших місць масового відвідування (в один кінець) не повинні перевищувати 40 хв. для 80 - 90% пасажирів у великих містах і не більше 30 хв. в інших населених пунктах.

Комфортабельність поїздки дуже часто оцінюється коефіцієнтом

наповнення рухомого складу (γ) [30, 36].

Одним з важливих критеріїв транспортного обслуговування населення є також регулярність руху рухомого складу, що впливає на тривалість очікування пасажиром транспортного засобу. Як зазначено в роботі [30] рейси автобусів можна вважати регулярними, якщо коефіцієнт варіації знаходиться в межах $\pm 0,2 \sigma/t^{cp}_w$, де t^{cp}_w є середній інтервал руху між транспортними засобами. Рейси з відхиленнями, що перевищують ці значення, вважаються нерегулярними. Отже, для перевізника дуже важливо стежити за розкладом руху транспортних засобів.

В роботі [36] Гудков В. А., пропонує оцінювати якість транспортного обслуговування населення за допомогою коефіцієнта якості k_k , який являє собою відношення розрахункових витрат часу на пересування \mathcal{L} при заданих умовах до розрахункових витрат часу на пересування в реальних умовах $t^{\phi}_{пер}$:

$$k_k = \frac{t^3_{пер}}{t^{\phi}_{пер}} \quad (1.1)$$

Кравченко Е.А. [58] запропонував оцінювати якість транспортного обслуговування пасажирів однойменним коефіцієнтом (K_n), який представляє собою середню арифметичну величину:

$$K_n = \frac{\sum_i^n K_i P_i}{\sum_i^n P_i} \quad (1.2)$$

де K_i - показник якості;

P_i - відносна статистична вага частих показників.

Запропонована методика дозволяє врахувати різні фактори, при оцінці якості перевезень. Наприклад, п'ять показників якості, виділених автором: «наповнення автобусів»; «Витрати часу пасажирів на поїздки»; «Тип автобуса на маршруті»; «Регулярність руху автобусів»; «Обслуговування пасажирів на автовокзалі». Однак, характерним її недоліком є громіздкість, так як

доводиться визначати відносну статистичну вагу частих показників за допомогою таблиць, складених на основі анкетних обстежень.

Мун Е.Є. [77] оцінює якість роботи маршрутних таксі за наступними показниками:

- коефіцієнт випуску автомобілів на лінію;
- коефіцієнт наповнення;
- коефіцієнт використання часу в наряді;
- швидкість сполучення;
- інтенсивність руху;
- інтервал руху автомобілів;
- коефіцієнт регулярності;
- показник ефективності обслуговування;
- коефіцієнт ефективності витрат;
- узагальнений показник якості роботи маршрутних таксі.

Шабановим А.В. [106] запропоновані наступні параметри оцінки якості перевезень:

надійність - перевезення пасажирів від пункту відправлення до пункту призначення за графіком (час поїздки);

комфортність - фізичне середовище, в якій виконується транспортна послуга з точки зору зручності поїздки, оглядовості і т.д .;

безпека - свобода від небезпек, ризику проїзду в громадському транспорті;

ввічливість - поведінка постачальника транспортної послуги, коректність, люб'язність і контактність обслуговуючого персоналу;

доступність - частота руху громадського транспорту;

взаєморозуміння - вивчення постачальником транспортних послуг інтересів пасажирів, знання і облік їх вимог при формуванні роботи транспорту;

комунікабельність - здатність доступного спілкування системи громадського транспорту.

Автор пропонує вимірювати і оцінювати параметри якості, а також звести до мінімуму розбіжності між плановими і фактичними параметрами якості. Для цього можна використовувати різні методи оцінок (статистичний метод, метод експертних оцінок і т.д.). Складність пропонованого методу полягає в тому, що більшість параметрів якості не можна виміряти кількісно, тобто отримати об'єктивну оцінку.

В роботі Курганова В.М. [65] відзначається, що ефективність транспортного обслуговування необхідно оцінювати ступенем рівномірності інтервалів руху автобусів. При цьому не враховується та обставина, що жоден з учасників перевезень не зацікавлений в дотриманні рівномірного інтервалу як такого.

При оцінці пасажирських перевезень враховуються:

- витрати на перевезення при обмеженні часу пересування пасажирів;
- мінімізація часу пересування при обмеженні витрат;
- психофізіологічний критерій.

Для представлення більш повної картини про процес перевезення доцільно знання і інших факторів, що впливають на поліпшення останнього, таких як: транспортна рухливість населення, очікуваний пасажиропотік, безперервність перевізного процесу, розподіл пасажиропотоку між різними маршрутами, приналежність пасажирів до тієї чи іншої соціальної групи, час, витрачається на поїздку, ціна за проїзд і т.д.

Знання транспортної рухливості населення і правильне прогнозування пасажирообороту дозволяє раціонально розподілити перевезення між видами транспорту, правильно визначити потребу в рухомому складі, поліпшити транспортне обслуговування населення і т.д.

Так, Кокорев М.В. і Лукашевич В.В. відзначають, що прогнозування очікуваного пасажирообороту засноване на встановленні його величини в залежності від змін чисельності населення і фонду споживання на душу населення [37].

Для цього пропонується рівняння регресії

$$x_1 = a + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3, \quad (1.3)$$

де x_1 - залежна змінна (пасажирооборот);

x_2, x_3 - незалежні змінні (чисельність населення, фонд споживання, доходи на душу населення);

a, b_2, b_3 - параметри регресії (визначаються розрахунково).

У монографії [28] був проведений аналіз рівняння (1.3) і отримані моделі залежності транспортної рухливості населення від:

зміни середньомісячної зарплати одного працюючого;

зміни довжини маршрутної мережі;

чисельності працюючих і доходів населення;

провізної можливості громадського маршрутного транспорту;

чисельності населення і тарифної плати за проїзд.

Знаючи рівняння регресії можна прогнозувати ті чи інші показники транспортного процесу.

1.3. Безпека і екологічність перевезень

Якість перевезень пасажирів невіддільне від їх безпеки, яка є одним з основних експлуатаційних якостей транспортного засобу, так як від неї залежить і життя, і здоров'я людей, збереження рухомого складу і багажу, час у дорозі пасажира, гарантія прибуття пасажира в пункт призначення. Безпека є комплексним показником, що визначаються конструктивними якостями автомобіля (стійкістю, надійністю органів управління, гальмівні властивості і т.д.) і, як правило, поділяється на активну, пасивну, післяаварійну і екологічну безпеку. Всі перераховані вище види безпеки дозволяють відповідно знижувати ймовірність виникнення дорожньо-транспортної пригоди (ДТП), знижувати тяжкість наслідків ДТП і надавати можливість швидко ліквідувати ДТП.

В роботі [56] досить широко розглянуті аспекти безпеки дорожнього руху, проаналізовані різні методики порівняння відносної небезпеки того чи іншого місця концентрації ДТП.

Для оцінки безпеки руху на перетинах Лобанов Є.М. [69] пропонує застосовувати метод, заснований на використанні даних статистики ДТП. Метод побудований на тому, що кожна з конфліктних точок на перетині представляє для руху небезпеку тим більшу, чим більше інтенсивність потоків які перетинаються в цій точці. Небезпека кожної конфліктної точки q_i , - складає:

$$q_i = \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i \cdot 25 \cdot 10^7}{K_r} \quad (1.4)$$

де K_i - відносна аварійність (небезпека) конфліктної точки, ДТП на 10 млн. автомобілів;

$M_i N_i$, - інтенсивності пересічних в конфліктній точці потоків, авт./добу;

K_r - коефіцієнт річний нерівномірності руху.

Тоді загальна небезпека G перетину:

$$G = \sum_{i=1}^n q_i \quad (1.5)$$

де n - число конфліктних точок на перетині.

Після цього, автор пропонує оцінити безпеку руху на перетинах зі світлофорним регулюванням також за небезпекою конфліктних точок.

Рівень забезпеченості безпеки руху на пересічних оцінюють показником аварійності K_a :

$$K_a = \frac{G \cdot K_r \cdot 10^7}{25 \cdot (M_s + N_s)} \quad (1.6)$$

де M_s, N_s - інтенсивності руху на пересічних дорогах, авт./добу.

Запропонована методика дозволяє врахувати вплив різних чинників, але розрахунки по ній досить громіздкі.

У 1938 р Ф. Рейнгольдом була запропонована формула для визначення показника небезпеки V_0 конкретного місця на УДС:

де p_0, \dots, p_3 - умовні коефіцієнти тяжкості наслідків ($p_0=1$; $p_1=5$; $p_2=70$; $p_3=130$); n_0, \dots, n_3 - число ДТП відповідно з матеріальними збитками, легким пораненням, важким пораненням, загибеллю людей.

Методика Рейнгольда не враховує інтенсивності руху і розрахована на окрему коротку ділянку дороги (перетин, міст і т.п.).

де MS, NS - інтенсивності руху на пересічних дорогах, авт. / добу.

Запропонована методика дозволяє врахувати вплив різних чинників, але розрахунки по ній досить громіздкі.

У 1938 р Ф. Рейнгольдом була запропонована формула для визначення показника небезпеки V_0 конкретного місця на УДС:

$$V_0 = p_0 \cdot n_0 + p_1 \cdot n_1 + p_2 \cdot n_2 + p_3 \cdot n_3, \quad (1.7)$$

Тому Клинковштейн Г.І. [56] пропонує розглядати значну ділянку і робити розрахунок в питомих показниках з урахуванням протяжності дороги і інтенсивності руху.

В цьому випадку показник небезпеки V_0' для ділянки дороги протяжністю l при середньодобовій інтенсивності N_a .

$$V_0' = \frac{\sum p_i \cdot n_i}{365 \cdot l \cdot N_a}, \quad (1.8)$$

де p_i - коефіцієнт тяжкості ДТП даної групи;

n_i - число ДТП даної групи.

Однак найбільш поширеною є методика аналізу конфліктних точок [56], тобто тих місць, де на одному рівні перетинаються траєкторії руху

транспортних засобів або транспортних засобів і пішоходів, а також там, де відбувається відгалуження або злиття (поділ) транспортних потоків.

Складність t (умовна небезпека) будь-якого перетину визначається:

де n_0, n_c, n_n - число точок відповідно відгалуження, злиття і перетину.

Прийнято вважати вузол (перехрестя) малої складності (простим) при $m < 40$, середньої складності при $m = 40-80$, складним при $m = 80-150$ і дуже складним при $m > 150$.

Таким чином, виникає можливість оцінювати потенційну небезпеку тих чи інших ділянок УДС за кількістю конфліктних точок.

Використовуючи запропоновану технологію, можна оцінити ступінь небезпеки всього маршруту.

Питанням екологічності пасажирських перевезень також приділено багато уваги [31, 44, 45, 82, 101, 105, 107]. Однією з останніх, стала робота Чернової Г.А. [105], спрямована на розробку методики квотування числа транспортних засобів, з урахуванням екологічної складової.

$$m = n_0 + 3 \cdot n_c + 5 \cdot n_n, \quad (1.9)$$

Після цього, знаючи довжину екологічно небезпечної ділянки магістралі, можна перерахувати рекомендовану кількість транспортних одиниць в русі.

Недоліком даного підходу є те, що розглядається лише одна конкретна ділянка магістралі, а не маршрут в цілому, і відсутня залежність впливу технічного стану транспортного засобу та дорожніх умов на витрату палива, а, отже, і на викиди шкідливих речовин. Крім того, всі викиди шкідливих речовин беруться в розмірності $г / км$. Це справедливо з точки зору оцінки екологічної ситуації в місті, проте при цьому не враховується кількість перевезених пасажирів, що не дозволяє порівнювати екологічні характеристики різного рухомого складу за кількістю викидів шкідливих речовин, що припадають на одного перевезеного пасажирів на одиницю

транспортної роботи.

Таким чином, при оцінці якості перевезень пасажирів, необхідно, крім усього іншого, враховувати складність і небезпеку маршруту, що залежить від інтенсивності руху та безпосередньо від організації дорожнього руху, а також фактори, що впливають на витрату палива і викиди шкідливих речовин.

У цій роботі передбачається, що інтенсивність викиду токсичних речовин транспортного потоку буде складатися з інтенсивностей викидів токсичних речовин від всіх вхідних в нього транспортних засобів, оснащених ДВЗ: індивідуальних автомобілів(Q_i), маршрутних таксі(Q_m) і автобусів (Q_a).

При цьому сумарна інтенсивність викидів токсичних речовин від транспортного потоку з двигунами внутрішнього згоряння, не повинна перевищувати максимально допустимого значення:

$$Q_u + Q_m + Q_a \leq Q_{дон} \quad (1.10)$$

1.4. Фактори, що визначають умови дорожнього руху в містах.

Процес дорожнього руху в містах схильний до дії великого числа факторів, які умовно можна розділити на наступні групи, які визначаються: характеристиками транспортних засобів, учасниками дорожнього руху, дорожніми умовами.

Характеристики транспортних засобів також умовно можуть бути розділені на дві групи - статичні і динамічні [2, 43, 89]. До статичних можна віднести габарити транспортних засобів, їх вага, оглядовість, конструкцію і розташування органів управління, гальмівної системи, підвіски, потужність двигуна і деякі інші.

Габарити транспортних засобів визначають ширину смуги руху, розміри стоянок, геометрію напрямних пристроїв в системах аналізування

транспортних потоків і т. д. Вага транспортних засобів задає тип дорожнього покриття, витрата палива, швидкість руху, рівні загазованості і шуму в місті.

До динамічних характеристик можна віднести потужність двигуна, тип і передавальне число трансмісії, гальмівні властивості, тип шин і т. д. Ці характеристики визначають інтенсивність розгону і гальмування і, в кінцевому рахунку, формують динамічний габарит автомобіля. Виходячи з умов забезпечення безпеки руху динамічні габарити двох послідовно рухаючих автомобілів не повинні контактувати, тим самим динамічний габарит визначає пропускну здатність смуги руху. «Нишпорення» автомобіля в плані пов'язано з порогом нечутливості автомобіля і людини. Відхилення траєкторії руху від наміченого визначає ширину смуги руху і залежить від психофізіологічних властивостей водіїв.

Таким чином, фактори, що розкривають технічні характеристики транспортних засобів, впливають на режим руху транспортних потоків і значною мірою визначають умови дорожнього руху.

Ступінь небезпеки і число конфліктних ситуацій, що виникають в процесі дорожнього руху, в більшості випадків визначаються діями учасників руху - водіями і пішоходами. Людину, як учасника руху характеризують: кваліфікація, мотивація, психофізіологія, стан здоров'я, вік, соціальний стан і т. д.

Різноманіття дорожніх умов змушує розглядати стан дорожнього руху, в кожному разі в конкретних умовах, т. є. на певній ділянці міської вулично-дорожньої мережі, який має геометричні параметри, стан і тип дорожнього покриття, ступінь ізолюваності пішохідних потоків від транспортних, умови видимості і т. д [89].

Дорожні умови також суттєво залежать і від методів організації дорожнього руху з використанням інженерних засобів, застосованих на даному конкретному ділянці, наприклад таких, як: методи регулювання перетинів транспортних і пішохідних потоків, обмеження швидкості, обгонів, правих і лівих поворотів, розворотів; організація одностороннього

руху, руху з пріоритетом транспорту загального користування, обмеження в'їзду певним категоріям транспортних засобів в різні міські зони.

Основними геометричними параметрами вулиць і доріг, що впливають на умови і режими дорожнього руху, є: ширина проїжджої частини, смуги руху, пішохідних шляхів сполучення (тротуари, пішохідні переходи і т. д.), смуг паркування, частота розташування перехресть, розміри і конструкція розділових смуг, частота, і конструкція зупинок громадського транспорту і т. д.

Цільова функція процесу дорожнього руху визначається комплексним показником ефективності за часом і ступеня безпеки руху його учасників і завантаження вулично-дорожньої мережі. Для реалізації цієї цільової функції приймаються певні рішення, спрямовані на вдосконалення умов дорожнього руху в конкретному місці (рис. 1.2.) [89].

На першому етапі аналізуються умови здійснення процесу дорожнього руху, т. є. зіставляються відомості, що характеризують режими руху пішоходів і транспортних засобів, а також паркування транспортних засобів, і дані аналізу ДТП. На другому етапі проводиться оцінка якості організації руху шляхом порівняння спостережуваних (фактичних) параметрів дорожнього руху з еталонними показниками якості організації руху, представленими в нормативно-довідковій літературі. На підставі такого порівняння на третьому етапі приймається рішення, спрямоване на вдосконалення умов дорожнього руху [89].

Для оцінки умов дорожнього руху в містах використовують цілий ряд кількісних показників, наприклад таких, як: тривалість затримок, довжина черги, швидкість руху, шум прискорення, швидкість повідомлення, пропускна здатність, тривалість паркування, ймовірність наявності вільних місць на стоянках, різні показники безпеки руху. Однак найчастіше для оцінки, ефективності умов руху використовується сукупність показників, що характеризують швидкість і безпеку руху, а також пропускну здатність мережі. До показника ефективності пред'являється певна сукупність вимог;

основне полягає в тому, що він повинен кількісно визначати цільову функцію того чи іншого процесу дорожнього руху. Він повинен виражатися одним числом, задовольняти вимогу універсальності і повноти, мати фізичний зміст, бути простим і легко обчислюється.

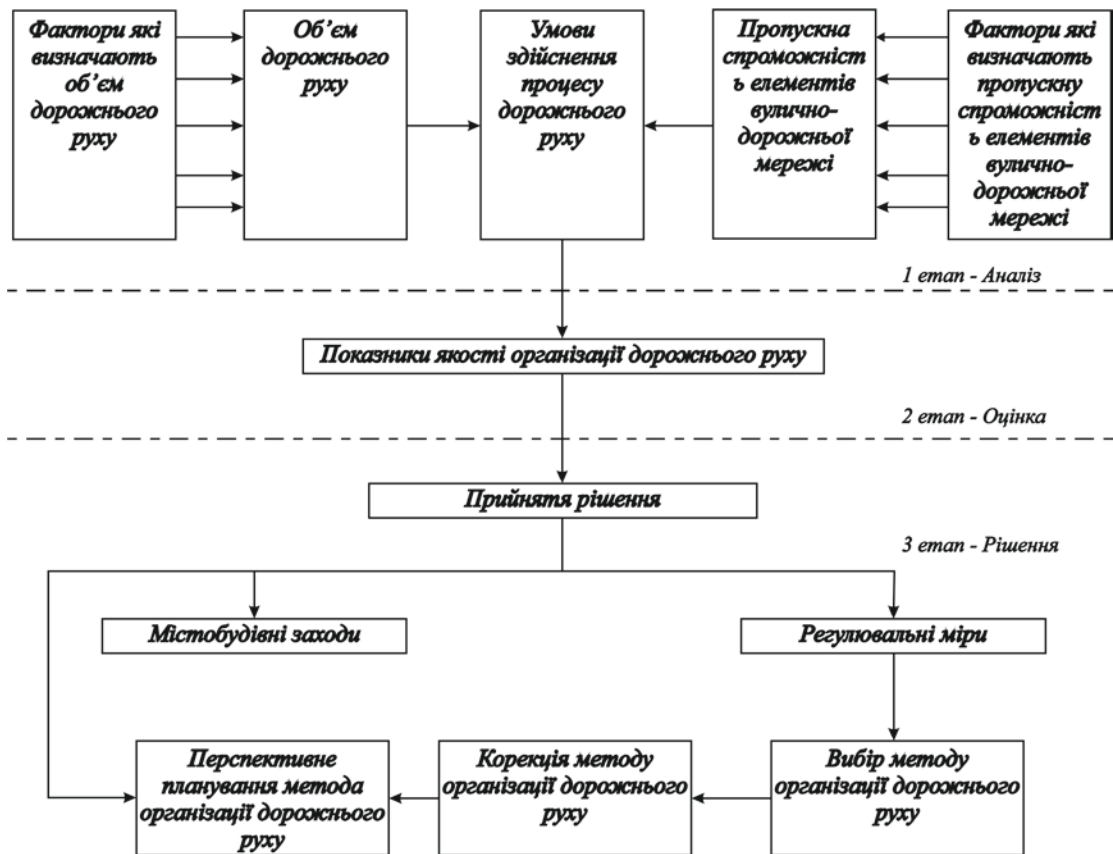


Рис. 1.2. Блок-схема «алгоритму» прийняття рішення по організації дорожнього руху.

Як приклад можна розглянути центральний район великого міста. З огляду на специфічність характеру використання учасниками дорожнього руху вулиць цього району, результати досліджень режимів їх руху [70], а також умова оперативності оцінки, показниками якості організації можна вважати: швидкості руху транспортних засобів і пішоходів і час обслуговування (тривалість паркування).

Ці показники в даному випадку можна розглядати як реакцію на вплив чинників, які визначають поведінку системи дорожнього руху (рис. 1.3.) [89].

Вони ефективні з точки зору досягнення мети, мають фізичний зміст, легко і просто вимірюються, універсальні, кількісно виражаються одним числом, статистично ефективні, існують для всіх станів. Таким чином, ці показники з одного боку, є досить чутливими ознаками характеру протікання процесу дорожнього руху (по відношенню до зовнішніх умов), з іншого боку, визначають пропускну здатність тих елементів вулиці, які використовуються певними категоріями учасників руху. Відбір факторів, що формують режим дорожнього руху, заснований на апріорній оцінці ступеня їх впливу, а також даних раніше проведених досліджень і натурних спостережень.

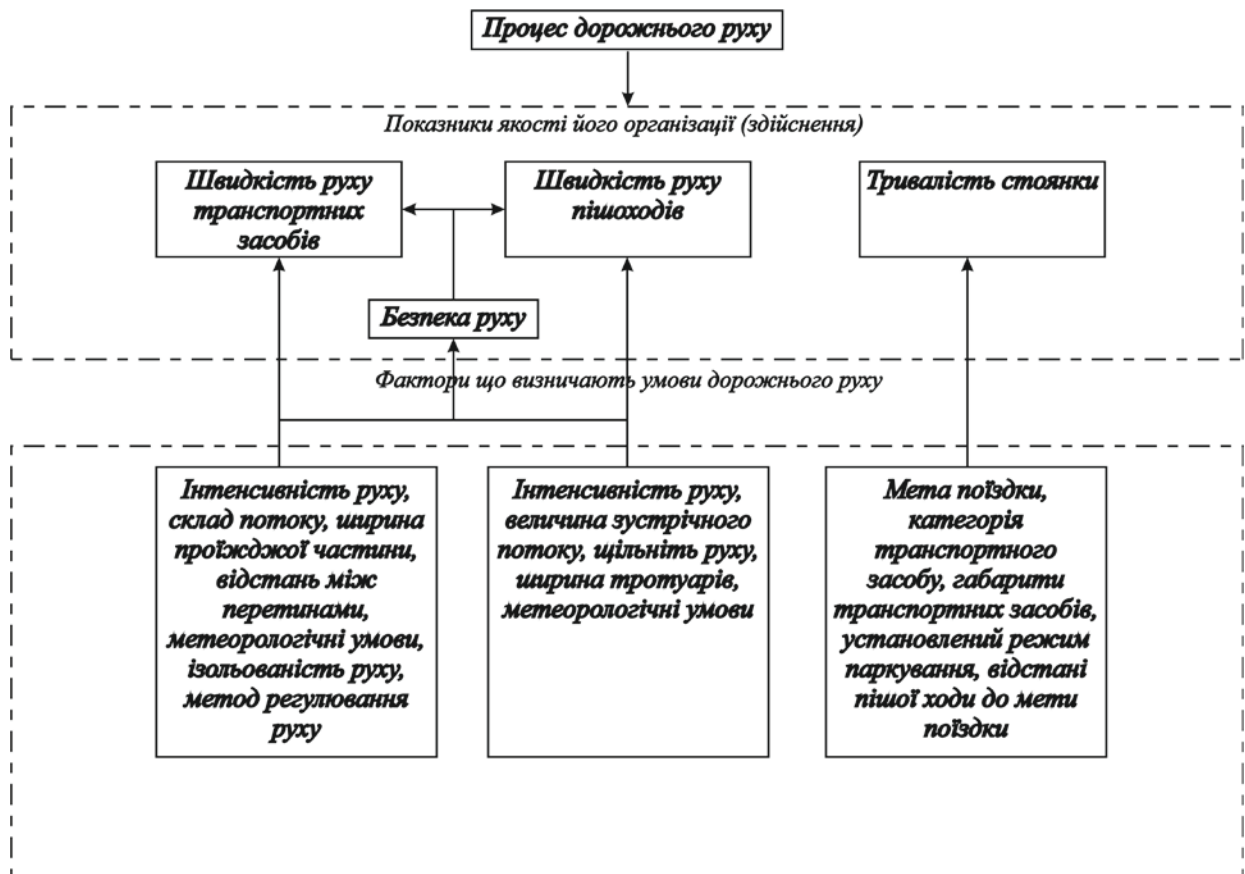


Рис. 1.3. Фактори, що визначають умови дорожнього руху в центральному районі міста

1.5. Висновки до розділу. Цілі і завдання дослідження

1. Виконано аналіз сучасного стану транспортного процесу, проаналізовані різні підходи до організації транспортного обслуговування населення, розглянуті питання екологічної безпеки перевезень та безпеки дорожнього руху.

2. Показано, що в сучасних умовах одним із важливих завдань є розробка інструментарію, що дозволяє визначати оптимальну структуру транспорту для обслуговування міських пасажирських перевезень, в системі індивід - оператор ринку транспортних послуг - суспільство в цілому, що враховує задоволеність попиту на перевезення, екологічну складову перевезень та безпека дорожнього руху.

У зв'язку з цим метою роботи є дослідження структури транспорту, який обслуговує міські пасажирські перевезення і розробка на цій основі методики її оптимізації.

Завдання дослідження:

- виявити основні фактори, що впливають на структуру міського пасажирського транспорту;
- розробити методику, що дозволяє визначити оптимальну структуру транспорту, який обслуговує міські перевезення пасажирів;
- уточнити і модернізувати показники, що оцінюють рівень пасажирського сервісу та комфортності переміщення;
- розробити методику обстеження пасажирських потоків на маршрутах міста і швидкісних параметрів руху транспорту;
- опробувати запропоновану методику для оптимізації структури транспорту на конкретних міських маршрутах.

2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.

Поява на ринку транспортних послуг приватних перевізників, нездатність муніципальних транспортних підприємств замінювати застарілий рухомий склад, дублювання частини маршрутів з порушеннями технології перевезень з боку індивідуальних підприємців викликало ряд негативних наслідків, а саме: насичення вулично-дорожньої мережі міста транспортними засобами (за рахунок значного збільшення автобусів малої місткості і типу «ГАЗель»); збільшення числа ДТП; зниження пропускної здатності доріг; зниження швидкостей повідомлення; збільшення загазованості вулиць.

Все це викликає необхідність в розробці інструментарію, що дозволяє визначати найбільш раціональну структуру транспорту.

2.1. Пасажирський термінал. Призначення і функціонування.

Міські пасажирські перевезення виконуються різними видами транспорту, зокрема автобусами, тролейбусами, трамваями, маршрутними таксі та швидкісними видами транспорту, такими як метрополітен, електропоїздами (електричками) і ін.

Взаємодія різних видів транспорту багато в чому визначається чіткістю функціонування загальнотранспортних вузлів. Під загальнотранспортним вузлом розуміється сукупність матеріальних і людських ресурсів, організованих в систему взаємопов'язаних технологічних процесів з метою забезпечення координації та підвищення ефективності перевезень.

Такі загальнотранспортні вузли будуть досить великими пасажироутворюючими і пересадковими пунктами, в яких можна приймати управлінські рішення. Інакше їх можна назвати «пасажирськими терміналами».

Перш ніж говорити про розробку методики оптимізації структури транспорту необхідно детальніше зупинитися на понятті «пасажирський термінал».

Справедливо зазначив Бенсон Д., що з розвитком міжнародних економічних зв'язків в Україну прийшло поняття «термінал». У перекладі з англійської «terminal» позначає кінцеву зупинку, пункт призначення. Але не слід плутати слова «термінал» і «кінцева зупинка». Кінцева зупинка, кінцевий пункт - це місце, де що-небудь (наприклад, шлях) закінчується. Термін «кінцевий пункт» слід використовувати при описі пунктів, розташованих в кінці шляху, але не в проміжних пунктах. А термінали можуть бути і в цих проміжних точках [1, 72].

З аналізу джерел [11, 46, 64, 72, 79] очевидно, що чіткого визначення терміну «пасажирський термінал» немає, отже, щоб уточнити визначення терміну, необхідно проаналізувати різні ознаки пасажирського терміналу (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Аналіз ознак пасажирського терміналу

Ознака	Пасажирський термінал
По Бенсону Д. і Уайтхед Дж. [11]	
Визначення	Накопичувальний майданчик (пересадочний пункт).
Функції	1.Зручний доступ і посадка пасажирів у ПС; 2.Оптимізація використання різних видів транспорту; 3.Обслуговування пасажиропотоків.
Накопичення	Здійснюється прибуття пасажирів на термінал з метою подальшого пересування.
Завантаження	Забезпечується зручність посадки (майданчики, засоби доставки з одного виду транспорту на інший - ескалатор)

Закінчення табл. 2.1

Ознака	Пасажирський термінал
По Бенсону Д. і Уайтхед Дж. [11]	
Розташування	У зручних місцях для пасажирів. Поблизу місць центрів тяжіння населення. Необхідно враховувати вулично-дорожню мережу міста.
Устаткування	Обладнані пункти зупинки, система пішохідних доріжок, надання додаткових послуг.
За збірки матеріалів конференції [72]	
Інформування	Інформування пасажирів проводиться за допомогою інформаційних табло. Нанесення написів і покажчиків для орієнтації пасажирів в часі і просторі.
Наявність стоянок	Організація стоянок для автомобілів і пасажирів, які перебувають з інших міст.
Безпека сполучення	Застосування сучасних систем визначення місця розташування ПС на лінії, наявність постів міліції.
За Александровим Л. А. [79]	
Укладання договорів	Організація видачі ліцензій, при видачі яких обмовляється і узгоджується розклад.
За Афанасьєвим Л.Л. [46]	
Якість перевезень	Визначається часом поїздки, зручністю посадки і виходу з транспортного засобу, комфортом поїздки, обслуговування пасажирів в дорозі, безпеку руху, і якістю супутніх послуг, рівнем тарифів, системою оплати.
Взаємодія видів транспорту	Організовується взаємодія автобусного, тролейбусного, трамвайного транспорту, метрополітену, залізничного, таксомоторного, повітряного і водного видів транспорту.
За Кудрявцевим О.К.	
Класифікація	Універсальні (працюють з декількома видами транспорту) і спеціалізовані (орієнтуються переважно на конкретний вид транспорту).

З даних, представлених в табл. 2.1 випливає, що пасажирський термінал представляє собою великий пересадочний пункт (автовокзал, залізничний вокзал, аеропорт, річковий порт, морський порт), де зустрічаються пасажиропотоки, закінчується одна транспортна мережа і починається інша, обладнаний різними пристроями для зручності пасажирів і обслуговуючого персоналу. Під різними пристроями слід розуміти захисні огорожі, надання місць для аварійного відстою рухомого складу (в т.ч. і з наданням сервісних послуг), місця для відпочинку персоналу і пасажирів, організація і установка інформаційних табло для інформування пасажирів і т.д [17].

Спираючись на проведений аналіз можна виділити для пасажирського терміналу наступні функції:

- зручний доступ і посадка пасажирів у ПС;
- оптимізація використання різних видів транспорту;
- обслуговування пасажиропотоків.

Умовно-пасажирські термінали можна розділити на дві групи:

- універсальні - працюють з декількома видами транспорту;
- спеціалізовані - орієнтуються переважно на вид транспорту з високими провізними здібностями.

Термінал доцільно розташовувати в зручних місцях, добре доступних для пасажирів, поблизу місць центрів тяжіння населення, враховуючи вулично-дорожню мережу міста, з метою організації взаємодії між різними видами транспорту, для поліпшення транспортного обслуговування населення.

Пасажири самостійно здійснюють посадку і висадку і самостійно переходять з одного виду транспорту на інший, якщо вони, звичайно, не немічні або інваліди. В цьому випадку транспортники повинні забезпечити допомогу в посадці і висадці цим людям. Знаючи розклад руху, пасажири самостійно добираються до терміналу, готові до відправки. Це звільняє транспортника від збору пасажирів, щоб забезпечити

заповнення транспортного засобу. Пасажир згоден очікувати необхідний для нього вид транспорту лише певний період часу. Отже, необхідно дотримуватися розклад руху, тому що чим більше час поїздки, тим у пасажирів більш високі вимоги до розкладу руху.

У періоди очікування транспортники повинні забезпечити для пасажирів певні послуги та зручності. До складу послуг входять зали очікування, туалет, кімнати відпочинку, магазинчики, кафетерії. З точки зору забезпечення зручності і швидкості переміщення іногородніх пасажирів всередині міста, необхідна організація стоянок для автомобілів в безпосередній близькості від терміналу, за умови, що пасажир прибуває в місто на легковому автомобілі. Крім цього, перевізник повинен організувати належну якість перевезень, що визначається часом поїздки, зручністю посадки і висадки з транспортного засобу, комфортом поїздки, рівнем обслуговування пасажирів в дорозі, безпекою руху. Безпеку руху можна досягти за допомогою надання місць для аварійного відстою несправних транспортних засобів, застосуванням сучасних систем визначення місця розташування рухомого складу на лінії, для забезпечення безпеки пасажирів, які прибувають на термінал, доцільно наявність постів міліції.

Стосовно до пасажирського терміналу, приблизна схема організації перевезень може виглядати наступним чином (рис. 2.1).

Пасажири, виходячи з дому, направляються до зупинки, де на них чекає рухомий склад. Причому біля кожного житлового масиву є своя зупинка. Транспортний засіб від кожного мікрорайону доставляє пасажирів до станції метрополітена, де вони пересідають на швидкісний трамвай. Пасажири переміщуються до станції призначення, де їх вже чекає масовий транспорт - або черговий автобус або маршрутне таксі (в принципі, пасажирів може очікувати і електротранспорт). Далі, пасажири доставляються до місця призначення. Повернення додому відбувається в зворотній послідовності.

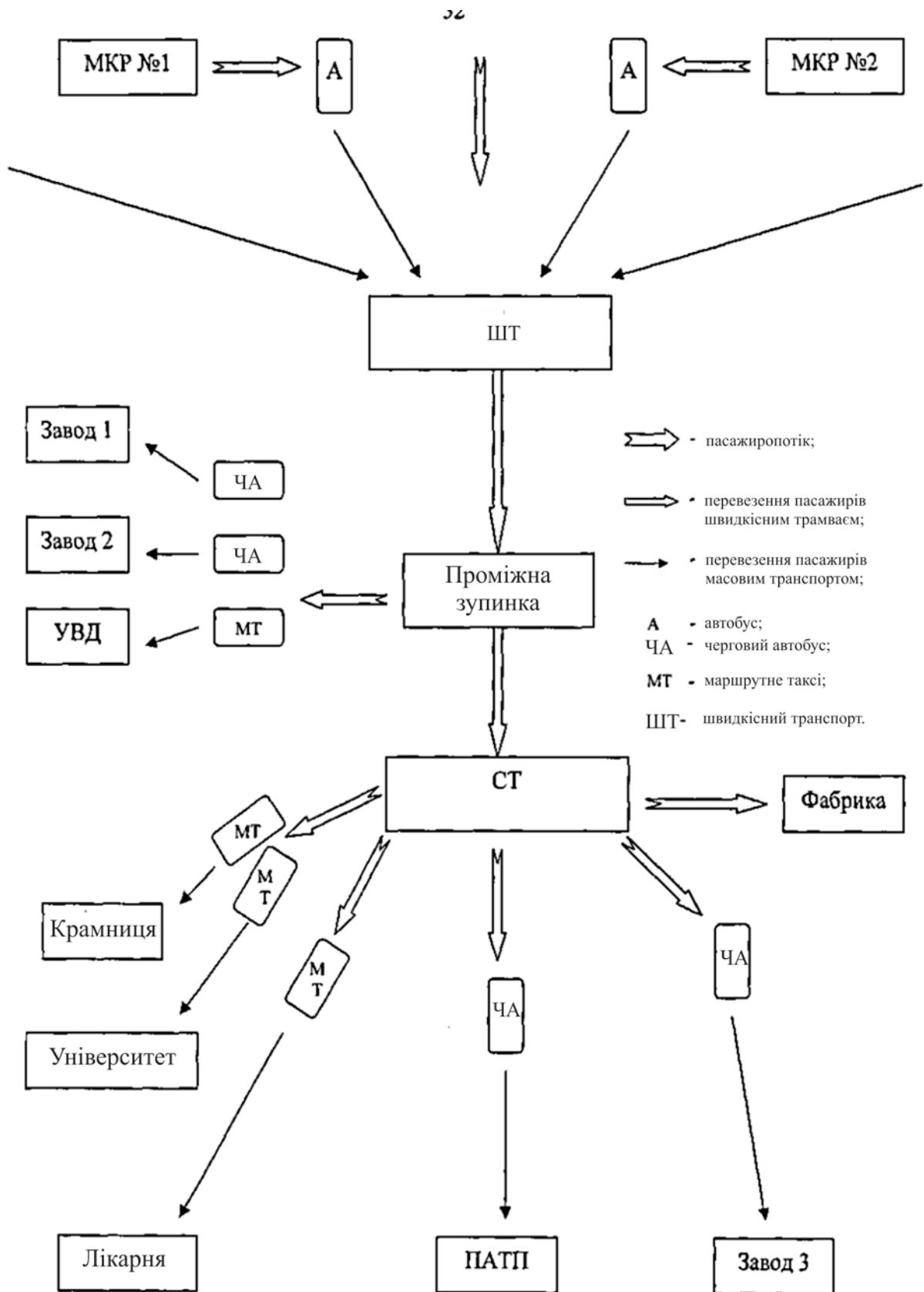


Рис. 2.1. Загальна схема організації перевезень з використанням пасажирського терміналу

Як правило, для всіх терміналів характерні наступні недоліки:
відсутність єдиної техніко-економічної основи взаємодії різних видів транспорту;
відсутність єдиної правової основи взаємодії;
не враховується рівномірний розподіл завантаження транспортних вузлів на напрямках транспортної мережі;
нераціонально витрачається паливно-енергетичні та трудові ресурси;
не вирішено питання про структуру органів управління транспортом [87, 88].

Розглядаючи пасажирський термінал можна виділити кілька його видів.

Так почнемо з терміналу, що забезпечує взаємодію зовнішнього і внутрішнього транспорту. Першим типом терміналу в даній групі може стати термінал, орієнтований на транспорт з високими провізними можливостями, можлива схема функціонування якого наведена на рис. 2.2.

Як видно з рис. 2.2 міський транспорт обслуговує пасажиропотоки, спрямовані з міста до залізничного вокзалу і від залізничного вокзалу до міста.

При такій схемі організації перевезень пасажирські автотранспортні підприємства повинні узгодити розклад руху своїх транспортних засобів до розкладу руху поїздів. Тобто в даному випадку визначальною функцією буде перевезення пасажирів залізничним транспортом, а підпорядкованість - доставка пасажирів міським транспортом.

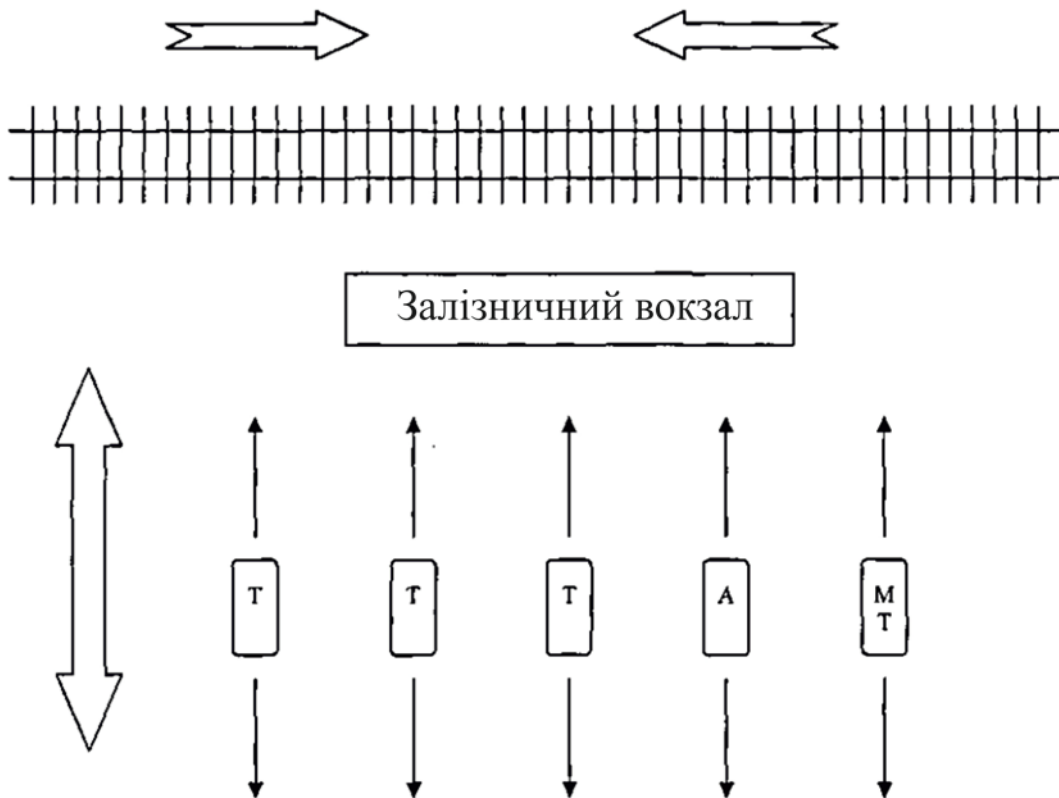


Рис. 2.2. Схема терміналу з високими провізними можливостями

- ➡ пасажиропотік на залізничному транспорті;
- ↔ пасажиропотік в прямому і зворотному напрямку;
- ▶ - рух обслуговуючого терміналу транспорту;
- Т - тролейбус;
- А - автобус;
- МТ - маршрутне таксі.

Очевидно, що електротранспорт тут буде основним засобом доставки пасажирів, а автобусний транспорт - допоміжним, тому що необхідно обслуговувати досить великі пасажиропотоки. Необхідно відзначити, що для залізничних вокзалів характерні різкі пікові навантаження, пов'язані з прибуттям і відправленням поїздів. Отже, необхідні великі «ємності», для «накопичення пасажирів». Тобто термінал повинен стати свого роду консолідуєчим центром перевезень - комплексом динамічно-взаємодіючих систем різних видів транспорту, засобів управління, що забезпечують комплексне рішення задач руху пасажирів з застосуванням сучасних

логістичних технологій.

Природно, якщо такого роду термінал потребує приміщення для пасажирів, то доцільно обладнати ці приміщення засобами, що забезпечують зручність і безпеку пасажирів. Такими засобами можуть стати зали очікування, кімнати відпочинку, туалети, магазинчики, кафетерії і т.д. Безпека пасажирів можна організувати за досвідом компанії «Термінал Лісовий», що має свою охоронну фірму, яка здійснює охорону терміналу. Служба безпеки невиспно стежить за терміналом цілодобово, всередині і зовні. Крім того, робота камер спостереження записується, і відеозапис зберігається 3 місяці.

У разі якщо роль терміналу виконує або автовокзал, або аеропорт, або просто порт (річковий або морський) то на обличчя інший тип терміналу. Основною характеристикою цього типу терміналу може бути порівняно невеликий пасажиропотік. Тому даний термінал можна назвати, як термінал де зустрічається (закінчується) одна транспортна мережа і починається інша (рис. 2.3).

З огляду на, що тут спостерігаються невеликі пасажиропотоки в порівнянні з попередньою схемою, то для підвезення пасажирів буде цілком достатньо автобусного транспорту. Одночасно необхідно врахувати, що аеропорт розташовується за межею міста і тому буде нераціонально підводити тролейбусну мережу, трамвайне полотно, або лінію метрополітену.

Як і в попередній схемі, визначальною функцією, буде перевезення пасажирів автомобільним, повітряним, морським або річковим транспортом, а підпорядкованість - доставка пасажирів міським транспортом.

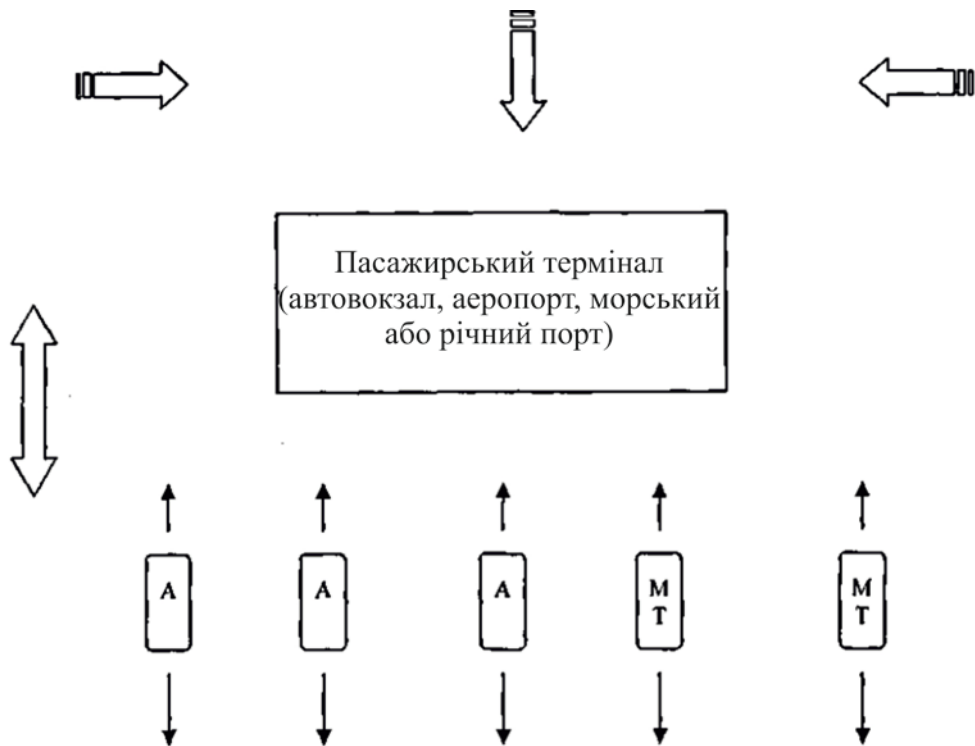
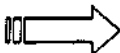
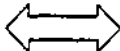


Рис. 2.3. Схема терміналу при «зустрічі» транспортних мереж

 пасажиропотік на деякій транспортній мережі;

 пасажиропотік в прямому і зворотному напрямку;

-----▶ - рух обслуговуючого терміналу транспорту;

А - автобус;

МТ - маршрутне таксі.

Проаналізувавши можливі схеми організації перевезень в даній групі можна сказати, що визначальна функція є перевезення пасажирів зовнішнім транспортом, а підпорядкованість - перевезення пасажирів внутрішнім транспортом.

Наступною принципово можливою схемою організації перевезень з використанням терміналу є схема, при якій здійснюється обслуговування пасажиропотоків (рис. 2.4). Тобто дану схему можна виділити в окрему групу. Тут цілком можливо, що термінал буде виступати як кінцевий пункт для більшості пасажирів, але основний його роллю буде все ж роль великого пересадочного пункту.

Як видно з малюнка пасажирів прямують до терміналу з метою зробити поїздку. Вони можуть підходити до нього пішим ходом, або скористатися будь-яким транспортом, що йде до цієї зупинки і тут вже пересісти на інший вид транспорту. При такій схемі визначальною функцією є обслуговування пасажиропотоків, а підпорядкованість - подача рухомого складу вчасно [15].

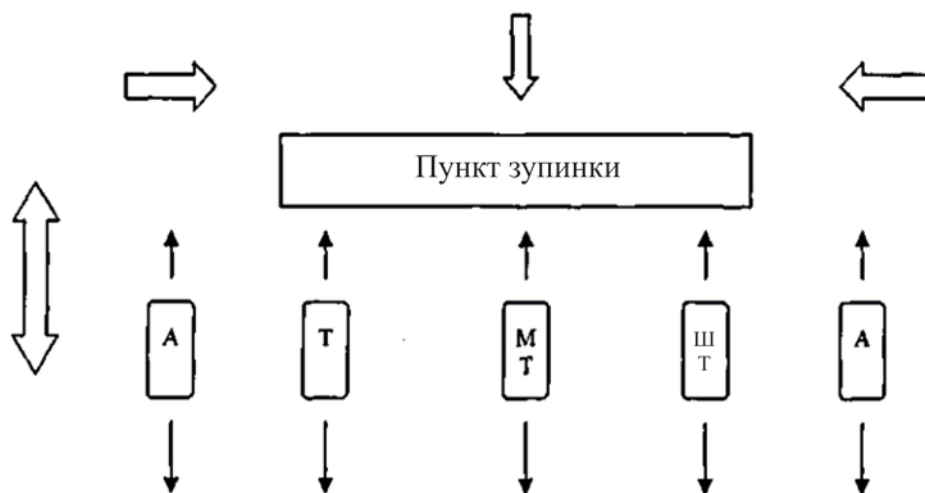

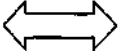
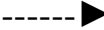


Рис. 2.4. Термінал, як генератор пасажиропотоків

-  пасажиропотік;
-  пасажиропотік в прямому і зворотному напрямку;
-  - рух обслуговуючого терміналу транспорту;
- Т - тролейбус;
- А - автобус;
- МТ - маршрутне таксі
- ШТ - швидкісний транспорт.

2.2. Процес надання послуг транспортною системою.

Переміщення пасажирів є складний процес, для нормальної організації якого необхідно враховувати значну кількість факторів, що впливають в тій чи іншій мірі на перевезення. Крім усього іншого, необхідно враховувати і той факт, що в цьому процесі задіяні три «сторони», а саме індивід, *транспортне підприємство* і *суспільство*.

Кожен з учасників транспортного процесу має своє уявлення про процес перевезення, причому ці уявлення можуть істотно не збігатися, хоча в деяких моментах вони можуть і перетинатися (рис. 2.5).

Наприклад, з точки зору пасажирів в перевізному процесі головними є фактори, що впливають на витрати часу при поїзді, зручності поїздки, надійність обслуговування і безпеку руху, вартість проїзду. Транспортне підприємство планує перевезення пасажирів виходячи з: протяжності маршруту; кількості зупиночних пунктів на ньому і відстань між ними; чисельності населення, що проживає в районах тяжіння до остановочному пункту; наявності паралельних маршрутів інших видів транспорту; протяжності суміщених ділянок і числа виконуваних на них рейсів за добу; прибутковості перевезень. Для суспільства в цілому, чільну роль відіграють соціальні фактори, розвиток інфраструктури транспорту, екологічна складова, безпеку в широкому сенсі слова.

Таблиця 2.2

Інтереси учасників транспортного процесу

Інтереси пасажера					Інтереси підприємства					Інтереси суспільства					
Ціни	Час	Надійність	Комфорт	Безпека	Виручка	Час	Регулярність	Наповненість	Пасажиропотік	Протяжність маршруту	Соц. задоволеність	Екологія	Безпека	Трудова зайнятість	Податки

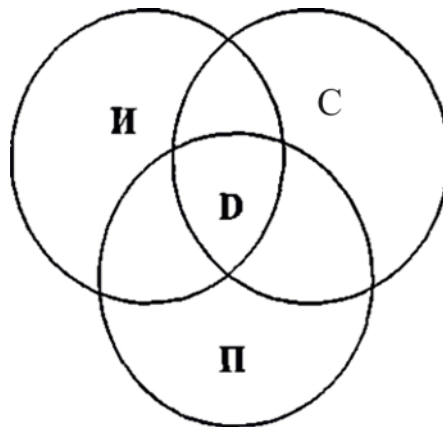


Рис. 2.5. Взаємодія учасників процесу перевезень

І - інтереси пасажера;

П - інтереси транспортного підприємства;

С - інтереси суспільства;

Д - область перетину інтересів всіх учасників перевізного процесу.

В принципі, всі «сторони» мають спільну точку дотику з питання вартості проїзду, але в той же час в цьому загальному питанні діалектично приховано протиріччя: пасажери хочуть, щоб ціна за проїзд була якомога менше; підприємство прагне знизити собівартість продукції, що надається, а саме перевезень, але в той же час встановити ціну за проїзд, яка прагне до максимуму; суспільство, в принципі, зацікавлена в розумних, так

би мовити середніх цінах на проїзд, тому що це дозволяє підприємству заробляти і відповідно відраховувати певний відсоток від прибутку на користь суспільства.

При перетині всіх областей і точок зору ми отримуємо деяку «область О», яка в тій чи іншій мірі задовольняє всіх учасників транспортного процесу.

2.2.1. Процес перевезення з точки зору постачальника послуг.

Для підприємства найбільш важливим буде отримання прибутку, яка взаємопов'язана з числом перевезених пасажирів, а, отже, і з числом рухомих одиниць на маршруті.

Визначити необхідну кількість рухомого складу на маршруті можна декількома способами.

Один із способів заснований на рекомендаціях роботи [99], де пропонується визначати кількість транспортних засобів (A_a) зі співвідношення:

$$A_a = \frac{Q_p \cdot l_{cp} \cdot K_c \cdot K_n \cdot K_k}{365 \cdot q_c \cdot \gamma_{mi} \cdot \alpha_B \cdot V_e \cdot T_n \cdot \beta} \quad (2.1)$$

де Q_p - річний обсяг перевезень, пас .;

l_{cp} - середня дальність поїздки пасажирів, км .;

K_c, K_n - коефіцієнт нерівномірності перевезень відповідно по годинах доби і за напрямками маршрутів;

q_c - середня місткість транспортного засобу, пас .;

γ_{mi} - коефіцієнт місткості транспортного засобу;

α_{β} - коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію;
 V_e - експлуатаційна швидкість, км / год;
 T_n - тривалість перебування транспортного засобу в наряді, год .;
 β - коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу;
 K_k - коефіцієнт підвищення якості транспортного обслуговування в результаті поліпшення техніко-експлуатаційних показників використання транспортних засобів, що визначається за формулою:

$$K_k = \sqrt[4]{\frac{\alpha_{\beta c} \cdot \beta_n \cdot T_{nc} \cdot R_{dc}}{\alpha_{\beta n} \cdot \beta_n \cdot T_{nn} \cdot R_{dn}}}, \quad (2.2)$$

де $\alpha_{нд}$ - обліковий коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію;
 $\alpha_{\beta n}$ - планований коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію;
 β_c - списковий коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу;
 β_n - запланований коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу;
 T_{nc} - облікова тривалість перебування транспортного засобу в наряді, год .;
 T_{nn} - планована тривалість перебування транспортного засобу в наряді, год .;
 $R_{дy}$ - облікова регулярність руху на маршрутній мережі;
 $R_{дn}$ - планована регулярність руху на маршрутній мережі.

Як видно, формула (2.1) дозволяє враховувати підвищення якості транспортного обслуговування в результаті поліпшення техніко-експлуатаційних показників використання автобусів.

Необхідна кількість транспортних засобів на добу для виконання запланованого обсягу перевезень на маршруті:

$$A_a = \frac{N_{\text{пас.добу}} \cdot I_{\text{ср}}}{q_c \cdot \gamma_{\text{мі}} \cdot V_e \cdot T_{\text{н}} \cdot \beta} \quad (2.3)$$

де $N_{\text{пас.суг.}}$ - добовий пасажиропотік;

$I_{\text{ср}}$ - середня дальність поїздки пасажирів, км .;

q_c - середня місткість транспортного засобу, пас .;

$\gamma_{\text{мі}}$ - коефіцієнт місткості транспортного засобу;

V_e - експлуатаційна швидкість, км / год;

$T_{\text{н}}$ - тривалість перебування транспортного засобу в наряді, год.;

β - коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу.

В роботі [36] пропонується використовувати більш просту формулу щодо визначення необхідної кількості рухомого складу ($A_{\text{рас}}$), а саме:

$$A_{\text{рас}} = \frac{Q_{\text{рас}} \cdot t_0 \cdot k_T}{q \cdot T \cdot \gamma_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}}} \quad (2.4)$$

де $Q_{\text{рас}}$ - розрахунковий пасажиропотік пас / год.;

t_0 - час обороту автобуса на маршруті, хв.;

k_m - коефіцієнт внутрішньогодинний нерівномірності руху;

q - місткість автобуса, пас.;

T - період часу надання інформації (1 година);

$\gamma_{\text{н}}$ - розрахункове значення коефіцієнта наповнення;

$\eta_{\text{н}}$ - коефіцієнт нерівномірності у напрямку руху.

Необхідно врахувати, що формули (2.1 - 2.4) припускають можливість безальтернативній поїздки, в той час як на даний момент пасажир має можливість вибору того чи іншого виду транспорту.

У роботах [28, 29, 36, 99] передбачається, що розрахункова кількість транспортних засобів на лінії є показником рівня наданих пасажирських послуг.

Однак, для формалізації показників пасажирських послуг в роботі Миротин Л.Б. [71], пропонується комплексний показник рівня пасажирського сервісу S , який може бути визначений за формулою:

$$S = S_1^{k_1} \cdot S_2^{k_2} \cdot S_3^{k_3} \cdot S_4^{k_4} \cdot S_5^{k_5} \cdot S_6^{k_6}, \quad (2.5)$$

- де S_1 - надійність переміщення точно за графіком (час поїздки);
 S_2 - доступність (частота руху громадського транспорту);
 S_3 - безпека (ймовірність безвідмовної роботи громадського транспорту);
 S_4 - комфортність (якість поїздки);
 S_5 - вартісної показник - величина транспортного тарифу;
 S_6 - показник інформаційного сервісу (рівень інформаційного забезпечення);
 $k_1 \dots k_6$ - показники ступеня, що характеризують вагомість відповідного показника рівня сервісу.

Спираючись на аналіз робіт [24, 27, 28, 29, 36, 71, 99] можна запропонувати наступний коефіцієнт, що дозволяє визначити рівень транспортного обслуговування населення:

$$K_{\text{пер}} = \sqrt[12]{\frac{Q_i}{Q_{\text{общ}}} \cdot \alpha_B \cdot \gamma \cdot \frac{T_{\text{норм}}}{T_{\text{факт}}} \cdot \frac{\Delta\tau_{il}^{\phi}}{\Delta\tau_{il}^{\text{опт}}} \cdot \frac{\omega_{il}^{\phi}}{\omega_{il}^{\text{опт}}} \cdot \frac{Y_{il}}{Y_i} \cdot R_d \cdot \frac{Q_{il}^{\phi}(\Delta T)}{Q_{il}^{\text{ном}}(\Delta T)} \cdot K_{il} \cdot \frac{C_{\text{min}l}}{C_{il}} \cdot \Pi_{cm i}} \quad (2.6)$$

- де Q_i - кількість пасажирів, які вибули i -им видом транспорту;
 $Q_{\text{общ}}$ - загальний пасажиропотік;
 $\Delta\tau_{il}^{\phi}$ - фактичний час поїздки за маршрутом l ;
 $\Delta\tau_{il}^{\text{опт}}$ - оптимальний час поїздки за маршрутом l ;
 ω_{il}^{ϕ} - фактична частота руху громадського транспорту;
 $\omega_{il}^{\text{опт}}$ - оптимальна частота руху громадського транспорту;
 Y_{il} - рівень інформаційного забезпечення i -го виду громадського

транспорту;

Y_l - максимально можливий рівень інформаційного забезпечення;

$Q^{\phi}_{il}(T)$ - фактична ймовірність безвідмовної роботи i -го виду громадського транспорту на маршруті / за певний період ΔT ;

$Q^{ном}_{il}(T)$ - номінальна ймовірність безвідмовної роботи i -го виду громадського транспорту на маршруті / за певний період ΔT ;

C_{minl} - мінімальна вартість проїзду (тариф) на різних видах транспорту, що функціонують за маршрутом l ;

C_{il} - вартість проїзду (тариф) i -м видом транспорту на маршруті;

Π_{cmi} - споживча вартість i -го виду транспорту (визначається за результатами експертних оцінок);

K_{il} - показник комфортності, який визначається зі співвідношення:

$$K_{il} = \sqrt[4]{\frac{l_1}{h_c} \cdot \frac{l_3}{l_2} \cdot \frac{\alpha_2}{b_c} \cdot \sigma_a}, \quad (2.7)$$

де l_1 - глибина сидіння;

l_2 - крок між сидіннями;

l_3 - розмір місця для ніг;

h_c - висота сидіння;

b_c - ширина сидіння;

α_2 - нахил спинки (відстань по прямій від крайньої верхньої точки крісла до кромки сидіння);

$\sigma_a = \sigma_{nl} / \sigma_{факт}$ - коефіцієнт, що враховує шум прискорення (σ_{nl} – шум прискорення, при дотриманні швидкісного режиму, правил дорожнього руху і т.д.; $\sigma_{факт}$ - шум прискорення, що враховує фактичний режим руху транспортного засобу).

Необхідно врахувати, що співвідношення (2.7) слід використовувати при оцінці обслуговування пасажирів маршрутними мікроавтобусами. У тому випадку, якщо йде мова про використання міського громадського

пасажи́рського транспорту, то дане співвідношення слід приймати рівним одиниці, тому що в міських умовах при використанні автобуса або електротранспорту чільним стає коефіцієнт наповнення салону.

2.2.2. Процес перевезення з точки зору споживача послуг.

Всі перераховані вище фактори визначають підхід до процесу перевезення з точки зору «постачальника послуг», тобто автотранспортного підприємства. Але, проте, необхідно враховувати також і думка «споживача послуг», тобто пасажира.

Інтенсифікація транспортного процесу по обслуговуванню пасажирів громадським транспортом залежить від реалізації на практиці комплексу факторів, що впливають на витрати часу пасажирів на поїздки, зручності поїздки, надійність обслуговування і безпеку руху, витрати пасажира на проїзд в грошовому вираженні. Все це можна представити у вигляді схеми (рис. 2.6).

Кожен із зазначених факторів у свою чергу включає в себе ряд різних елементів, що визначають якість перевезень пасажирів.

Витрати часу пасажира на поїздку складаються з наступних елементів: час на придбання квитка (в разі користування метрополітеном); час підходу до пункту зупинки; час очікування транспортного засобу; час на пересадку; час простою на пунктах зупинки; власне часу руху в транспортному засобі; час руху від пункту зупинки до місця призначення пішим ходом. На кожен з цих елементів будуть впливати наступний ряд факторів: будівництво нових і розширення діючих касових приміщень, ліквідація черг біля кас (в разі користування метрополітеном); відстань до пункту зупинки; регулярність руху, інтервал руху, координація руху з іншими видами транспорту; маршрутизація системи, взаємодія з іншими видами транспорту; скорочення часу стоянки на проміжних зупинках, кількість пунктів зупинки, використання диспетчерської і радіозв'язку, розташування пунктів зупинки;

швидкість руху, динамічні якості транспортних засобів, нормування швидкості, розклад руху, режими руху (швидкі, експресні, укорочені рейси); організація руху, пріоритетний проїзд транспортних засобів; відстань від пункту зупинки до місця призначення.

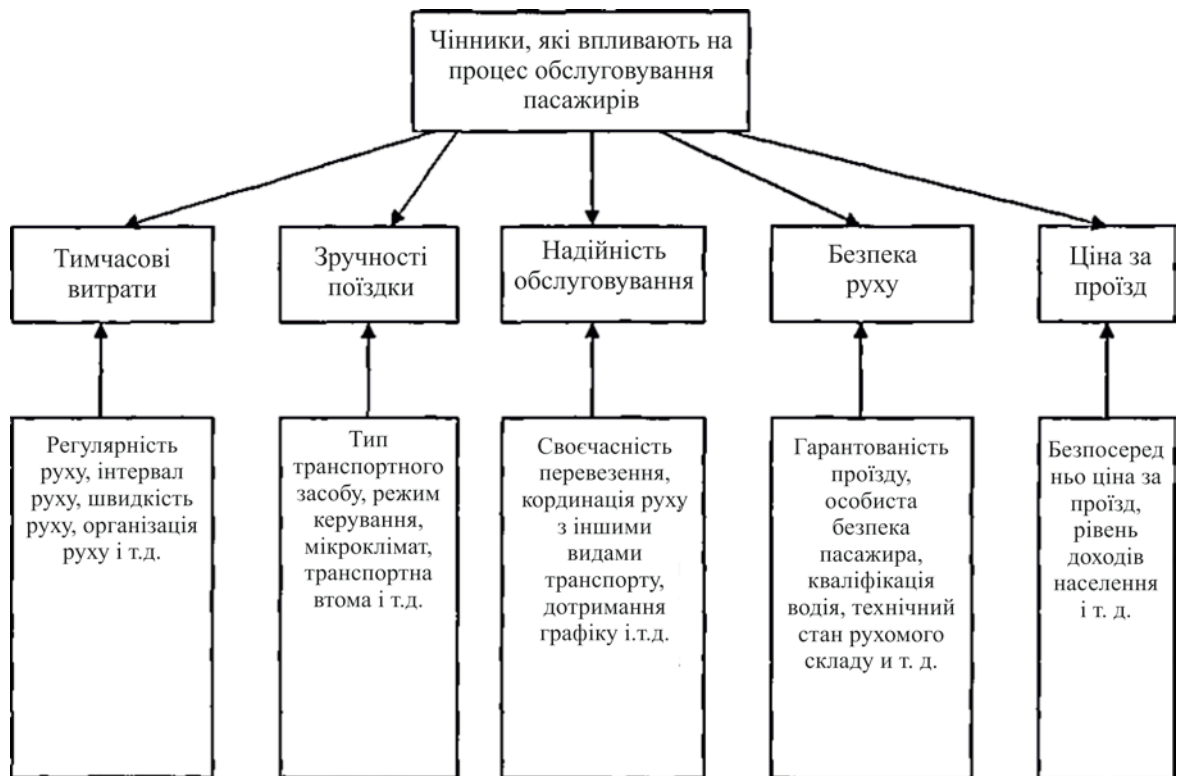


Рис. 2.6. Споживча цінність поїздки

До зручностей поїздки пасажирів можна віднести наступне: наповнення транспортних засобів; комфортність поїздки; оплата проїзду; культура обслуговування. Відповідно, кожен з цих елементів буде схильний до впливу наступних факторів: тип і кількість транспортних засобів, частота руху, організація руху, інформація по лінії; режим водіння, планування салону, наявність місць для багажу, зручність посадки, мікроклімат, транспортна втома; забезпеченість проїзний і довідкової документацією, обладнання дитячих місць, наявність чохлів на кріслах і штор на вікнах, наявність схем небезпечних ділянок маршрутів; раціональна організація збору виручки, використання касових апаратів, ефективна форма контролю, зниження тарифу і пільговий проїзд; робота водія з пасажиром під час руху,

робота обслуговуючого персоналу терміналу з пасажирями, чистота і справність салону в транспортних засобах і приміщень терміналу, інформаційна забезпеченість пасажирів, зручний час відправлення і прибуття транспортних засобів.

Під надійністю обслуговування слід розуміти: своєчасність перевезення пасажирів; координація руху з іншими видами транспорту; своєчасність подачі і відправлення транспортного засобу; своєчасність придбання квитків; дотримання графіка руху.

На безпеку руху впливають такі чинники: гарантованість проїзду; повний випуск технічно справного і заправленого рухомого складу; особиста безпека пасажирів; ефективний контроль на лінії за рухом транспортних засобів; наявність резерву рухомого складу; дотримання точності руху на всій протяжності маршруту; відповідність типу транспортного засобу умовам і видам перевезень; виконання запланованої кількості рейсів; укомплектованість водійським складом; наявність технічних засобів зв'язку; кваліфікація водія і його психологічні якості; технічне і гігієнічний стан рухомого складу; зниження шуму, вібрацій і токсичності відпрацьованих газів; дорожні та кліматичні умови; трудова і транспортна дисципліна, екологічні якості; облаштування терміналів.

На ціновий показник впливають такі фактори: безпосередньо ціна за проїзд; рівень доходів населення; співвідношення «ціна-якість» за рівнем надання юридичних послуг.

Природно, що з усіх перерахованих вище факторів реальним розрахунками можна піддати тільки часовий показник, а решта чинників доведеться приймати і підраховувати за допомогою методу експертних оцінок.

Отже, рівень надаваних транспортних послуг можна оцінити за допомогою коефіцієнта оптимізації структури транспорту (K_{ocm}), заснований на застосуванні функції бажаності, що враховує рівень транспортного обслуговування, екологічність перевезень та безпека дорожнього руху, і

розраховується за формулою:

$$K_{\text{ост}} = \sqrt[3]{K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{ек}} \cdot K_{\text{бд}}} \quad (2.8)$$

де $K_{\text{пер}}$ - коефіцієнт, що враховує рівень транспортного обслуговування пасажирів;

$K_{\text{ек}}$ - коефіцієнт, що враховує екологічність перевезень;

$K_{\text{бд}}$ - коефіцієнт, що враховує безпеку дорожнього руху.

Вочевидно, що, формула (2.8) допоможе раціонально підібрати структуру транспорту в будь-якій точці вулично-дорожньої мережі.

2.2.3. Процес перевезення з точки зору суспільства.

Розглянувши інтереси постачальника і споживача транспортних послуг, необхідно оцінити і інтереси суспільства.

Як зазначалося вище, для суспільства чільну роль має відігравати екологічна складова, безпеку в широкому сенсі слова, соціальний аспект, розвиток інфраструктури транспорту.

Оцінити екологічну складову перевезень можна різними способами, наприклад через витрата палива, від якого неважко перейти до питомого викиду шкідливих речовин приведених до СО.

У роботах Чернової Г.А., Федотова В.М. і ін. [39, 40, 105] при розрахунку питомих викидів шкідливих речовин, наведених до СО, було встановлено, що великі міські автобуси викидають в атмосферу приблизно 332 м шкідливих речовин на 1 км. пробігу, що приблизно в 2,6 рази більше ніж маршрутне таксі, викиди якого складають близько 125 г/км.

Однак, в перерахунку викидів на 1 пасажирів ситуація докорінно змінюється. Так, наприклад, при середній наповнюваності автобуса Богдан в 42 пасажирів, а маршрутної таксі - 12, викиди шкідливих речовин (в г / пасажирів) складуться: для автобуса - 7,91, а для маршрутної таксі - 10,42, що в 1,3 рази вище, ніж для автобуса [19].

До викидів шкідливих речовин можна перейти, знаючи витрату палива автотранспортним засобом. Визначення витрати палива загальними теоретичними методами за допомогою питомої або оборотної витрати палива досить трудомісткий процес і вимагає великої кількості вихідних даних.

Тому, необхідно запропонувати рівняння залежності швидкості повідомлення від факторів, що впливають на безпеку дорожнього руху, а потім, ґрунтуючись на запропонованій залежності можна запропонувати коефіцієнт складності маршруту і через нього підійти до витрати палива, за допомогою якого, в свою чергу, можна говорити про викиди шкідливих речовин маршрутними таксі, в порівнянні з громадським міським транспортом.

Якщо складність маршруту оцінити через такі параметри, як швидкість повідомлення (V_c), масу автомобіля (M) і ухил поздовжнього профілю дороги (Π), то коефіцієнт складності буде виглядати як:

$$k_{\text{м}} = a_0 + a_1 \cdot V_c + a_2 \cdot M \cdot \Pi, \quad (2.9)$$

де a_0, a_1, a_2 - постійні при рівнянні регресії;

M - маса автомобіля;

Π - коефіцієнт, що характеризує ухил поздовжнього профілю дороги.

Знаючи коефіцієнт складності і маючи дані про часові витрати палива (з паспорта транспортного засобу) можна перейти до витрати палива на маршруті:

$$Q = b_0 + b_1 \cdot q_m \cdot k_m, \quad (2.10)$$

де b_0, b_1 - постійні при рівнянні регресії;

q_m - годинна витрата палива.

Отже, можна перейти до питомого викидів шкідливих речовин, наведених до CO, а значить і до питань, пов'язаних з екологічною складовою перевезень [22].

Для визначення критерію екологічної складової перевезень, в даній роботі була використана методика Воробйова О.Г. [31].

Сенс її полягає у визначенні масового викиду шкідливих речовин від всіх учасників транспортного процесу.

Було запропоновано розглядати процес перевезень з точки зору руху транспортного засобу в терміналі і на вулично-дорожньої мережі.

Викиди шкідливих речовин виходячи з умови в'їзду (M'_k) і виїзду (M''_k) з терміналу визначаються як:

$$M'_k = g_{np} \cdot t_{np} + g_l \cdot L' + g_{xx} \cdot t_{xx}; \quad (2.11)$$

$$M''_k = g_l \cdot L'' + g_{xx} \cdot t_{xx}, \quad (2.12)$$

де g_{np} - питомі викиди забруднюючих речовин при прогріванні двигуна автомобіля, г/хв;

g_l - питомі викиди забруднюючих речовин при русі по території, г/км;

g_{xx} - питомі викиди забруднюючих речовин двигуном на холостому ході, г/хв;

$L'(L'')$ - пробіг по території терміналу в день при виїзді (поверненні), км;

t_{np} - час прогріву двигуна, хв;

t_{xx} - час роботи двигуна на холостому ході, хв.

Величини M'_k і M''_k розраховують для викидів CO, CH, NO_x, SO₂.

Після цього визначаються валові викиди забруднюючих речовин одним

автомобілем:

$$M^{\Sigma} = M_k^{I(CO, CH, NO_x, SO_2)} + M_k^{II(CO, CH, NO_x, SO_2)} \quad (2.13)$$

У тому випадку, якщо ведеться розрахунок конкретного маршруту обслуговування пасажирів, тоді на обличчя наступна залежність:

$$M^M = g_l \cdot L_M + g_{xx} \cdot t_x \quad (2.14)$$

Знаючи валовий викид шкідливих речовин, можна розрахувати максимально допустимий разовий викид забруднюючих речовин для терміналу G_T і маршруту G_M :

$$G_T = \frac{M^{\Sigma} \cdot \alpha \cdot N}{60 \cdot t_p}, \quad G_M = \frac{M^M \cdot \alpha \cdot N}{60 \cdot t_d} \quad (2.15)$$

де α - коефіцієнт випуску автомобілів;

N - число автомобілів;

t_p, t_d - час роз'їзду автомобілів, і час руху їх по маршруту відповідно, хв.

Для визначення допустимої інтенсивності викидів токсичних речовин можна скористатися формулою, що враховує закономірності формування і розсіювання в повітрі шкідливих домішок токсичних речовин [105]:

$$Q_{дон} = \frac{3,6 \cdot C_{mp} \cdot u \cdot A}{D \cdot y \cdot Z \cdot (1 - \Delta_{zw})} \quad (2.16)$$

де C_{mp} - допустима концентрація токсичних речовин в повітрі;

u та y - швидкість і коефіцієнт стабільності вітрового потоку відповідно.

Приймаються за даними багаторічних спостережень

метеорологічної служби для розглянутого періоду року. В умовах слабкої провітрюваності міської забудови швидкість може прийматися 1-2 м / с, коефіцієнт стабільності від 0,7 до 1,0;

A - коефіцієнт щільності забудови, при відносній протяжності розривів між будівлями 10-19% і 20-29% рівний, відповідно 0,65 і 0,75;

D - коефіцієнт поверховості (при забудові в 5-7 поверхів дорівнює 0,8; до 12 поверхів - 0,7);

Z - параметр віддаленості краю тротуару від середини смуг змішаного руху по магістралі, що дорівнює 1,0 на середині проїзної частини, 0,9-0,8 при віддаленості до 5 м (1-2 смуги руху в одному напрямку); 0,7-0,5 при віддаленості від 5 до Юм (2-3 смуги руху); 0,4 - від 10 до 30 м (3-4 смуги руху);

Δ_{zn} - частка зниження рівня загазованості зеленими насадженнями. При ширині смуги посадок в 5 м, 10 м, 20 м зниження рівня загазованості становить відповідно 0,24, 0,57 і 0,65 (у зимовий період захисні властивості знижуються, значення $\Delta_{зк}$ рекомендується зменшувати в 3-4 рази).

Тоді коефіцієнт, що враховує екологічність перевезень на маршруті буде виглядати наступним чином:

$$K_{ек} = \frac{Q_{доп}}{G_M} \quad (2.17)$$

Однак може скластися думка, що при застосуванні електротранспорту можна домогтися співвідношення $K_{ек} = 1$, тому що відсутні викиди забруднюючих речовин в атмосферу. Але це не так. Електротранспорт є джерелом значних електромагнітних випромінювань і коливань низької і високої частоти, що впливають на організм людини.

Механізм цього впливу полягає в тому, що в електричному полі атоми і молекули, з яких складається людське тіло, поляризуються, а полярні

молекули (наприклад, води), крім того, орієнтуються у напрямку поширення електромагнітного поля. В електролітах, якими є рідкі складові тканин, крові, міжклітинної рідини і т.п., після додатка зовнішнього поля з'являються іонні струми.

Вони безпосередньо впливають на нервову систему, змінюють орієнтацію клітин або ланцюгів молекул відповідно до напрямку силових ліній електричного поля, біохімічну активність білкових молекул і склад крові. Спостерігаються зміни вуглеводневого, білкового і мінерального обміну речовин. Однак ці зміни носять функціональний, оборотний характер; досить припинити опромінення неприпустимого рівня - і хворобливі явища зникають [82,107].

Крім того, потрібно звернути увагу на той факт, що виробництво електричної енергії відбувається в іншому місці, з екологічними втратами. Отже, доречно говорити про відкладену екологічну безпеку, тобто забруднення навколишнього середовища в іншому місці.

Коефіцієнт, що враховує небезпеку дорожнього руху визначаємо, спираючись на методику, описану в роботі [56]. Сутність її полягає в оцінці небезпеки перетинів за допомогою відносних коефіцієнтів небезпеки руху (злиття, відгалуження і перетин) (див. формулу 1.9). При максимальній небезпеки вузла ($m > 150$), він буде характеризуватися наступним коефіцієнтом:

$$K'_{60} = \frac{150}{m'}, \quad (2.18)$$

де m' -небезпека вузла, якій оцінюється, визначається за формулою (1.9).

Однак для оцінки безпеки дорожнього руху на маршруті доцільно ввести коефіцієнт, що враховує режими руху автомобіля, час роботи і умови навколишнього середовища:

$$K_{\text{бд}}'' = \frac{\sum_1^n (m_{ci} + m_{di}) \cdot \frac{P_{\text{нерег}}}{P_{\text{заг}}} \cdot \frac{Ч_{\text{реал}}}{Ч_{\text{норм}}} \cdot K \cdot \Pi}{N_a \cdot l_M} \quad (2.19)$$

де m_{ci} - ступінь небезпеки і-го перетину;

m_{di} - ступінь небезпеки в русі (в залежності від кількості скоєних перебудувань) до і-го перетину;

$P_{\text{нерег}}$ - число нерегульованих перехресть;

$P_{\text{заг}}$ - загальне число перетинів;

$Ч_{\text{реал}}$ - реальний час роботи водія на лінії;

$Ч_{\text{норм}}$ - час роботи водія на лінії за нормативом;

N_a - інтенсивність руху автомобілів;

l_M - довжина маршруту;

K - коефіцієнт, що характеризує завадонасиченість маршруту.

Розглядаючи зупинний пункт (який за певних умов стає терміналом), можна з упевненістю сказати, що термінал - це складна система масового обслуговування, так званий «чорний ящик з великою кількістю вхідної інформації і наявністю факторів, що обурюють. Виходом же системи є судження про оптимальність наявної структури транспорту (рис. 2.7).

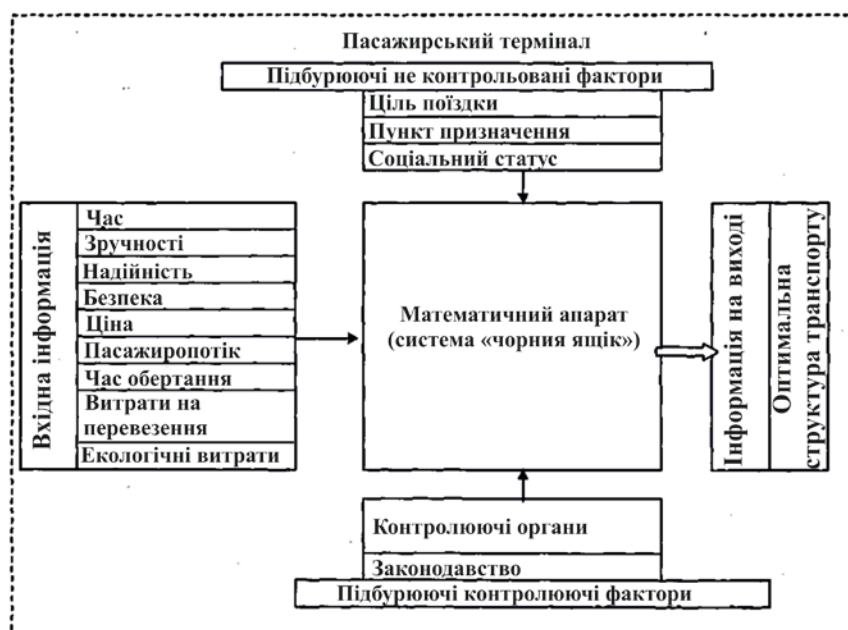


Рис. 2.7. Зупинний пункт, як система «чорний ящик»

2.3. Моделювання дорожньо-кліматичних умов експлуатації автомобіля.

Для визначення функції швидкості повідомлення, як однієї зі складових коефіцієнта складності маршруту, а як наслідок і функції витрати палива необхідно розглянути дорожньо-кліматичні умови експлуатації автомобіля.

Для дослідження процесу руху автомобіля необхідно в системі водій-автомобіль-дорога-середовище, кожен з підсистем, розглядати як самостійну систему, а також визначити умови їх взаємодії. Однак, підходи до створення даної системи і зв'язків всередині її, в залежності від поставлених завдань, різні.

Так, Гришкевич А.І. [34], у своїй роботі, враховує характеристики дорожніх умов, що визначаються макропрофілем, коефіцієнтом зчеплення, рівністю покриття, звивистістю траси, шириною проїжджої частини дороги, інтенсивністю руху і обмеженням швидкостей, зумовленими регулюванням руху і наявністю на дорогах перешкод різного роду. В цілому, оцінка зводиться до двох випадкових процесів, що описують зміну ухилів і максимально допустимої швидкості руху в функції шляху. Процеси можуть генеруватися як випадкові сигнали із заданими імовірнісними характеристиками або являти собою конкретні функціональні залежності.

При цьому, за експериментальними даними [9], отриманими для автомобілів різних типів (вантажні, легкові, автобуси), встановлено, що для магістральних, гірських і міських умов експлуатації закони розподілу ухилів поздовжнього профілю доріг і швидкостей руху близькі до нормального і мають наступні характеристики : математичне очікування синуса кута нахилу поздовжнього профілю дорівнює нулю; дисперсія (%) ухилу поздовжнього профілю дорівнює 3,68 для магістральних і 3,88 для міських доріг; середня швидкість руху автомобілів укладається в довірчі інтервали.

В роботі А.Ф. Нефедова і Л.Н. Височина [78] наводяться результати статистичної обробки та аналізу поздовжнього профілю і плану вулиць, по

яких проходять автобусні маршрути.

Розрахунки руху і визначення експлуатаційних показників роботи автомобілів виробляються для конкретних доріг і маршрутів, які мають тільки їм властивим індивідуальними особливостями. Для того щоб можна було кількісно характеризувати і порівнювати між собою конкретні дороги, необхідно вміти кількісно оцінювати умови руху, класифікувати і типізувати дороги. Тому одні автори [33, 66, 81] намагаються створити більш повні (по числу чинників, що враховуються) класифікації дорожніх умов. Інші [78, 85] ведуть пошуки вимірників для кількісної оцінки якості доріг. Так, в роботі А.Ф. Нефедова, в основу оцінки пересіченій поздовжнього профілю належить математичне очікування ухилу, при цьому підйоми і спуски враховуються окремо:

$$P = \bar{\alpha}_n \left(1 + \frac{l_{cp.n}}{l_{cp.n} + \frac{d}{\alpha'_{cp.n}} - b} \right) + \bar{\alpha}_{cn} \cdot \frac{l_{cp.cn}}{l_{cp.cn} + \frac{c}{\alpha'_{cp.cn}} - d}, \quad (2.20)$$

де P - вимірювач пересіченого поздовжнього профілю;

α_n і α_{cn} - математичне очікування кута підйому і спуску;

$\alpha'_{cp.n}$ і $\alpha'_{cp.cn}$ - середній кут підйому і спуску;

$l_{cp.n}$ і $l_{cp.cn}$ - середня довжина підйому і спуску;

a , b , c , d - постійні, що враховують вплив довжини підйомів і спусків.

Він же, спираючись на роботи [48, 103] пропонує скорегувати вимірювач звивистості і завадонасиченість дороги в плані:

$$K = \alpha_{нов.уд} \cdot \frac{\sqrt{\rho_0} - \sqrt{\bar{\rho}}}{\sqrt{\rho_0}}, \quad (2.21)$$

де K - показник звивистості;

$\alpha_{нов.уд}$ - питомих кут повороту;

ρ_0 - радіус, при якому швидкість не знижується;

ρ - математичне очікування радіусу повороту.

В роботі А.Г. Рабина [85] за результатами натурних випробувань представлений комплексний вимірювач складності, що дозволяє оптимізувати конструкцію автомобіля в залежності від умов експлуатації:

$$I_{np} = \frac{\sum_1^{m_1} \left[\left(\sum_1^k H_{ni} \right)^a \cdot \left(\sum_1^k l_{ni} \right)^b \right] - \sum_1^{m_2} \left[\left(\sum_1^n H_{cj} \right)^c \cdot \left(\sum_1^n l_{cj} \right)^d \right]}{S_n}, \quad (2.22)$$

де m_1, m_2 - число інтегральних підйомів і спусків на маршруті руху;

H_{ni}, H_{cj} - перепад висот і-го підйому j-го спуску;

l_{ni}, l_{cj} - довжина і-го підйому і j-го спуску;

k, n - число, що слідує один за одним ухилів одного знаку;

a, b, c, d - статечні постійні, відносного впливу геометричних розмірів ухилів на продуктивність і економічність автомобіля.

Основні принципи класифікації зовнішніх факторів, що впливають на автомобіль в експлуатаційних умовах, викладені в роботах А.Н. Островцева [80, 81]. Всі фактори зовнішнього середовища розбиті на дві групи: дорожні і атмосферно-кліматичні. Найбільший вплив на експлуатаційні якості автомобіля надають дорожні чинники.

Визначення характеристик маршруту можливо двома шляхами. Перший шлях полягає в описі конкретного маршруту руху автобуса з розбивкою його по ділянках і введення характеристик маршруту ЕОМ в якості вихідних даних. Цей спосіб найбільш точний, але застосування його досить обмежена, через складність визначення вихідних даних.

Другий шлях пов'язаний з моделюванням на ЕОМ конкретних реалізацій випадкового процесу по заданих статистичних характеристиках маршрутів. Випадкові реалізації маршруту генеруються на ЕОМ виходячи з умов стаціонарності даного процесу.

При цьому довжини перегонів між зупинками на маршруті підкоряються нормальному закону, отриманого після обробки даних по ряду автобусних маршрутів міст Київ, Бориспіль, Користень та Львів [78,101]:

$$l'_m = \lg(l_m), \quad (2.23)$$

де l_m - довжина перегону між зупинками, м;

l'_m - перетворена величина.

Далі визначається кількість поворотів і світлофорів і розташування їх по довжині маршруту. Ймовірність затримки і тривалість зупинки у світлофора визначаються за формулами, наведеними в

роботах $P_c = \frac{t_k + t_{ж} + 4,75}{t_{\text{ц}}}$; [76,78]: (2.25)

$$t_c = \frac{t_{\text{ц}} \cdot \left(1 - \frac{t_3}{t_k + t_{ж}}\right)^2}{2} \quad (2.24)$$

де P_3 - ймовірність зупинки у світлофора;

$t_{\text{до}}, t_{\text{ж}}, t_3$ - час включення, відповідно, червоною, жовтою і зеленою фаз світлофора, с;

$t_{\text{ц}}$ - час циклу, с;

t_3 - тривалість зупинки у світлофора, с.

За експериментальними даними [78] встановлено, що для міських умов експлуатації закони розподілу ухилів поздовжнього профілю доріг і швидкостей руху близькі до нормального, а математичне очікування синуса кута нахилу поздовжнього профілю дорівнює нулю.

Швидкість руху автомобіля на спуску за умовами безпеки обмежується в залежності від значення поздовжнього ухилу [83]:

$$V_{\text{сп}} = 11,4 - 29,32 \cdot i, \quad (2.26)$$

де V_{cn} - швидкість руху на спуску, м / с;
 i - позовжній ухил.

Автомобільні перевезення в місті здійснюються по дорогах з асфальтобетонним покриттям, стан покриття опосередковано враховується через значення швидкості руху транспортного засобу, а енергетичні втрати в підвісці автомобіля - через коефіцієнт опору коченню. При завданні коефіцієнта опору коченню враховується залежність його величини від швидкості руху [51]:

$$f = f_0 + K_f \cdot V^2, \quad (2.27)$$

де V - швидкість автомобіля;
 K_f - коефіцієнт опору повітря руху автомобіля;
 f_0 - коефіцієнт опору коченню при малій швидкості, визначається типом шини і станом покриття.

Хоча в роботі [33] рекомендується наступна формула для врахування впливу швидкості руху і нерівностей дороги:

$$f = f_0 + f_{дон}, \quad (2.28)$$

де f_0 - коефіцієнт, що враховує деформацію шин і дороги, тертя шин об покриття, а також в підшипниках маточин коліс (приймається рівним 0,014 - 0,016);

$f_{дон}$ - коефіцієнт, що враховує опір коченню, викликане дією горизонтальної сили при русі по нерівностях, опором амортизаторів і тертям в ресорах, а також опір деформації шин, і визначається за формулою:

$$f_{\text{дон}} = \psi_1 \cdot \frac{S_H^2 \cdot V}{G_a} + \psi_2 \cdot \frac{S_H}{G_a}, \quad (2.29)$$

де ψ_1, ψ_2 - постійні коефіцієнти;

S_H - сумарний прогин ресор на одиницю шляху, см / км;

V - швидкість руху, км / год.

При моделюванні дорожніх умов маршрут характеризується швидкістю повідомлення, поздовжнім ухилом, завадонасиченістю, інтенсивністю руху, кількістю вповільнень на один кілометр шляху і завантаженням автомобіля.

2.4. Алгоритм визначення необхідної кількості рухомого складу.

Для прогнозування необхідних типів рухомого складу і їх кількості на маршруті для виконання заданих обсягів перевезень можна запропонувати наступний алгоритм (рис. 2.8).

Для реалізації запропонованого алгоритму необхідно:

1. Поставити вихідні дані: кількість вповільнень на один кілометр шляху; завантаження транспортного засобу; дисперсія ухилу поздовжнього профілю; завадонасиченість маршруту; інтенсивність руху; число транспортних засобів на маршруті.
2. Проаналізувати за картограми міста наявну маршрутну мережу і визначити центри тяжіння населення. Це можуть бути як райони, культурно-побутові центри, ринки і т.д.
3. Визначити для кожного центру тяжіння способи доставки пасажирів, кількість зроблених ними пересадок і т.д.
4. Для кожного району і способу доставки визначити показники якості доставки пасажирів з використанням різних видів транспорту (тролейбуса, маршрутного таксі, автобуса і т.д.) за наступними

складовими: тимчасові витрати; зручність поїздки; надійність обслуговування; безпеку руху; ціна за проїзд.

Природно, що вищевказані фактори необхідно розглядати для різних груп населення, тому що для пенсіонера і працюючої людини ранжування даних чинників буде різним. Оцінити важливість кожного з факторів для різних груп населення можливі лише за допомогою методу експертних оцінок.

5. Для кожної категорії пасажирів визначити споживчу цінність перевезення, або конкурентоспроможність кожного з видів транспорту. Для цього необхідно скористатися ваговими параметрами факторів переваги, представлених у вигляді таблиці (табл. 2.3), в якій наведені показники, що впливають на ефективність транспортного процесу (час, ціна, зручність, надійність і безпеку), соціальна група респондента, параметри переваги по кожному з видів транспорту.

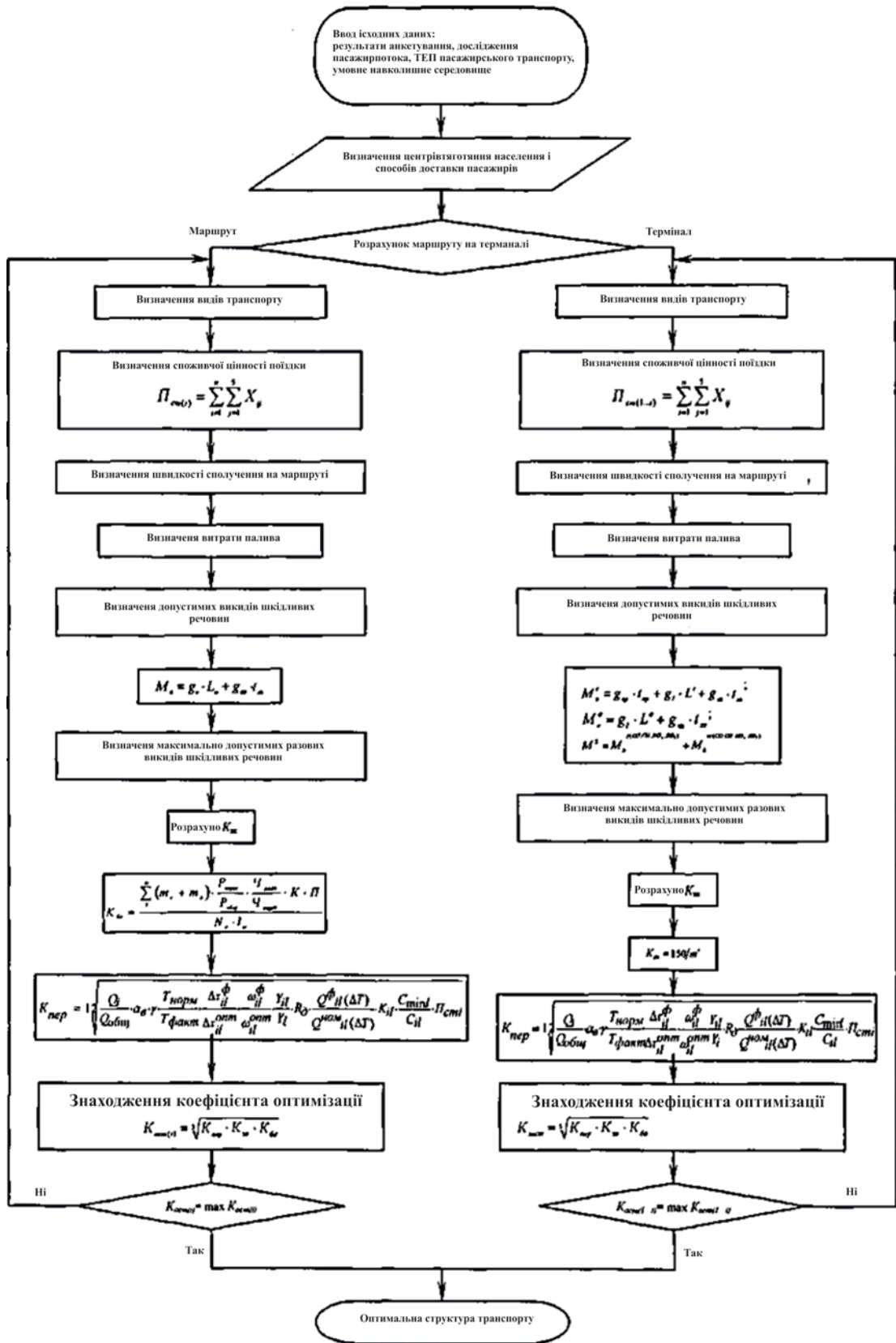


Рис. 2.8. Алгоритм визначення оптимальної структури рухомого складу

Таблиця 2.3

Показники переваг пасажирів за видами транспорту

Показник	1-я група респондентів			...	і-я група респондентів		
	Авто бус	Марш. таксі	Тро лейбус	...	Авто бус	Марш. таксі	Тро лейбус
Час	X ₁₁	Y ₁₁	Z ₁₁	...	X _{1i}	Y _{1i}	Z _{1i}
Ціна	X ₂₁	Y ₂₁	Z ₂₁	...	X _{2i}	Y _{2i}	Z _{2i}
Зручність	X ₃₁	Y ₃₁	Z ₃₁	...	X _{3i}	Y _{3i}	Z _{3i}
Надійність	X ₄₁	Y ₄₁	Z ₄₁	...	X _{4i}	Y _{4i}	Z _{4i}
Безпека	X ₅₁	Y ₅₁	Z ₅₁	...	X _{5i}	Y _{5i}	Z _{5i}

Методика складання таблиці переваги наступні: респонденту пропонується проранжувати параметри по кожному з видів транспорту в порядку важливості на його погляд. Потім підсумовуються всі переваги за такими чинниками по кожній групі респондентів по кожному з видів транспорту. В кінцевому підсумку знаходяться відносні вагові параметри кожного з факторів для кожної групи респондентів по кожному з видів транспорту.

Розрахунок споживчої вартості з цікавого виду транспорту ведеться наступним чином:

$$P_{cmi} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^5 X_{ij} \cdot \quad (2.30)$$

В даному випадку, розраховується споживча вартість поїздки пасажира на *i*-му транспорті для першої групи респондентів. Аналогічно ведуться розрахунки для кожного з видів транспорту по всім іншим групам респондентів.

Потім, за формулою (2.6) знаходиться коефіцієнт, що враховує рівень транспортного обслуговування населення.

6. Визначити швидкість повідомлення на маршруті.

7. Знаючи тип і марку рухомого складу, а також швидкість повідомлення за формулами (2.9) - (2.16) визначити витрати палива

автомобілем, масові викиди шкідливих речовин, гранично допустимі викиди шкідливих речовин і максимально допустимий викид забруднюючих речовин.

За формулою (2.17) визначити коефіцієнт екологічності перевезень.

8. Розрахувати ступінь небезпеки даного маршруту / транспортного вузла, спираючись на методику, запропоновану Клинковштейн Г.А. [56], і потім, використовуючи формули (2.18) і (2.19) визначити коефіцієнт безпеки перевезень, відповідно при розрахунку терміналу або маршруту.
9. Спираючись на дані, отримані в пунктах 5-8 розрахувати необхідну структуру транспорту.
10. Перевірити отриману структуру згідно критеріїв задоволеності населення в транспортному обслуговуванні, екологічної складової та критерію небезпеки перетинів на даному маршруті / транспортному вузлі.
11. За висловом (2.8) знайти коефіцієнт оптимізації структури транспорту.
12. Виконати перевірку на оптимальність:

$$K_{\text{ост } ij} = \max K_{\text{ост } ij} \quad (2.31)$$

де i - респондентська група;

j - вид транспорту.

13. Ґрунтуючись на цій інформації, спроектувати структуру транспорту на маршруті.

Висновки до розділу.

1. Розроблено методику оптимізації структури міського транспорту, в системі індивід - оператор ринку транспортних послуг - суспільство в цілому, що містить ряд нових положень і базується на запропонованому критерії, що враховують задоволеність попиту на перевезення, екологічність перевезень та безпека дорожнього руху.
2. Запропонована методика дозволяє оцінювати оптимальність структури транспорту, що обслуговує існуючу транспортну мережу, вибирати раціональні види рухомого складу і їх кількість при новому проектуванні та модернізації останньої.
3. Задоволеність попиту на перевезення пропонується оцінювати за допомогою показника рівня пасажирського сервісу доповненого такими складовими, як розподіл пасажиропотоків за видами транспорту, коефіцієнт випуску автомобілів на лінію, регулярність руху, споживча вартість поїздки.
4. Комфортність переміщення пасажирів в маршрутних таксі додатково пропонується розглядати як сукупність факторів, що відображають розташування місць для сидіння і шум прискорення.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ.

Для того щоб визначити оптимальну структуру рухомого складу для будь-якої точки УДС необхідно зібрати масив даних, який забезпечить функціонування алгоритму, запропонованого у другому розділі.

Таким масивом даних будуть:

- початкові умови для роботи пасажирського терміналу;
- дорожньо-кліматичні умови експлуатації автомобіля;
- результати анкетування пасажирів;
- результати натурного обстеження пасажиропотоків;
- функція залежності швидкості повідомлення від факторів, що впливають на безпеку дорожнього руху;
- функція залежності витрати палива від швидкості повідомлення і коефіцієнта складності маршруту;
- питомі викиди шкідливих речовин (на основі функції витрати палива);
- гранично допустимі викиди шкідливих речовин;
- фактори, що впливають на організацію і безпеку дорожнього руху в пасажирському терміналі.

3.1. Визначення законів розподілу транспортного процесу.

Знання закономірності явищ дозволяє дати прогноз розглянутого явища і на основі цього заздалегідь ввести необхідні поправки, тобто оптимізувати перебіг процесу. Закони розподілу відображають фізичну сутність даних явищ.

Елементами транспортного процесу є час обороту і час простою на кінцевій зупинці. Значення цих величин можуть змінюватися в залежності від дорожніх умов, пасажіронапруженості, дисципліни водіїв і т.п. У зв'язку

з цим змінюється і час поїздки пасажира.

Для визначення законів розподілу транспортного процесу були проведені обстеження на терміналі «Річковий вокзал» м. Київ і на ряді маршрутів м. Бориспіль Київської області.

Термінал «Річковий вокзал» обслуговують автобус №23, тролейбус №67 і ряд маршрутних таксі. Детальний опис терміналу дано в розділі 4.

Результати обстеження зведені в таблиці.

Для дослідження часу обороту автобуса №23 було зафіксовано $N = 50$ спостережень, максимальне значення дорівнює 87 хв., Мінімальне - 59 хв.

Таблиця 3.1

Статистична обробка експериментальних даних – часу обороту автобуса

№	t_{ci} хв.	M_i^*	P_i^*	$y = \ln t_i$	$p^*_{i'} y_i$	$p^*_{i'} y_i^2$	p_{iyc}	p_{iicnp}	m_i	$(m^*_{i'} - m_i)^2 / m_i$
1	59	7	0,14	4,078	0,571	2,328	0,114	0,133	6,65	0,01
2	63	10	0,20	4,143	0,829	3,433	0,151	0,176	8,80	0,16
3	67	12	0,24	4,205	1,009	4,244	0,166	0,193	9,65	0,57
4	71	9	0,18	4,263	0,767	3,271	0,148	0,172	8,60	0,02
5	75	7	0,14	4,317	0,518	2,236	0,119	0,139	6,95	0,01
6	79	3	0,06	4,369	0,350	1,527	0,080	0,093	4,65	0,58
7	83	1	0,02	4,419	0,088	0,391	0,052	0,061	3,05	1,38
8	87	1	0,02	4,466	0,089	0,399	0,029	0,033	1,65	0,25
Σ		50	1,00		4,221	17,829	0,859	1,00	50	2,98

Таблиця 3.2

γ_i	57	61	65	69	73	77	81	85	89
$\ln \gamma_i$	4,043	4,111	4,174	4,234	4,290	4,344	4,394	4,443	4,489
z_i	-1,230	-0,775	-0,315	0,105	0,497	0,874	1,224	1,566	1,888
$\Phi(z_i)$	-0,389	-0,275	-0,124	0,042	0,190	0,309	0,380	0,441	0,47
P_{iyc}	114	0,151	0,166	0,148	0,119	0,080	0,052	0,029	

Параметри розподілу досвідчених даних:

$$M(t) = 69,9 \text{ хв.}; \sigma(t) = 8,044; \nu = 0,115.$$

Параметри теоретичного розподілу:

$$M(\ln t) = 4,221; D(\ln t) = 0,001216; \sigma(\ln t) = 0,1114; t_{06} = 68,9 \text{ хв.}$$

Перевіряємо правдоподібність гіпотези за критерієм Пірсона. Для розглянутого прикладу число ступенів свободи $h = n - s = 8 - 3 = 5$.

$$p(\chi^2; k) = p(2,98; 5) = 0,705 > 0,05.$$

Отже, за критерієм Пірсона гіпотеза про приналежність до логарифмічно нормального закону підтверджується.

Аналогічним чином ведуться розрахунки для визначення закону розподілу часу обороту тролейбуса №67, максимальне значення становило 43 хв., мінімальне - 32 хв. Результати розрахунків зведені в табл. 3.3 і 3.4.

Таблиця 3.3

Статистична обробка експериментальних даних - часу обороту
тролейбуса

№	t_{ci} хв.	M_i^*	P_i^*	$y = \ln t_i$	$p^* \cdot y_i$	$p^* \cdot y_i^2$	p_{iyc}	p_{iicnp}	m_i	$(m_i^* - m_i)^2 / m_i$
1	32	4	0,02	3,466	0,069	0,240	0,087	0,90	4,50	2,72
2	34	14	0,28	3,526	0,687	3,481	0,228	0,235	11,75	0,43
3	36	21	0,42	3,584	1,505	5,395	0,298	0,307	15,35	2,08
4	38	9	0,18	3,638	0,655	2,382	0,223	0,229	11,45	0,52
5	38	4	0,08	3,689	0,295	1,089	0,104	0,107	5,35	0,34
6	42	1	0,02	3,738	0,075	0,279	0,032	0,033	1,65	0,26
Σ		50	1,00		3,586	12,867	0,972	1,00	50	6,35

Таблиця 3.4

γ_i	31	33	35	37	39	41	43
$\ln \gamma_i$	3,434	3,495	3,555	3,611	3,664	3,714	3,761
Z_i	-2,081	-1,247	-0,428	0,337	1,061	1,745	2,387
$\Phi(z_i)$	-0,481	-0,394	-0,166	0,132	0,355	0,459	0,491
P_{iyc}	0,087	0,288	0,298	0,223	0,104	0,032	

Параметри розподілу досвідчених даних:

$$M(t) = 36,7 \text{ хв.}; \sigma(t) = 2,037; \nu = 0,056.$$

Параметри теоретичного розподілу:

$$M(\ln t) = 3,586; D(\ln t) = 0,00525; \sigma(\ln t) = 0,0732; t_{06} = 36,1 \text{ хв.}$$

Перевіряємо правдоподібність гіпотези за критерієм Пірсона. Для розглянутого прикладу число ступенів свободи $k = n - s = 6 - 3 = 3$.

$$p(\chi^2; k) = p(6.35; 3) = 0,097 > 0,05.$$

Отже, за критерієм Пірсона гіпотеза про приналежність до логарифмічно нормального закону підтверджується.

Для дослідження часу обороту маршрутних таксі було отримано 50 спостережень, максимальне значення становило 79 хв., мінімальне - 53 хв. Розрахунки зведені в табл. 3.5 і табл. 3.6.

Таблиця 3.5

Статистична обробка експериментальних даних - часу обороту
маршрутного таксі

№	t_{ci} хв.	m_i^*	P_i^*	$y = \ln t_i$	$p_{ir}^* y_i$	$p_{ir}^* y_i^2$	$p_{уyc}$	P_{iicnp}	m_i	$(m_i^* - m_i)^2 / m_i$
1	53	8	0,16	3,970	0,635	2,522	0,118	0,138	6,90	0,16
2	57	10	0,20	4,043	0,809	3,269	0,162	0,190	9,50	0,02
3	61	12	0,24	4,110	0,986	4,054	0,173	0,203	10,15	0,34
4	65	9	0,18	4,174	0,751	3,136	0,156	0,183	9,15	0,01
5	69	4	0,08	4,234	0,339	1,434	0,118	0,138	6,90	1,21
6	73	3	0,06	4,290	0,257	1,104	0,078	0,092	4,60	0,55
7	77	4	0,08	4,344	0,347	1,510	0,047	0,055	2,75	0,56
Σ		50	1,00		4,124	17,029	0,852	1,00	50	2,85

Таблиця 3.6

γ_i	51	55	59	63	67	71	75	79
$\ln \gamma_i$	3,932	4,007	4,078	4,143	4,205	4,263	4,317	4,369
Z_i	-1,293	-0,788	-0,310	0,128	0,545	0,936	1,300	1,650
$\Phi(z_i)$	-0,402	-0,284	-0,122	0,051	0,207	0,325	0,403	0,450
P_{iyc}	0,118	0,162	0,173	0,156	0,118	0,078	0,047	

Параметри розподілу досвідчених даних:

$$M(t) = 62,7 \text{ хв.}; \sigma(t) = 6,215; v = 0,099.$$

Параметри теоретичного розподілу:

$$M(1nt) = 4,124; D(1nt) = 0,0216; \sigma(1nt) = 0,1425; t_{про} = 61,8 \text{ хв.}$$

Перевіряємо правдоподібність гіпотези за критерієм Пірсона. Для розглянутого прикладу число ступенів свободи $k = n - s = 7 - 3 = 4$.

$$p(\chi^2; k) = p(2,85; 4) = 0,597 > 0,05.$$

Отже, за критерієм Пірсона гіпотеза про приналежність до логарифмічно нормального закону підтверджується.

Час обороту визначається великим числом різних обставин, не пов'язаних між собою: швидкістю руху, часом простою на проміжних і кінцевих зупинках, числом зупинок. Як відомо, швидкість руху підпорядковується нормальному закону. Однак, для часу обороту в даному прикладі отриманий логарифмічно нормальний закон. Він має місце тоді, коли не сама випадкова величина, а її логарифм розподілений за законом Гаусса. Відмітною ознакою логарифмічно нормального закону є те, що його крива розподілу має дуже круту ліву і пологі праву гілку, великі значення часу обороту зустрічаються рідше.

Автобус і троллейбус рухаються за розкладом. Середнє квадратичне відхилення показує розкид випадкових величин навколо середнього значення, і тому по ньому можна судити про регулярність руху транспорту.

Так, найбільшою регулярністю володіє вид транспорту - тролейбус, розкид часу якого виявився мінімальним. Значення ж часу обороту автобуса варіюється в великих межах, що вказує на відхилення в розкладі.

Час простою тролейбуса на кінцевій зупинці також підпорядковується логарифмічно нормальному закону. Було зафіксовано $N = 50$ спостережень, максимальне значення становило 11 хв., мінімальне - 2 хв. Розрахунки показані в 3.7 і табл. 3.8.

Параметри розподілу досвідчених даних:

$$M(t) = 5,02 \text{ хв.}; \sigma(t) = 2,035, v = 0,405.$$

Параметри теоретичного розподілу:

$$M(\ln t) = 1,45; D(\ln t) = 0,232; \sigma(\ln t) = 0,487; t_{ok} = 4,26 \text{ хв.}$$

Таблиця 3.7

Статистична обробка експериментальних даних - часу простою тролейбусів на кінцевій зупинці

№	t_{ci} , хв.	m_i^*	P_i^*	$y = \ln t_i$	$p_i^* \cdot y_i$	$p_i^* \cdot y_i^2$	P_{iyc}	P_{iucnp}	m_i	$(m_i^* - m_i)^2 / m_i$
1	2	11	0,22	0,693	0,139	0,096	0,235	0,242	12,1	0,10
2	4	19	0,38	1,386	0,693	0,960	0,392	0,403	20,1	0,06
3	6	13	0,26	1,792	0,323	0,578	0,218	0,224	11,2	0,29
4	8	4	0,08	2,079	0,125	0,259	0,091	0,094	4,7	0,10
5	10	3	0,06	2,303	0,138	0,138	0,037	0,038	1,9	0,64
Σ		50	1,00		1,45	2,335	0,973	1,0	50	1,19

Таблиця 3.8

γ_i	1	3	5	7	9	11
$\ln \gamma_i$	0	1,099	1,609	1,946	2,197	2,389
z_i	-2,98	-0,721	0,327	1,019	1,535	1,948
$\Phi(z_i)$	-0,499	-0,264	0,128	0,346	0,437	0,474
p_{iyc}		0,235	0,392	0,218	0,091	0,037

Перевіряємо правдоподібність гіпотези за критерієм Пірсона. Для розглянутого прикладу число ступенів свободи $k = n - 3 = 5 - 3 = 2$, $a = 0,05$.

$$p(\chi^2; k) = p(1,19; 2) = 0,56 > 0,05.$$

Отже, за критерієм Пірсона гіпотеза про приналежність до логарифмічно нормального закону підтверджується.

Для дослідження часу простою автобусів на кінцевій зупинці було зафіксовано $N = 50$ спостережень. Максимальне значення становить 18 хв., мінімальне - 1 хв. Частоти потрапляння в інтервали занесені в табл. 3.9.

Перевіримо гіпотезу про приналежність досвідчених даних до закону Ерланга. Параметри L і a виражаються залежностями:

$$\begin{cases} \frac{\alpha}{\lambda} = M(t); \\ \frac{\alpha}{\lambda^2} = D(t). \end{cases} \quad (3.1)$$

У даному прикладі $M(t) = 7,42$ хв., $D(t) = 13,16$. Вирішуючи систему рівнянь (3.1) отримуємо $a = 4,18$ і $\lambda = 0,564$. Округляємо $a \approx 4$, знаходимо

$$\lambda_k = \frac{\alpha}{M(t)} = \frac{4}{7,42} = 0,539. \quad (3.2)$$

Параметр k в такому випадку: $k = a - 1 = 3$, отже отримуємо закон Ерланга 3 порядку:

$$f(t) = \frac{\lambda \cdot (\lambda \cdot t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda t} = \frac{0,539 \cdot (0,539 \cdot t)^3}{3!} \cdot e^{-0,539t} \quad (3.3)$$

Формула теоретичних ймовірностей:

$$\psi(\gamma_i) = \frac{1}{6} \cdot e^{-\lambda \gamma_i} \cdot [(\lambda \cdot \gamma_i)^3 + 3 \cdot (\lambda \cdot \gamma_i)^2 + 6 \cdot (\lambda \cdot \gamma_i) + 6] \quad (3.4)$$

значення функції $\psi(\gamma_i)$ вносимо в таблицю 3.10.

Таблиця 3.9

Статистична обробка експериментальних даних - часу простою автобусів на кінцевій зупинці

№	$t_{ci, хв.}$	m_i^*	p_i^*	p_i	m_i	$(m^*-m_i)^2 / m_i$
1	1,5	6	0,12	0,110	5,50	0,04
2	4,5	15	0,30	0,321	16,05	0,02
3	7,5	13	0,26	0,305	15,25	0,33
4	10,5	13	0,26	0,191	9,55	1,25
5	13,5	1	0,02	0,077	3,85	2,10
6	16,5	2	0,04	0,022	1,10	0,73
Σ		50	1,00	1,000	50,00	4,47

Таблиця 3.10

γ_i	0	3	6	9	12	15	18
$\psi(\gamma_i)$	1,0	0,890	0,599	0,294	0,103	0,026	0,004
p_i	0,110	0,321	0,305	0,191	0,077	0,022	

Перевіряємо правдоподібність гіпотези за критерієм Пірсона. Для даного прикладу число ступенів свободи $k = n - s = 6 - 3 = 3$, $\alpha = 0,05$.

$$p(\chi^2; k) = P(4,47; 3) = 0,216 > 0,05.$$

Гіпотеза про приналежність досвідчених даних до закону Ерланга 3 роду підтверджується.

Час простою маршрутних таксі на кінцевій зупинці підпорядковується показовому закону. Всього було зафіксовано $N = 50$ спостережень, максимальний час 28 хв., мінімальне - 1 хв.

Характеристики випадкової величини:

$$M(t) = 7,96 \text{ хв.}; D(t) = 42,04; \sigma(t) = 6,55; \nu = 0,82.$$

Інтенсивність надходження подій:

$$\mu = \frac{1}{M(t)} = \frac{1}{7,96} = 0,1256 \text{ мин}^{-1}. \quad (3.5)$$

Час простою описується законом:

$$f(t) = \mu \cdot e^{-\mu t} = 0,1256 \cdot e^{-0,1256t} \quad (3.6)$$

Результати розрахунків в таблиці 3.11 і 3.12.

Перевіряємо правдоподібність гіпотези за критерієм Пірсона. Для даного прикладу число ступенів свободи $k = n-2 = 7-2 = 5$, $\alpha = 0,05$.

$$p(\chi^2; k) = p(2,53; 5) = 0,86 > 0,05.$$

Гіпотеза про приналежність досвідчених даних до показового закону підтверджується.

Таблиця 3.11

Статистична обробка експериментальних даних - часу простою маршрутних таксі на кінцевій зупинці

№	$t_{ci, XB}$	m_i^*	p_i^*	$P_{i, теор}$	$P_{i, емп}$	m_i	$(m^* - m_i)^2 / m_i$
1	2	17	0,34	0,395	0,407	20,35	0,55
2	6	15	0,30	0,239	0,246	12,30	0,59
3	10	8	0,16	0,144	0,148	7,40	0,05
4	14	4	0,08	0,088	0,091	4,55	0,07
5	18	3	0,06	0,053	0,055	2,75	0,02
6	22	1	0,02	0,032	0,033	1,65	0,25
7	26	2	0,04	0,019	0,020	1,00	1,00
Σ		50	1,00	0,970	1,000	50,00	2,53

Таблиця 3.12

γ_i ,	0	4	8	12	16	20	24	28
$e^{-\mu \gamma_i}$	1,0	0,605	0,366	0,222	0,134	0,081	0,049	0,030
P_{iyc}	0,395	0,239	0,144	0,088	0,053	0,032	0,019	

Простий на кінцевих зупинках у маршрутних таксі підпорядковується показовому закону, і менші значення часу спостерігаються частіше. Це пов'язано з тим, що маршрутки не дотримуються розкладу і відправляються в рейс у міру заповнення салону, а випадки тривалого відстою пов'язані з очікуванням прибуття пароплава.

Автобус і тролейбус мають маршрутний розклад з нормуванням часу простою на кінцевому пункті. Розкид значень випадкових величин щодо середнього оцінює відхилення від розкладу під впливом різних факторів. Отримане середньоквадратичне відхилення часу простою автобусів більше, ніж у тролейбусів, і це говорить про меншу регулярність руху автобусів.

Аналогічна перевірка законів розподілу транспортного процесу для маршрутних таксі була проведена в м. Боріспіль і виявила, що час обороту маршрутних таксі і час простою на кінцевих зупинках підкоряються логарифмічному і показовому законам розподілу випадкової величини відповідно.

3.2. Експертна оцінка якості перевезень

З метою виявлення інтересів і переваг пасажирів були проведені анкетні опитування. Форма анкети, використаної при опитуванні пасажирів, представлена в таблиці 3.13. Опитування пасажирів проводився методом випадкового вибору респондентів. Результати анкетування зведені в табл. 3.13.

Пасажири, будучи споживачами транспортних послуг, відрізняються один від одного за потребами, можливостями. Це необхідно враховувати при організації роботи транспорту.

У структурі пасажиропотоку більше чверті пасажирів становлять люди

похилого віку старше 60 років. Для них дуже важливо, щоб транспорт ходив регулярно, з меншими інтервалами, можливо мінімальні втрати часу на очікування, а також можливість мати в салоні сидяче місце. Як правило, люди похилого віку мають пільги на проїзд, і тому користуються переважно громадським транспортом.

Приблизно 2/3 від загального пасажиропотоку становить працездатне населення, з них 44% - працюючі, 16% - учні. Ці категорії населення здійснюють трудові поїздки, створюючи години пік в будні дні. Це обумовлює підвищений інтерес до проблеми транспортного обслуговування в ці години. Особливу увагу необхідно приділяти скороченню витрат часу на поїздку і зниження наповнення транспортного засобу.

Більше половини від загального числа поїздок, що здійснюються через річковий порт в весняно-літній період, складають культурно-побутові поїздки. З огляду на особливості річкових маршрутів, можна сказати, що це в основному дачні поїздки, що здійснюються з важким багажем. У зв'язку з цим зростає потреба в транспортних послугах, пред'являються особливі вимоги до рухомого складу, зростає потреба в підвищенні регулярності руху транспорту.

Лише невелика частина пасажирів використовує при поїздки один вид транспорту, в основному використовується два, три або навіть чотири види, включаючи річковий. Це означає вчинення багатократності пересадок, втрати часу на очікування транспорту. Тому так важлива регулярність і узгодженість в роботі транспорту.

Час, що витрачається на поїздку, є одним з критеріїв оцінки якості транспортного обслуговування. У приміських перевезень, характерних для річкового порту, час на поїздку зазвичай більше, ніж у міських. Більше третини опитаних пасажирів витрачають на поїздку понад годину. Для підвищення якості обслуговування необхідно збільшувати швидкість повідомлення. Цього можна досягти підвищенням технічної швидкості, а також зниженням часу очікування транспорту (за рахунок зменшення

інтервалів руху).

Таблиця 3.13

Результати анкетування пасажирів в річковому порту

Питання		Варіанти відповідей	Структура пасажиропотоку,%
Ваша вікова категорія?		<16 років	3
		16-24	16
		24-40	22
		40-60	31>
		60	28
Чи працюєте Ви?		Працюючий	44
		Безробітний	8
		Учень	16
		Пенсіонер	32
Мета Вашої поїздки?		Трудова	22
		Культурно-побутова	65
		Ділова	7
Які види транспорту Ви використовуєте?		Автобус	14
		Тролейбус	22
		Трамвай	4
		Маршрутне таксі	18
		Пароплав	42
Кількість використовуваних видів транспорту		1	13
		2	56
		3	28
		4	3
Тривалість, що витрачається на поїздку		<20 хв.	3
		20-40	25
		40-60	38>
		60	34
Кінцевий пункт поїздки	Містом	Оболонський р-н	1
		Святошинський р-н	13
		Деснянський р-н	46
		Солом'янський р-н	24
		Подільський р-н	12
		Деснянський р-н	4
		Троєщина	12
		Позняки	22

Закінчення табл. 3.13

Питання		Варіанти відповідей	Структура пасажиропотоку,%
	За містом	Ірпень	79
		Пуца водиця	29
		Вишгород	36
		Виноградарь	26

Лише невелика частина пасажирів використовує при поїздки один вид транспорту, в основному використовується два, три або навіть чотири види, включаючи річковий. Це означає вчинення багатократності пересадок, втрати часу на очікування транспорту. Тому так важлива регулярність і узгодженість в роботі транспорту.

Час, що витрачається на поїздку, є одним з критеріїв оцінки якості транспортного обслуговування. У приміських перевезень, характерних для річкового порту, час на поїздку зазвичай більше, ніж у міських. Більше третини опитаних пасажирів витрачають на поїздку понад годину. Для підвищення якості обслуговування необхідно збільшувати швидкість повідомлення. Цього можна досягти підвищенням технічної швидкості, а також зниженням часу очікування транспорту (за рахунок зменшення інтервалів руху).

Для виявлення переваг пасажирів було запропоновано 100 респондентам проранжувати в порядку важливості наступні чинники з різних видів транспорту: час; зручність; ціна; надійність; безпеку.

Результати обробки отриманих даних наведені в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14

Процентні переваги респондентів за видами транспорту

Вид транспорту	Процентний розподіл респондентів					РАЗОМ
	Час	Зручність	Ціна	Надійність	Безпека	
Автобус	12,4	16,3	35,2	15,6	20,5	100
Тролейбус	11,3	13,3	42,6	15,6	17,2	100
Маршрутні таксі	41,8	18,6	11,3	17,3	11,0	100

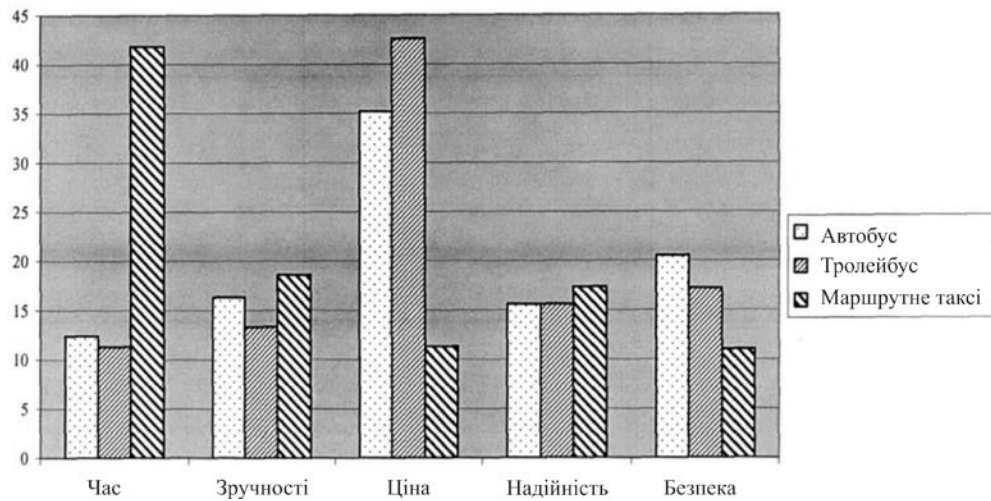


Рис. 3.1. Відсотковий розподіл переваг респондентів

Після обробки даних в табл. 3.14 отримані умовні коефіцієнти переваг пасажирів з урахуванням факторів, що визначають споживчу цінність поїздки, а саме:

- автобуси-0,31;
- маршрутні таксі-0,35;
- тролейбуси, трамваї - 0,34.

Велику роль при організації руху пасажирського транспорту грає нерівномірність розподілу пасажиропотоків у часі і по окремих ділянках маршрутів. Тому, для ефективного використання рухомого складу і забезпечення високого рівня обслуговування пасажирів необхідно знати напрямки, розміри та ступінь нерівномірності пасажиропотоків.

3.3. Результати натурного обстеження пасажиропотоків

Для визначення характеристик пасажиропотоків в роботі були проведені їх обстеження, за допомогою табличного методу.

Обстеження проводилося на кінцевих зупинках транспорту в річковому порту в весняно-літній період протягом двох тижнів з 7⁰⁰ до 19⁰⁰. При цьому фіксувалися такі дані: номер маршруту, номер транспортного засобу, час прибуття, відправлення і стоянки транспорту, а також кількість пасажирів що

вийшли і увійшли. Результати обстеження показані в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15

Таблиця обстеження пасажиропотоків

Дата 18.07.2016 День тижня - понеділок						
Номер маршруту	Номер автомобіля	Час			Пасажири	
		прибуття	відправлення	Стоянка, хв.	Прибуло, чол.	Вибуло, чол.
5	048	7 ⁰³	7 ⁰⁴	1	2	-
5	979	7 ⁰⁶	7 ⁰⁷	1	1	2
98	105	7 ¹⁰	7 ²²	12	1	2
5	653	7 ¹³	7 ²¹	8	2	7
5	181	7 ¹⁸	7 ²⁷	9	-	4
5	E572KA	7 ²⁴	7 ³³	9	2	2
5	E572KT	7 ³¹	7 ³⁷	6	5	3
98	445	7 ³⁵	7 ⁴⁰	5	-	3
5	328	7 ³⁷	7 ³⁸	1	3	8
23	0239	7 ⁴⁴	7 ⁵¹	7	2	30
5	261	7 ⁵⁰	7 ⁵¹	1	3	-
5	513	7 ⁵⁴	7 ⁵⁸	4	1	4
5	048	7 ⁵⁷	8 ⁰¹	4	2	2
...

Потім окремо по кожному маршруту підсумовувати кількість пасажирів що вийшли і увійшли за кожну годину. Для визначення коефіцієнта нерівномірності підраховувалася загальна кількість пасажирів за весь період (12 годин) ΣQ і середнє значення потужності пасажиропотоку $Q_{ср}$, як відношення сумарного числа пасажирів до розглянутого періоду часу.

В результаті обробки даних були отримані наступні значення величин пасажиропотоків за різними видами транспорту, представлені в табл. 3.16.

Таблиця 3.16

Розподіл пасажиропотоків за видами транспорту

Маршрут	Будні дні				Вихідні дні			
	Прибуло		Вибуло		Прибуло		Вибуло	
	чол.	%	Чол.	%	Чол.	%	Чол.	%
Тролейбус	973	19	1681	26	1685	20	1909	18
Автобус	61	1	583	9	54	1	581	5
Маршрутні таксі	422	8	665	10	584	7	933	9
Річковий транспорт	3660	72	3651	55	6296	72	7341	68
ВСЬОГО	5116	100	6580		8619		10764	100

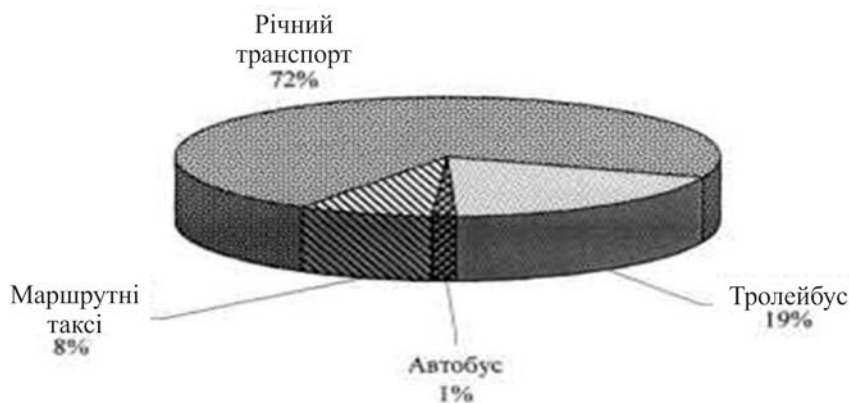


Рис. 3.2а. Розподіл пасажиропотоків за видами транспорту

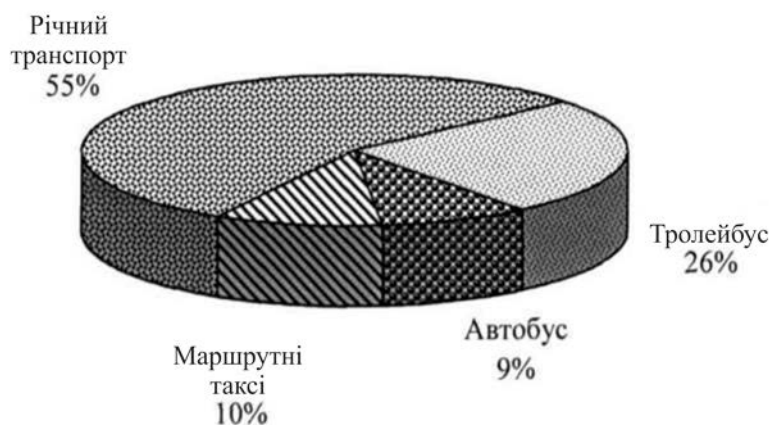


Рис. 3.2б. Розподіл пасажиропотоків за видами транспорту (будні дні, вибуло)

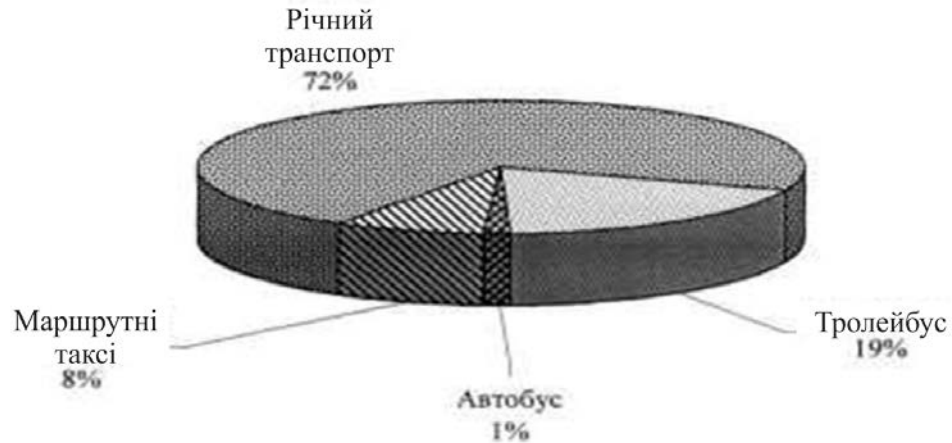


Рис. 3.3а. Розподіл пасажиропотоків за видами транспорту (вихідні дні, прибуло)

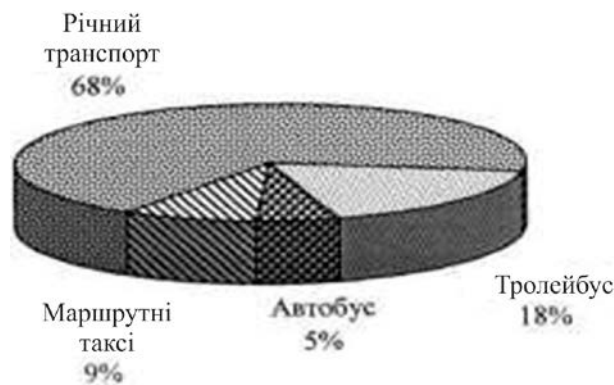


Рис. 3.3б. Розподіл пасажиропотоків за видами транспорту (вихідні дні, вибуло)

Як видно, характер розподілу пасажиропотоків за видами транспорту (маршрутами) однаковий як в будні, так і у вихідні дні.

Так як термінал «Річковий порт» обслуговує приміські маршрути, то обстеження пасажиропотоків проводилося по днях тижня по кожному маршруту окремо. Потім, отримані дані аналізувалися.

Зміна пасажиропотоків по днях тижня по всіх маршрутах міського транспорту, що обслуговує пересадочний пункт річкового порту показано в табл. 3.17.

Таблиця 3.17

Зміна пасажиропотоків по днях тижня

Вид транспорту		Дні тижня						
		Пн.	Вт.	Ср.	Чт.	Пт.	Сб.	Нд.
Тролейбус	Прибуло, чол.	763	1024	752	1722	681	1348	1536
	Вибуло, чол.	1821	1736	1722	1363	1395	1773	1926
Автобус	Прибуло, чол.	61	47	101	45	50	57	56
	Вибуло, чол.	572	484	696	485	474	518	580
Маршрутні таксі	Прибуло, чол.	323	287	368	322	428	527	512
	Вибуло, чол.	777	601	583	652	691	662	1086
Річковий транспорт	Прибуло, чол.	3660	3731	3324	3535	5261	6296	5941
	Вибуло, чол.	3651	3748	3401	3248	4289	7341	7484

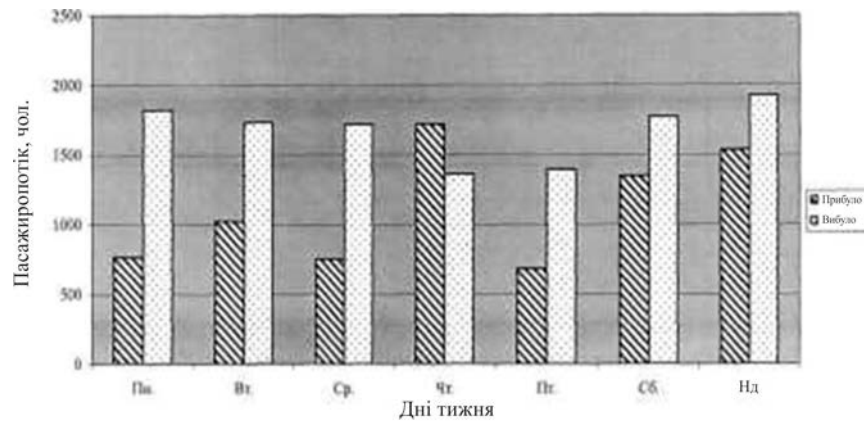


Рис. 3.4а. Зміна пасажиропотоків по днях тижня (тролейбус)

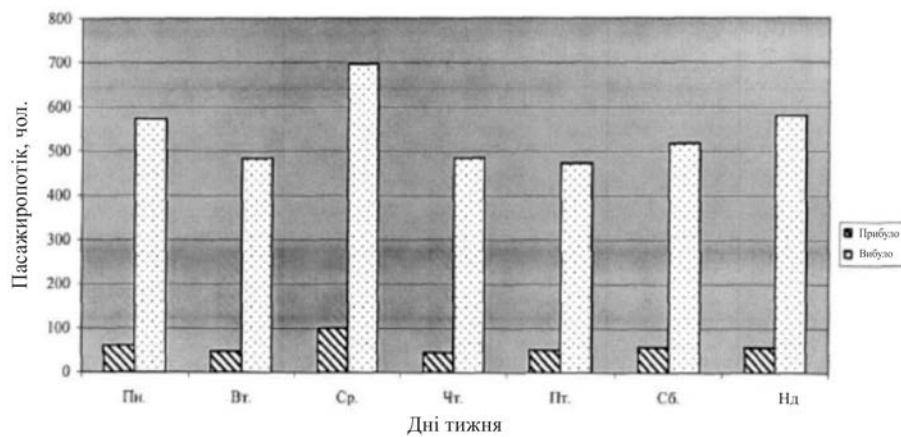


Рис. 3.4б. Зміна пасажиропотоків по днях тижня (автобус)

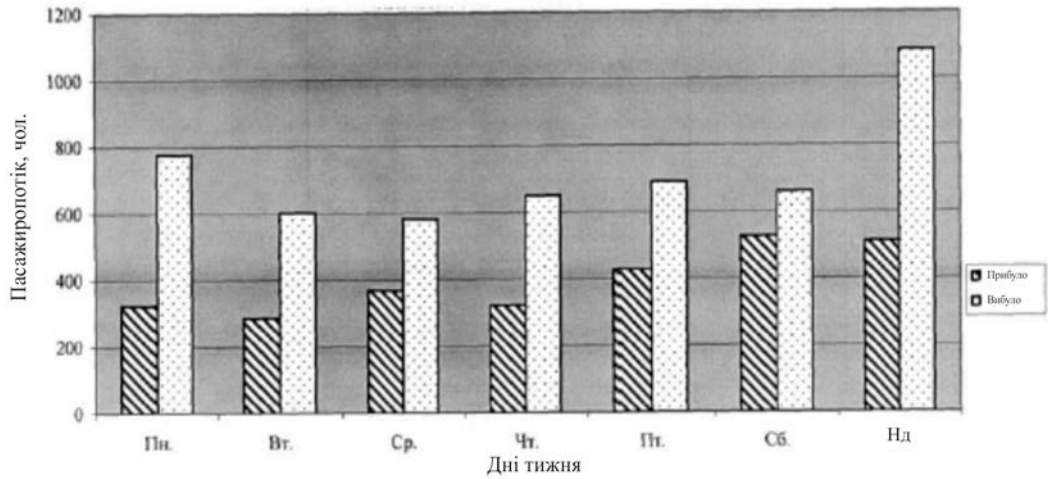


Рис. 3.4в. Зміна пасажиропотоків по днях тижня (маршрутні таксі)

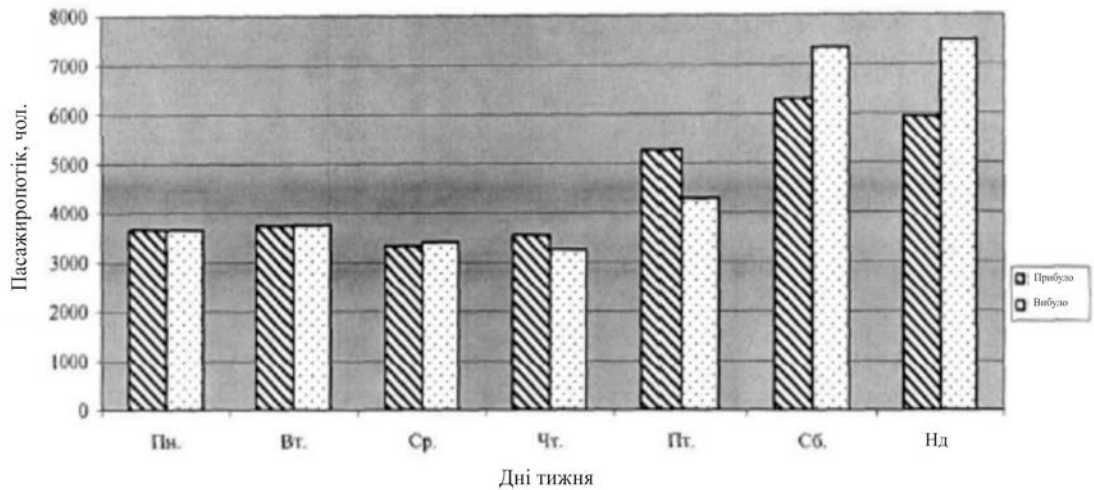


Рис. 3.4г. Зміна пасажиропотоків по днях тижня (річковий транспорт)

Крім того, був проведений аналіз обсягів перевезень пасажирів, які виконуються різними видами транспорту по годинах доби (табл. 3.18 і 3.19).

Таблиця 3.18

Години доби	Загальний пас. потік, чол.	Тролейбус		Автобус		Марш, таксі		Річковий транспорт	
		Чол.	%	Чол.	%	Чол.	%	Чол.	%
<i>Прибуло</i>									
7-8	633	116	18,3	8	1,3	26	4,1	483	76,3
8-9	616	120	19,5	10	1,6	39	4,7	567	74,2
9-10	480	84	17,5	8	1,7	37	7,7	435	73,1
10-11	289	69	23,9	5	1,7	36	12,8	248	61,6
11-12	237	59	24,9	3	1,3	36	15,6	139	58,2
12-13	228	56	24,6	2	1,0	36	16,1	134	58,3
13-14	315	79	25,0	4	1,3	33	11,2	199	62,5
14-15	332	83	25,0	2	0,6	35	11,4	212	63,0
15-16	425	90	21,2	3	0,7	44	10,6	288	67,5
16-17	377	70	18,6	5	1,3	42	11,7	260	68,4
17-18	425	75	17,6	6	1,4	42	10,9	302	70,1
18-19	504	72	14,3	5	1,0	34	7,1	393	77,5
<i>Вибуло</i>									
7-8	538	294	54,6	85	15,8	63	11,7	96	17,9
8-9	486	262	53,9	89	18,3	90	17,5	45	10,3
9-10	505	184	35,8	86	17,0	59	11,7	176	35,5
10-11	532	154	28,9	48	9,0	45	8,7	285	53,4
11-12	580	95	16,4	59	10,2	44	7,5	382	65,9
12-13	654	85	13,0	34	5,4	44	7,6	491	74,0
13-14	582	64	11,0	30	5,2	33	6,6	455	77,2
14-15	542	83	15,3	29	5,4	44	8,1	386	71,2
15-16	679	82	12,1	29	4,3	39	5,7	529	77,9
16-17	525	97	18,5	35	6,7	54	10,2	439	64,6
17-18	427	139	32,6	26	6,1	69	16,1	193	45,2
18-19	430	142	33,0	33	7,7	81	18,8	174	40,5

Таблиця 3.19

Обсяг перевезень по годинах доби в вихідні дні

Години доби	Загальний пас. потік, чол.	Тролейбус		Автобус		Марш. таксі		Річковий транспорт	
		Чол.	%	Чол.	%	Чол.	%	Чол.	%
<i>Прибуло</i>									
7-8	814	182	22,3	5	0,6	37	4,6	590	72,5
8-9	688	220	32,0	7	1,0	84	12,2	377	54,8
9-10	526	192	36,5	5	1,0	62	11,7	267	50,8
10-11	526	189	35,9	5	1,0	69	13,3	262	49,8
11-12	675	208	30,8	5	0,7	57	8,8	405	59,7
12-13	638	200	31,3	7	1,1	56	8,8	375	58,8
13-14	792	112	14,1	5	0,6	44	6,0	631	79,3
14-15	904	89	9,8	3	1,3	41	4,6	771	84,3
15-16	727	64	8,8	4	1,5	40	6,5	619	88,2
16-17	735	50	6,8	3	1,7	37	5,7	645	90,8
17-18	886	70	7,9	3	1,4	24	4,0	768	91,7
18-19	718	79	11,0	5	1,6	33	5,7	586	86,7
<i>Вибуло</i>									
7-8	817	161	19,7	70	8,6	54	6,6	532	65,1
8-9	648	204	31,5	63	9,7	73	11,3	308	47,5
9-10	572	114	19,9	56	9,8	65	11,4	337	58,9
10-11	825	150	18,2	48	5,8	66	8,0	561	68,0
11-12	961	130	13,5	52	5,4	68	7,1	711	74,0
12-13	811	112	13,8	51	6,3	69	8,5	579	71,4
13-14	1021	97	9,5	32	3,1	42	6,1	830	81,3
14-15	898	99	11,0	36	4,0	42	4,7	721	80,3
16-17	965	179	18,5	42	4,4	110	11,4	634	65,7
16-17	965	179	18,5	42	4,4	110	11,4	634	65,7
17-18	1047	237	22,6	42	4,0	123	11,8	645	61,6
18-19	1177	282	23,8	54	4,6	132	11,2	711	60,4

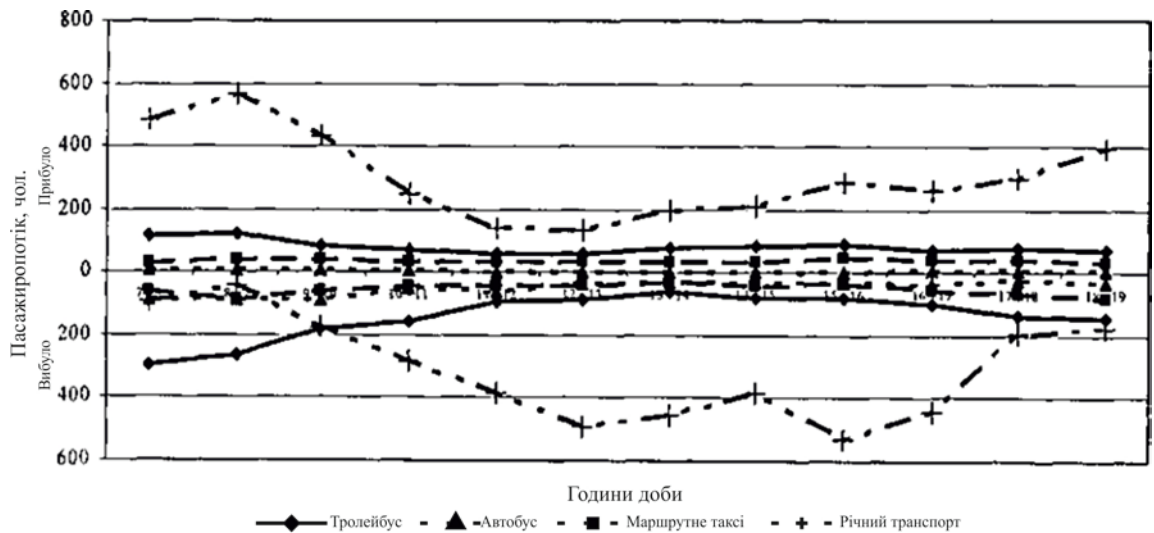


Рис. 3.5а. Зміна попиту на транспортні послуги по годинах доби в будні дні

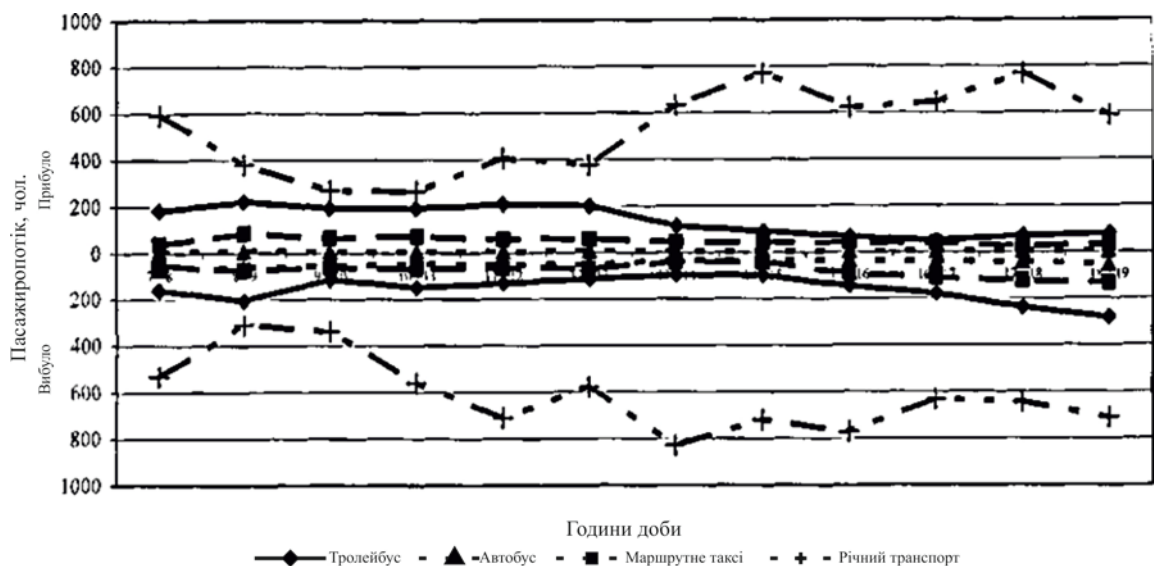


Рис. 3.5б. Зміна попиту на транспортні послуги по годинах доби в вихідні дні

Як бачимо, в будні дні приблизно однакова частка пасажирів добирається до річкового порту пішим ходом протягом всього дня - близько 65%. Не сильно змінюються і частки кожного виду транспорту в обсязі перевезень. Однак на маршрутні таксі спостерігається мінімальний попит в ранкові години. Основний контингент переправляються в цей час за Дніпро - це пенсіонери, які користуються громадським транспортом. З 11 до 13 годин

спостерігається максимум частки перевезень маршрутними таксі, яка наближається до частки тролейбуса, так як саме в ці години збільшуються інтервали руху громадського транспорту. До 18-19 години попит на послуги і того, і іншого виду транспорту падає. Автобус займає останнє місце за відсотком перевезених пасажирів протягом усього дня.

У потоці пасажирів що відбуваються в ранкові години спостерігається максимальний попит на транспортні послуги всіх видів. Це час переважання трудових поїздок, коли люди поспішають на роботу, навчання. Після 9 годин транспортна активність знижується і досягає свого мінімуму в період з 13 до 14 годин. В цей час люди не поспішають і йдуть пішки. До вечора знову відбувається збільшення попиту на перевезення, на маршрутні таксі - з 16 годин, на тролейбус - з 17-ї години. У ці години пасажирів повертаються з роботи, з дачних ділянок, як правило з важким багажем, з певним рівнем втоми, тому зростає потреба в послугах транспорту.

У вихідні дні з 7 до 8 години ранку також невелика частка маршрутних таксі з тих же причин, що і в будні дні. Потім частка прибувають в річковий порт на транспорті зростає і залишається значною і практично незмінною до 13 годин. Це пояснюється бажанням міського населення встигнути переправитися за місто в першій половині дня. Після 13 годин попит у наступних до річкового порту людей на транспорт падає, і у вечірні години стає максимальним - більше 90% пасажирів до річкового порту добирається пішим ходом.

У пасажирів що відбуваються попит на транспортні послуги також має максимум вранці, однак, не такий виражений, як в будні. В іншому ж, характер зміни попиту той же самий, що і в будні дні. Увечері пасажирська активність зростає, це час повернення з відпочинку, з дачних ділянок.

В цілому ж спостерігається той факт, що відсоток людей, що йдуть пішки, більше в потоці прибувають в річковий порт, ніж в потоці відбуваються. Це можна пояснити, по-перше, особливостями ландшафту прибережної зони: шлях від річкового порту до центру міста необхідно долати в гору, і тому

багато хто воліє підніматися на транспорті, особливо це стосується людей похилого віку. Спуск до річкового вокзалу подолати набагато легше. По-друге, впливає фактор часу. Шлях до річкового порту від основних пересадочних пунктів (Бесарабський ринок, магазин «Сучасник») займає 10-15 хвилин. Автобус же ходить з великими інтервалами, без чіткого розкладу. Тролейбус №67 у свою чергу по шляху в річковий порт робить заїзд на «Дитячий центр». Тому виграшу часу при використанні транспорту не відбувається. І нарешті, багато людей не бажають платити за проїзд при поїздки в 1-2 зупинки.

Багато з пасажирів, які прямують в місто, також добираються до центру самостійно, не використовуючи транспорт. Причин цьому може бути декілька. По-перше, - це відсутність будь-якого транспорту і невизначеність моменту його прибуття. У такому випадку люди вважають за краще не втрачати часу на його очікування і йдуть пішою дорогою, роблячи посадку на транспорт в центрі міста. По-друге, це можна пояснити бажанням заощадити. Так надходять, як правило, молоді люди, які не мають проїзних квитків і пільг на проїзд. Третьою причиною є бажання пройтися пішки навіть при наявності транспорту. У цьому випадку важливу роль відіграють погодні умови і відсутність важкого багажу. Люди похилого віку, як правило, вважають за краще користуватися транспортом.

3.4. Методика збору даних

З метою отримання експериментальних даних, необхідних для оцінки не тільки індивідуальних властивостей автомобіля, але і всіх учасників транспортного процесу в терміналі, що знаходяться в реальних умовах експлуатації і отримання необхідних характеристик для розробленого алгоритму, була складена програма випробувань.

Виходячи з необхідності оцінки екологічної складової експлуатації транспортних засобів і перевезень пасажирів, оцінки безпеки дорожнього

руху необхідно вивчити фактори, що впливають на витрату палива і безпеку дорожнього руху. Для проведення експериментальних досліджень по визначенню фактичних витрат палива автомобілів і безпеки руху в умовах експлуатації сформувався спеціальний комплекс вимірювальної апаратури:

- діагностичний прилад Flash-сканер з програмним забезпеченням «Мотор-Тестер»;
- ноутбук;
- прилад «Іскра-М», для вимірювання швидкостей руху автомобілів;
- газоаналізатор відпрацьованих газів двигуна.

Програма «Мотор-Тестер» і діагностичний прилад Flash-сканер призначені для діагностики двигунів внутрішнього згорання автомобілів, оснащених системами електронного управління уприскуванням палива. Вони дозволяють:

- відображати в динаміці всі контрольовані параметри електронного блоку управління, переглядати як в цифровому, так і в графічному вигляді до семи параметрів одночасно;
- управляти виконавчими механізмами двигуна в процесі відображення цікавих параметрів;
- проводити випробування для визначення частоти обертання колінчастого вала, механічних втрат, швидкості прогріву двигуна, поточної витрати палива, середньої витрати палива за поїздку, загальної витрати палива за поїздку, швидкості автомобіля, індикації числа з'явившихся помилок, перегляд кодів помилок, видалення кодів несправностей з пам'яті контролера вприскування палива і інші, в залежності від типу електронного блоку управління (див. рис. 3.6,3.7).

Допустима похибка приладу Flash-сканер становить $\pm 0,5\%$. Його підключення здійснюється в спеціальний діагностичний роз'єм, що знаходиться як правило під рульовою колонкою.

Ноутбук використовувався для прийому, обробки та зберігання інформації, що надходить з приладу Flash-сканер.

Прилад «Іскра-М» дозволяє визначати швидкості руху автомобілів, перебуваючи як в транспортному потоці, так і в стаціонарному положенні. Допустима похибка приладу складає $\pm 1,5\%$. «Іскра-М» може встановлюватися як в автомобілі, так і на вулиці, з живленням або від акумулятора автомобіля, або від власного акумулятору що періодично заряджається.

Під час проведення випробувань фіксувалися такі параметри:

- довжина маршруту;
- час обороту;
- кількість транспортних одиниць на маршруті;
- кількість світлофорів на маршруті;
- число лівих поворотів; кількість обладнаних зупинок на маршруті;
- кількість позапланових зупинок (тобто зупинок поза спеціально обладнаних місць) для посадки-висадки пасажирів;
- кількість планових зупинок для посадки-висадки пасажирів в спеціально обладнаних місцях;
- кількість зупинок на червоний сигнал світлофора; число скоєних лівих поворотів;
- кількість зупинок з причин організації дорожнього руху;
- кількість влучень транспортного засобу в «пробку»;
- число скоєних перебудовань автомобілем, тобто зміна смуг руху;
- дорожні умови (поздовжній ухил дороги, завадонасиченість маршруту, інтенсивність руху);
- швидкість руху на перегонах.

Крім цього, за допомогою діагностичного приладу Flash-сканер визначалися частота обертання колінчастого вала, швидкість прогрівання

двигуна, поточні витрати палива, середні витрати палива за поїздку, загальні витрати палива за поїздку.



Рис. 3.6. Зняття даних за допомогою діагностичного комплексу «Мотор-тестер»

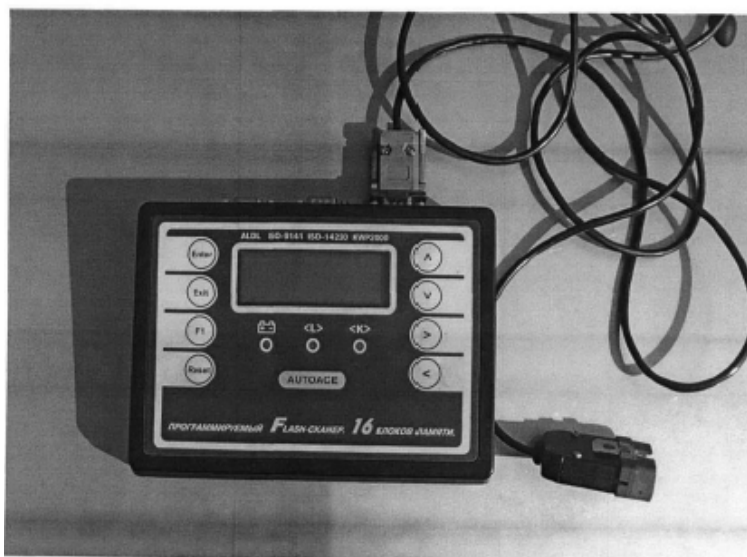


Рис. 3.7. Діагностичний прилад Flash-сканер

За результатами дорожніх випробувань визначалася швидкість сполучення таксі на маршруті:

$$V_c = \frac{2 \cdot l_M}{t_{об} - t_{коА} - t_{коВ}} \quad (3.7)$$

де $t_{коА}$ і $t_{коВ}$ - час відстою на кінцевих зупинках;

$t_{об}$ - час обороту на маршруті;

l_M - довжина маршруту.

Отримані результати дозволили запропонувати функцію швидкості руху маршрутних таксі від факторів, що впливають на безпеку.

3.5. Статистичний аналіз швидкостей сполучення.

Статистичний аналіз проводився з метою виявлення загальних закономірностей розподілу швидкостей повідомлення пасажирських транспортних засобів в різні періоди доби в транспортному потоці. На підставі обробки отриманих даних будувалася гістограма і визначався теоретичний закон розподілу швидкостей на дорозі. Апроксимація емпіричного і теоретичного розподілів здійснювалася за критерієм згоди Пірсона.

В результаті статистичного дослідження було встановлено, що розподіл швидкостей повідомлення відбувається за нормальним законом. Відповідно визначалися середньостатистичне математичне очікування швидкості руху, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації. Отримані при статистичному аналізі гістограми і криві нормального розподілу представлені на малюнках 3.9-3.11.

Перевірка розподілу у всіх випадках показала, що воно добре узгоджується з нормальним законом.

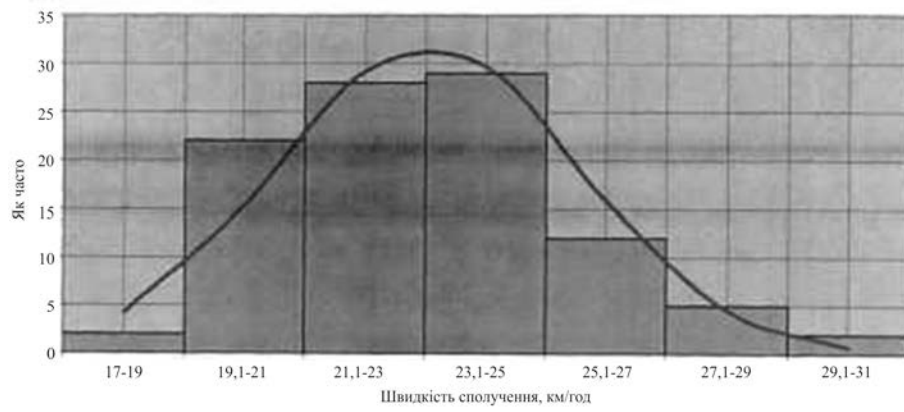


Рис. 3.9. Розподіл швидкостей сполучення в ранкові години

$$V_c = 23,04 \text{ км/ч}$$

$$v = 10,6\%$$

$$\sigma = 2,43$$

$$\chi^2 = 7,86$$

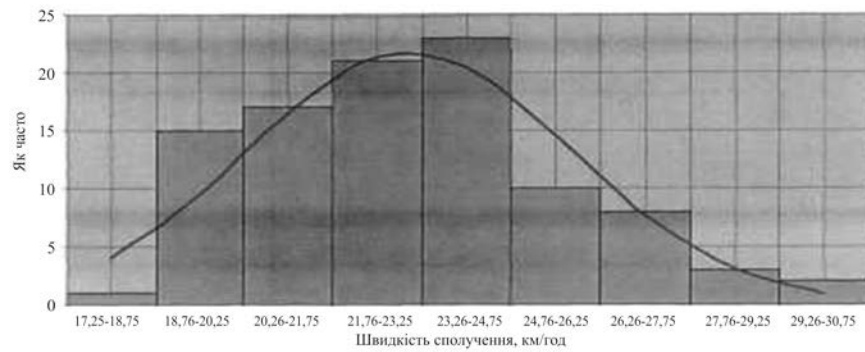


Рис. 3.10. Розподіл швидкостей сполучення в денні години

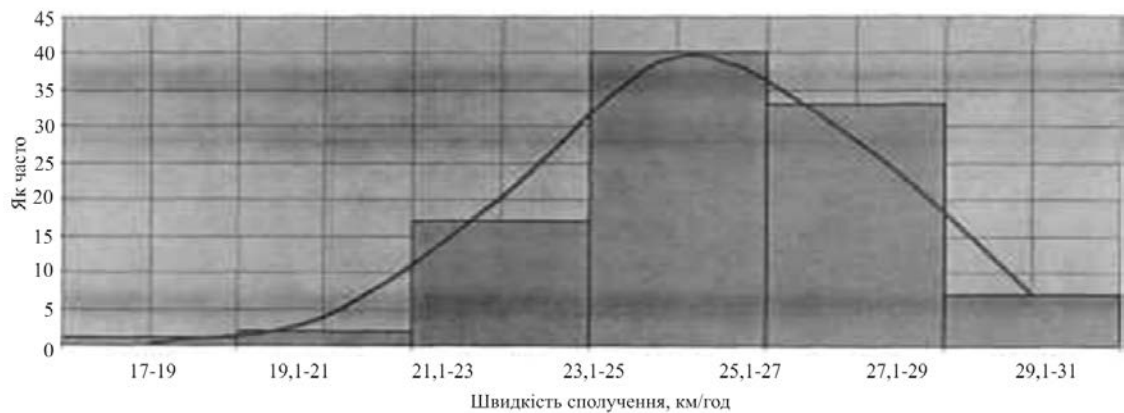


Рис. 3.11. Розподіл швидкостей сполучення у вечірні години

$V_c=23,03$ км/ч	$v=11,7\%$
$\sigma=2,71$	$\chi^2=8,69$
$V_c=24,32$ км/ч	$v=8\%$
$\sigma=1,91$	$\chi^2=4,37$

В результаті обробки даних були отримані значення коефіцієнтів варіації рівнів, в середньому, 10%, що добре узгоджується з даними, наведеними в роботі [60].

3.6. Математична обробка результатів експерименту

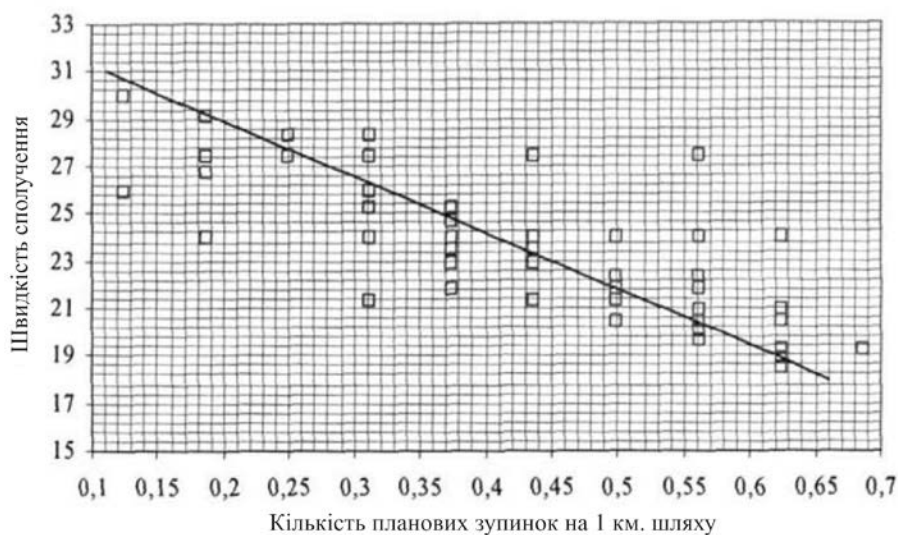
Об'єктом дослідження в плануванні експерименту є використовуваний в кібернетиці «чорний ящик», входи в який є чинники, відповідні способам впливу на об'єкт, а виходи - параметри процесу, при цьому зв'язок між входами і виходами можна отримати у вигляді рівнянь регресії .

Для отримання рівнянь регресії необхідно визначити експлуатаційні фактори, що впливають на техніко-економічні показники автомобіля. Бажано врахувати вплив найбільшого числа факторів, фіксований набір яких визначає одне з можливих станів «чорного ящика». Одночасно це є умова проведення одного з можливих дослідів. З ростом числа факторів різко зростає і число необхідних дослідів, для визначення якого досить число рівнів факторів звести в ступінь числа факторів.

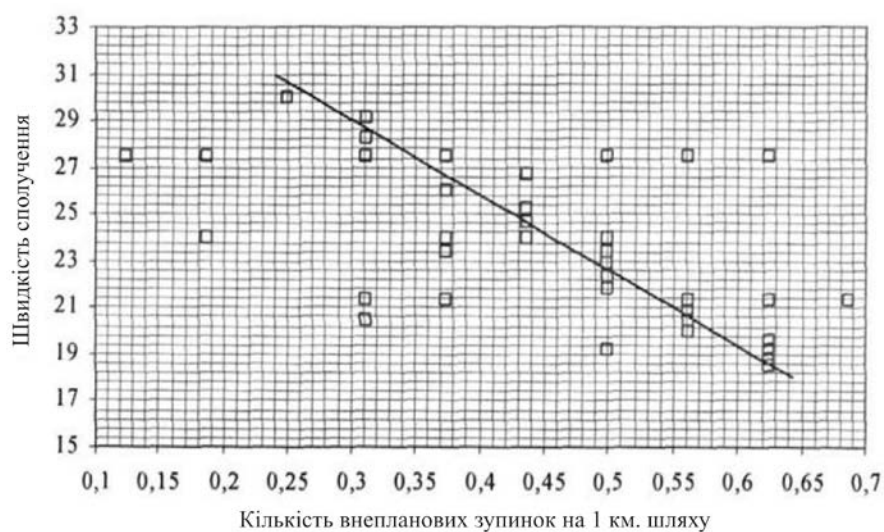
При вирішенні завдань, поставлених в даній роботі, досліджувався вплив тринадцяти факторів: кількість планових і позапланових зупинок на один кілометр маршруту, кількість лівих поворотів і світлофорів на один кілометр маршруту, кількість зупинок з причин організації дорожнього руху на один кілометр маршруту, число перебудовань між смугами руху і виїзд на зустрічну смугу руху на один кілометр маршруту, коефіцієнта зчеплення, коефіцієнта опору коченню, дисперсії ухилу поздовжнього профілю, завадонасиченості маршруту, завантаження автомобіля, інтенсивності руху. Однак, рівняння регресії з тринадцятьма експлуатаційними чинниками буде

досить громіздким, і тому, необхідно скоротити кількість варійованих факторів. Для цього було проведено дослідження вплив факторів на оціночні показники тяговошвидкісних якостей автомобіля.

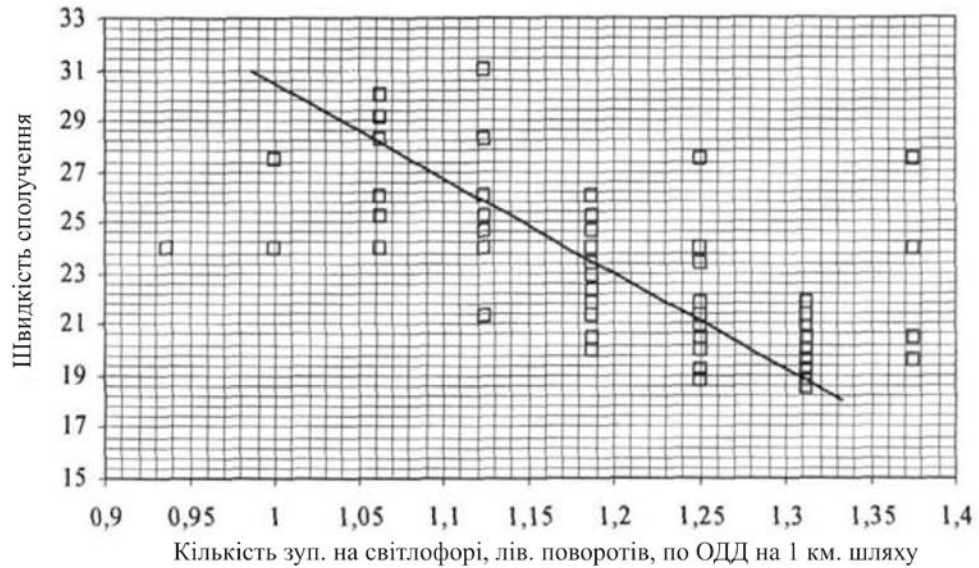
За допомогою попереднього аналізу було встановлено, що вплив кількості планових і позапланових зупинок на один кілометр маршруту, кількості лівих поворотів і світлофорів на один кілометр маршруту, кількості зупинок з причин організації дорожнього руху на один кілометр маршруту, числа перебудувань між смугами руху і виїзд на зустрічну смугу руху на один кілометр маршруту подібно (рис. 3.12).



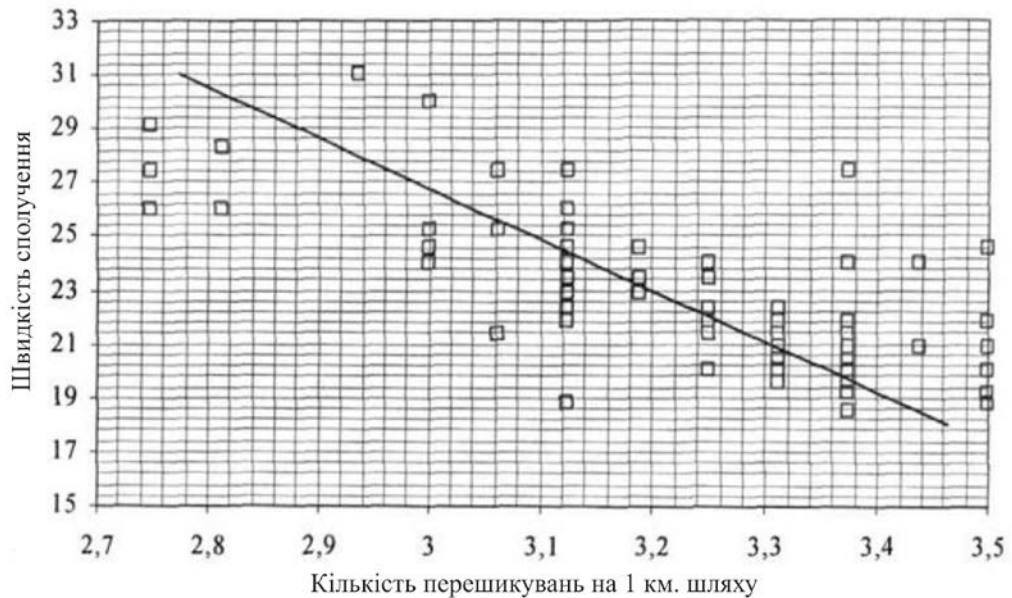
а



б



в



г

Рис. 3.12. Вплив різних показників на швидкість повідомлення на маршруті.

Вивчення цих залежностей дозволяє об'єднати ці фактори в один, що характеризує кількість вповільнень автомобіля на один кілометр маршруту руху.

Вплив коефіцієнта зчеплення на швидкість повідомлення в міських умовах експлуатації незначно, тому що максимальний крутний момент, який

може бути реалізований провідним колесом за умовами зчеплення значно більше, ніж крутний момент, що підводиться до колеса.

Величина коефіцієнта опору коченню на міських дорогах з асфальтобетонним покриттям майже не змінюється. Зміна коефіцієнта опору коченню практично не впливає на швидкість повідомлення. Отже, для розглянутих умов руху можна прийняти постійними коефіцієнт зчеплення і коефіцієнт опору коченню.

Скоротивши кількість варійованих факторів до п'яти, в даній роботі досліджувався вплив наступних факторів: кількості вповільнень на один кілометр шляху (x_1); завантаження автомобіля (x_2); дисперсії ухилу поздовжнього профілю (x_3); завадонасиченості маршруту (x_4); інтенсивності руху (x_5). Ці фактори задовольняють основним вимогам, що пред'являються до них [3], а саме: керованість, однозначність, сумісність і незалежність.

Вибір виду функції відгуку, тобто ступеня полінома, визначається метою проведеного аналізу. Найбільш простим є апроксимація функції відгуку лінійної залежністю. В даному випадку для адекватного опису поверхні відгуку використовується поліном другого порядку.

Математичний вираз моделі (рівняння регресії) в цьому випадку має вигляд:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4 + b_5 \cdot x_5 + b_6 \cdot x_1 \cdot x_2 + b_7 \cdot x_1 \cdot x_3 + b_8 \cdot x_1 \cdot x_4 + b_9 \cdot x_1 \cdot x_5 + b_{10} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{11} \cdot x_2 \cdot x_4 + b_{12} \cdot x_2 \cdot x_5 + b_{13} \cdot x_3 \cdot x_4 + b_{14} \cdot x_3 \cdot x_5 + b_{15} \cdot x_4 \cdot x_5 + b_{16} \cdot x_1^2 + b_{17} \cdot x_2^2 + b_{18} \cdot x_3^2 + b_{19} \cdot x_4^2 + b_{20} \cdot x_5^2$$

де y - досліджуваний показник (швидкість повідомлення);

x_i — x_5 - незалежні змінні (фактори);

b_0, b_1, b_{20} - коефіцієнти при незалежних змінних.

В результаті обробки даних проведеного експерименту були отримані наступні коефіцієнти при незалежних змінних:

$b_0= 38.33, b_1= -14.03, b_2= 0.98, b_3= 0.99, b_4= 4.02, b_5= -0.05, b_6= -0.04, b_7= -0.002, b_8= 0.47, b_9= 0.05, b_{10}= -0.003, b_{11}= -0.11, b_{12}= -0.009, b_{13}= -0.02, b_{14}= -0.002, b_{15}= -0.001, b_{16}= -0.71, b_{17}= 0.03, b_{18}= 0.0002, b_{19}= -0.05, b_{20}= 0.0003.$

Для оцінки екологічної складової перевізного процесу був запропонований показник - питомий коефіцієнт складності маршруту, який характеризує часову витрату палива автомобілем з конкретним технічним станом на конкретному маршруті і визначається за формулою:

$$k_m = a_0 + a_1 \cdot V_{cp} + a_2 \cdot M \cdot \Pi, \quad (3.9)$$

де k_m - питомий коефіцієнт складності маршруту;

a_0, a_1, a_2 - коефіцієнти рівняння регресії;

V_{cp} - середня швидкість повідомлення на маршруті;

M - завантаження автомобіля;

Π - вимірювач пересіченій поздовжнього профілю (визначається за формулою 2.18).

За результатами обробки експерименту виходить залежність наступного виду:

$$k_m = 0,517 + 0,0052 \cdot V_c - 3,69 \cdot 10^{-4} \cdot M \cdot \Pi \quad (3.10)$$

Тоді, знаючи питомий коефіцієнт складності маршруту, можна перейти до витрати палива на маршруті, що визначається за формулою:

$$Q = b_0 + b_1 k_m q_m, \quad (3.11)$$

де b_0, b_1 - коефіцієнти рівняння регресії.

В результаті маємо таку залежність:

$$Q = 0,102 + 0,278 k_{MqM} \quad (3.12)$$

При відсутності паралельних дослідів і дисперсії відтворюваності адекватність отриманих рівнянь регресії експерименту була проведена за критерієм Фішера:

$$F = \frac{S_y^2}{S_{ост}^2}, \quad (3.13)$$

де S_y^2 - дисперсія щодо середнього;

$S_{ост}^2$ - залишкова дисперсія.

Перевірка показала, що отримані рівняння регресії адекватні експерименту. Був розрахований і коефіцієнт множинної кореляції, який служить показником сили зв'язку для множинної регресії. Для залежності (3.8) коефіцієнт множинної кореляції склав 0,835, для залежності (3.10) - 0,82, для залежності (3.12) - 0,816.

Отримані значення коефіцієнтів множинної кореляції говорять про наявність тісного зв'язку в рівнянні швидкості повідомлення, коефіцієнта складності маршруту і залежності витрати палива на маршруті від обумовлених факторів.

Значимість коефіцієнтів рівнянь регресії перевірялося за критерієм Стьюдента:

$$t_i = \frac{b_i}{S_{b_i}} \quad (3.14)$$

Табульоване значення критерію, для рівня значущості $p = 0,05$ і числа ступенів свободи $f_2 = 5$, $t_p(f_2) = 2,57$. Коефіцієнт значущий, якщо $t_i > t_p(f_2)$, де f_2 - число ступенів свободи дисперсії відтворюваності [6, 91].

Отримавши лінійну залежність витрати палива на маршруті від значного числа факторів, що впливають на режими дорожнього руху, можна розрахувати питомі викиди шкідливих речовин, наведені до CO, а, отже, оцінити екологічний збиток, що наноситься одним транспортним засобом, в перерахунку викидів шкідливих речовин або на один кілометр шляху, або на одного пасажера.

Також був проведений аналіз впливу таких факторів як число вповільнень на один кілометр шляху, інтенсивності дорожнього руху, завантаження автомобіля на швидкість повідомлення (див. Рис. 3.13).

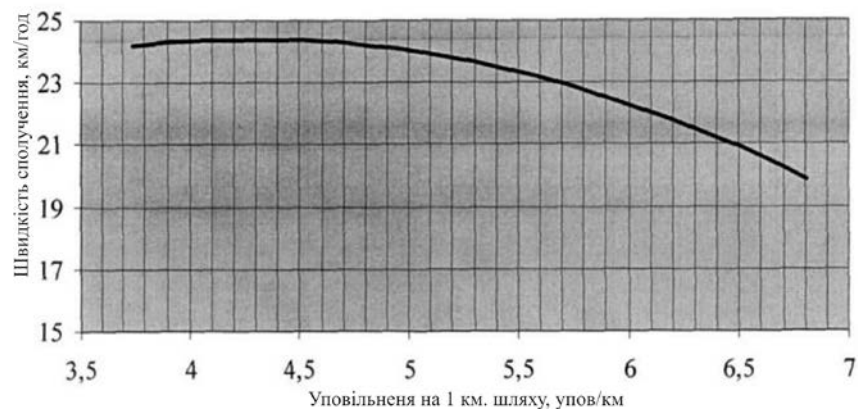


Рис. 3.13а. Вплив числа вповільнень на 1 км маршруту на швидкість повідомлення

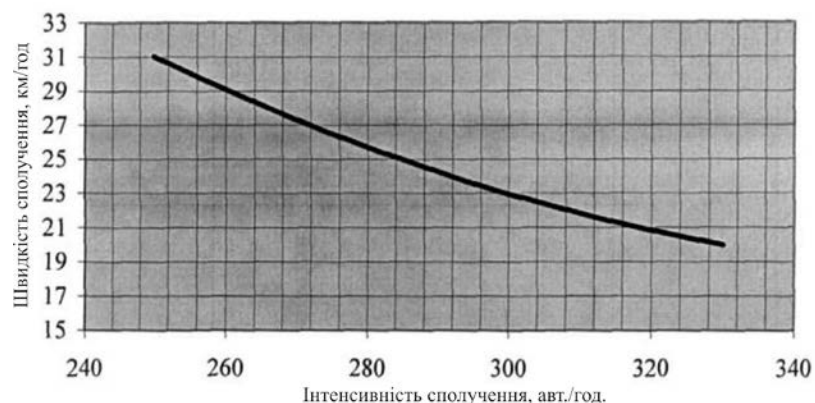


Рис. 3.13б. Вплив інтенсивності руху на швидкість повідомлення

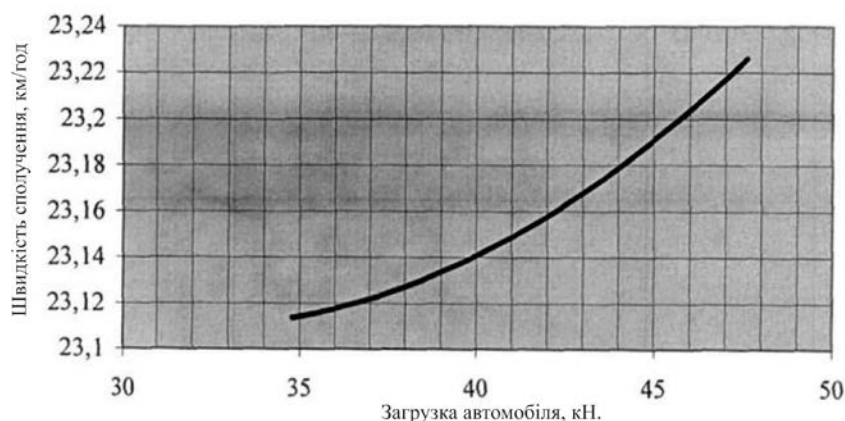


Рис. 3.13в. Вплив завантаження автомобіля на швидкість повідомлення

Найбільший вплив на швидкість повідомлення надає число вповільнень на один кілометр шляху. В середньому, відбувається близько 4,2 вповільнень на один -кілометр, -збільшення числа вповільнень на 10% знижує швидкість сполучення в середньому на 6%. Інтенсивність руху (300 автомобілів на годину і вище) надає видиме вплив на швидкість повідомлення. Збільшення інтенсивності руху на 5% веде до зниження швидкості повідомлення в середньому на 2%. Збільшення завантаження автомобіля в основному впливає на швидкість повідомлення маршрутних таксі. Ефект виникає за рахунок заповнення салону. Так, збільшення завантаження транспортного засобу на 15% дозволяє підняти швидкість повідомлення на 7%.

Крім того, були отримані рівняння залежності величини пасажиропотоків в залежності від часу доби, години доби та дня тижня.

Так, в будні дні прибуття / вибуття пасажирів описується залежностями на тролейбусі (3.15 / 3.20), маршрутному таксі (3.16 / 3.18), автобусі (3.17 / 3.19).

$$y = -17,538 \cdot \ln(x) + 110,29 \quad (3.15)$$

$$y = -0,1074 \cdot x^2 + 2,0395 \cdot x + 29,227 \quad (3.16)$$

$$y = -2,1767 \cdot \ln(x) + 8,7089 \quad (3.17)$$

$$y = -2,1767 \cdot \ln(x) + 8,7089 \quad (3.18)$$

$$y = -29,458 \cdot \ln(x) + 97,648 \quad (3.19)$$

$$y = 4,9693 \cdot x^2 - 77,905 \cdot x + 377,3 \quad (3.20)$$

У вихідні дні прибуття / вибуття пасажирів описується залежностями на тролейбусі (3.21 / 3.26), маршрутному таксі (3.22 / 3.25), автобусі (3.23 / 3.24).

$$y = 0,0659 \cdot x^4 - 0,9306 \cdot x^3 - 1,0138 \cdot x^2 + 26,288 \cdot x + 160,62 \quad (3.21)$$

$$y = 0,2183 \cdot x^3 - 4,6437 \cdot x^2 + 24,683 \cdot x + 29,061 \quad (3.22)$$

$$y = 0,0007 \cdot x^2 - 0,23 \cdot x + 6,2045 \quad (3.23)$$

$$y = -11,978 \cdot \ln(x) + 68,368 \quad (3.24)$$

$$y = 0,1893 \cdot x^3 - 2,3158 \cdot x^2 + 7,8818 \cdot x + 56,384 \quad (3.25)$$

$$y = 4,1696 \cdot x^2 - 47,369 \cdot x + 241,3 \quad (3.26)$$

Залежно від дня тижня прибуття / вибуття пасажирів описується залежностями на тролейбусі (3.27 / 3.28), автобусі (3.29 / 3.30), маршрутному таксі (3.31 / 3.32).

$$y = 7,7955 \cdot x^4 - 110,28 \cdot x^3 + 504,08 \cdot x^2 - 732,41 \cdot x + 1110,3 \quad (3.27)$$

$$y = 46,81 \cdot x^2 - 372,26 \cdot x + 2229,4 \quad (3.28)$$

$$y = -3,6825 \cdot \ln(x) + 261,49 \quad (3.29)$$

$$y = 1,9773 \cdot x^4 - 26,192 \cdot x^3 + 109,25 \cdot x^2 - 165,72 \cdot x + 634,71 \quad (3.30)$$

$$y = 109,86 \cdot \ln(x) + 261,49 \quad (3.31)$$

$$y = 34,345 \cdot x^2 - 233,44 \cdot x + 968,57 \quad (3.32)$$

3.7. Висновки до розділу.

1. Розроблено методику та виконано обстеження пасажирських потоків і швидкісних параметрів руху міського транспорту.
2. Результати експериментальних досліджень дозволили апроксимувати швидкість сполучення у вигляді рівняння регресії, як функцію, залежну від наступних факторів: число вповільнень на один кілометр шляху; завантаження автомобіля; дисперсія ухилу поздовжнього профілю; завадонасиченість маршруту; інтенсивність дорожнього руху.
3. Встановлено, що швидкості сполучення підкоряються нормальному закону розподілу з наступними характеристиками, що лежать в межах: $V_3 = 23,03 \dots 24,32$ км / год; $\sigma = 1,91 \dots 2,71$; $v = 8 \dots 11,7\%$; $\chi^2 = 4,37 \dots 8,69$. Найбільший вплив на швидкість сполучення надає число вповільнень на один кілометр шляху. В середньому, відбувається близько 4,2 вповільнень на один кілометр. Збільшення числа вповільнень на 10% знижує швидкість сполучення в середньому на 6%.
4. Інтенсивність руху (300 автомобілів на годину і вище) надає осяжний вплив на швидкість сполучення. Збільшення інтенсивності руху на 5% веде до зниження швидкості сполучення в середньому на 2%.
5. Збільшення завантаження автомобіля в основному впливає на швидкість сполучення маршрутних таксі. Ефект виникає за рахунок заповнення салону. Так, збільшення завантаження транспортного засобу на 15% дозволяє підняти швидкість повідомлення на 7%.
6. Отримана регресійна залежність дозволяє розрахувати коефіцієнт складності маршруту та виявляти закономірність витрати палива на ньому, що визначає і екологічну складову перевезень.
7. Отримано рівняння залежності величини пасажиропотоків в залежності від часу доби, години доби та дня тижня.

4. РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ МЕТОДИКИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТРАНСПОРТУ ДЛЯ МІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ.

Запропонована методика вибору оптимальної структури транспорту, описана у другому розділі, була апробована на прикладі терміналу «Річковий вокзал» м. Києва і найбільш пасажіронапружених маршрутах м. Бориспіль Київської області.

4.1. Опис транспортного вузла «Річковий вокзал»

Річковий вокзал м. Київ являє собою великий транспортний термінал, де взаємодіють річковий і наземний види транспорту і відбуваються масові пересадки пасажирів.

Річковий транспорт виконує перевезення в м. Вишгород і інші населені пункти, що є центрами тяжіння. Характер роботи транспорту - цілорічний. Лінії обслуговують теплоходи місткістю 242 чол.

На момент дослідження наземний міський пасажирський транспорт був представлений автобусами, тролейбусами і маршрутними таксі. Тролейбусний маршрут №114А, який з'єднує річковий і залізничний вокзали, відкритий порівняно недавно - в 1996 році, проте маршрут вже завоював популярність у пасажирів, як найбільш зручний і регулярний вид транспорту. На маршруті працюють машини А152 загальною пасажіромісткістю 100 чол., Повністю задовольняють вимогам до міського рухомого складу.

Автобуси здійснюють перевезення на маршруті №23 «Річковий вокзал – Контрактова площа». На маршруті використовувалися автобуси великого класу ЛАЗ-699 місткістю 80 чол., Які відрізняються в даний час поганим технічним станом. У минулому автобус був єдиним видом транспорту, який обслуговує даний термінал, але він поступово витиснутий тролейбусним транспортом і маршрутними таксі.

Маршрутні таксі - «наймолодший» вид транспорту в річковому порту. Існує маршрут №5, що повністю дублює автобусний маршрут; а також маршрут №67 «Річковий вокзал - Корчувате»; №41 до «Річковий вокзал - вул. Пірогова », що діє в літній період; №18а «Річковий вокзал – ст. м. Т. Шевченко»; №100 «Річковий вокзал – музей «Мистецький арсенал»». Для перевезення використовуються автомобілі марки ГАЗ-322132, що забезпечують відносну комфортність і високу швидкість повідомлення.

Крім того, що річковий вокзал є великим пересадочним пунктом, він являє собою ще й місце масового культурного відпочинку як городян, так і мешканців приміської зони. На території річкового вокзалу розташовано безліч літніх кафе, клубів. Присутні тут і офіси київських фірм. Таким чином, річковий вокзал є не тільки проміжним, але і кінцевим пунктом поїздок пасажирів.

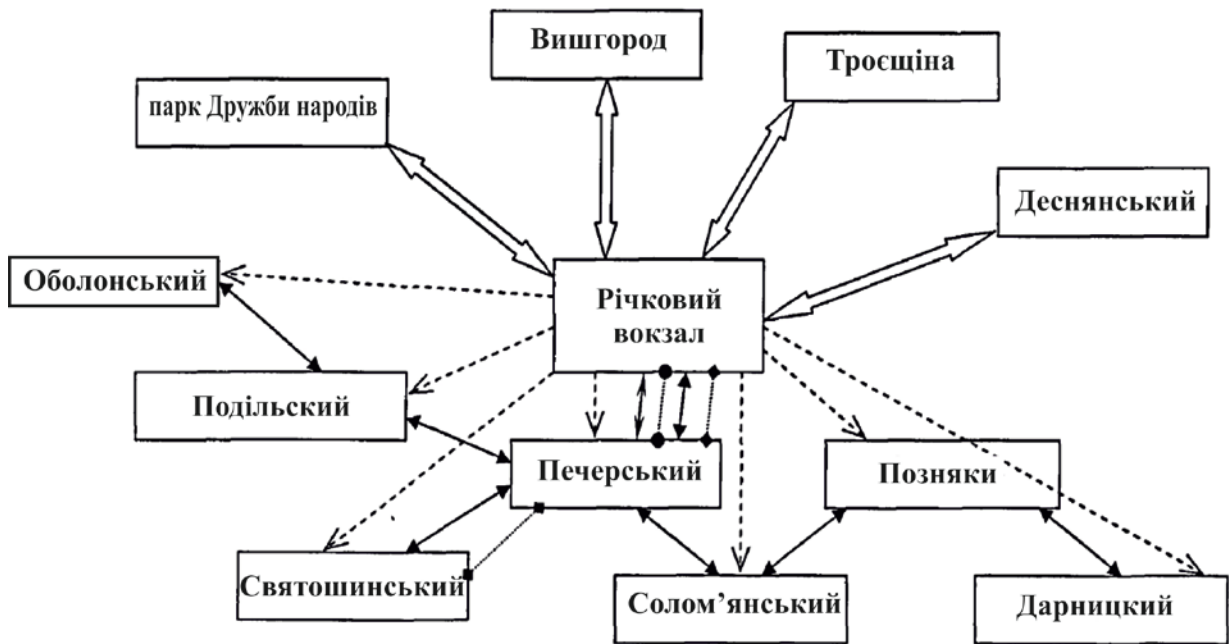
Наведена вище характеристика дозволяє зробити попередній висновок про те, що в структурі поїздок пасажирів присутні як трудові, так і ділові, і культурно-побутові поїздки.

Щоб забезпечити безперебійну узгоджену роботу транспорту, необхідно виявити характер зміни пасажиропотоків і їх структуру, попит на різні види транспорту.

Згідно визначення, даного раніше в розділі 2, термінал повинен мати такі функції: зручний доступ і посадка пасажирів в рухомий склад, оптимізація використання різних видів транспорту і формування пасажиропотоків. Можна з упевненістю сказати, що в пересадочному порту «Річковий вокзал» в найбільшій мірі реалізується функція формування пасажиропотоків, в той час як перші дві функції реалізуються в досить незначною мірою. Крім того, в даному пересадочному пункті, здійснюється взаємодія річкового і наземного транспорту.

З точки зору розподілу терміналів на групи, **Річковий вокзал** можна віднести до другої групи (див. Рис. 4.1), тобто до спеціалізованих терміналів, що орієнтуються переважно на вид транспорту з високими провізними

можливостями. В якості такого виступає річковий транспорт.



-----> - зв'язок з районами міста

Пасажиропотоки в прямому і зворотному напрямках:

- ↔ - маршрутними таксі
- ◆◆ - автобусом
- - тролейбусом
- ⇄ - пішим ходом
- ⇄ - поромна переправа

Рис. 4.1. Схема пасажирського терміналу «Річковий вокзал»

Якщо розглядати тип даного терміналу, то з трьох запропонованих типів найбільш підходить другий тип, а саме термінал, де зустрічається (закінчується) одна транспортна мережа і починається інша. Тоді, визначальною функцією роботи цього терміналу буде перевезення пасажирів зовнішнім транспортом (в даному випадку річковим), а підпорядкованість - перевезення пасажирів внутрішнім транспортом (тобто наземним).

Таким чином, у річковому вокзалі необхідно звернути увагу на організацію руху транспорту і на оптимізацію використання різних видів транспорту. Реалізувати це допоможе алгоритм визначення необхідної

кількості рухомого складу, приведений в розділі 2.

Аналогічні розрахунки були зроблені і для маршрутної мережі м. Бориспіль Київської області, яка представляє собою велику і розгалужену мережу загальною протяжністю близько 200 км.

4.2. Моделювання початкових умов роботи пасажирського терміналу

Для пасажирського терміналу в загальному вигляді початковими можуть бути умови, наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Початкові умови

Позначення	Найменування
$T_{ан}$	Початок роботи транспорту
$T_{ак}$	Кінець роботи транспорту
q	Число пасажирів, які перебувають на терміналі
g	Число пасажирів, що убувають із терміналу
PVA	Обсяг пасажирів, які перебувають автомобільним транспортом, %
PVG	Обсяг пасажирів, які перебувають міським електричним транспортом, %
PVZ	Обсяг пасажирів, які перебувають залізничним транспортом, %
PVV	Обсяг пасажирів, які перебувають повітряним транспортом, %
PVS	Обсяг пасажирів, які перебувають водним транспортом, %
$J_{срА}$	Середній інтервал руху автобусів, хв.
$J_{срВ}$	Середній інтервал руху маршрутних таксі, хв.
$J_{срС}$	Середній інтервал руху тролейбусів, хв.
$J_{срО}$	Середній інтервал руху трамваїв, хв.
$T_{під}$	Середній час підходу пасажирів до терміналу, хв.
$t_{ож}$	Середній час очікування посадки в рухомий склад, хв.

З огляду на те, що терміналі є складною транспортною системою типу «чорний ящик», то для повного опису початкових умов необхідно ввести таблиці моделювання детермінованих (табл. 4.2) і ймовірнісних (табл. 4.3) величин.

Таблиця 4.2

Таблиця моделювання детермінованих величин

Позначення	Види нерівномірностей
$F_n (H)$	Внутрішньодобовий пасажиропоток
$F_n (W)$	Внутрішньонедільний пасажиропоток
$F_n (E)$	Внутрішньосезонний пасажиропоток
$F_m (H)$	Внутрішньодобовий пасажиропоток за напрямками
$F_m (W)$	Внутрішньонедільний пасажиропоток за напрямками
$F_m (E)$	Внутрішньосезонний пасажиропоток за напрямками
$F_a (H)$	Внутрішньодобовий рух автобусів
$F_b (H)$	Внутрішньодобовий рух маршрутних таксі
$F_c (H)$	Внутрішньодобовий рух тролейбусів
$F_d (H)$	Внутрішньодобовий рух трамваїв
$F_a (W)$	Внутрішньонедільний рух автобусів
$F_b (W)$	Внутрішньонедільний рух маршрутних таксі
$F_c (W)$	Внутрішньонедільний рух тролейбусів
$F_d (W)$	Внутрішньонедільний рух трамваїв
$F_a (E)$	Внутрішньосезонний рух автобусів
$F_b (E)$	Внутрішньосезонний рух маршрутних таксі
$F_c (E)$	Внутрішньосезонний рух тролейбусів
$F_d (E)$	Внутрішньосезонний рух трамваїв
$F_p (A)$	Час простою на зупинці автобуса, хв.
$F_p (B)$	Час простою на зупинці маршрутного таксі, хв.
$F_p (C)$	Час простою на зупинці тролейбуса, хв.
$F_p (D)$	Час простою на зупинці трамвая, хв.

Таблиця 4.3

Таблиця моделювання ймовірнісних величин

Позначення	Види нерівномірностей
$F_n(a)$	Число пасажирів, які прибувають з одним автобусом
$F_m(a)$	Число пасажирів, що убувають із одним автобусом
$F_n(b)$	Число пасажирів, які прибувають з одним маршрутним таксі
$F_m(b)$	Число пасажирів, відбувають з одним маршрутним таксі
$F_n(c)$	Число пасажирів, які прибувають з одним тролейбусом
$F_m(c)$	Число пасажирів, що убувають із одним тролейбусом
$F_n(d)$	Число пасажирів, які прибувають з одним трамваєм
$F_m(d)$	Число пасажирів, що убувають із одним трамваєм
$F_n(z)$	Число пасажирів, які прибувають залізничним транспортом
$F_n(v)$	Число пасажирів, які прибувають водним транспортом
$F_n(s)$	Число пасажирів, які прибувають повітряним транспортом

4.3. Розрахунок необхідної кількості рухомого складу для обслуговування пасажирів в терміналі «Річковий вокзал»

4.3.1. Аналіз існуючої структури транспорту

В результаті обстеження пасажиропотоку в річковому порту з метою виявлення переваг пасажирів було опитано 100 чоловік у кожній респондентських групі. Всього таких груп виділено чотири: студенти і учні; люди що працюють; безробітні; пенсіонери. За раніше запропонованою методикою кожному респонденту було запропоновано проранжувати фактори, що впливають на процес перевезення.

Крім того, в якості вихідних даних також прийняті пасажиропотік по кожному з видів транспорту, час обороту транспортного засобу (причому для маршрутних таксі взято середній час обороту за всіма маршрутами), місткість одиниці рухомого складу, (опорні дані); число транспортних засобів, дані, що заносяться в табл. 4.1 - 4.3, час роз'їзду між транспортними засобами, дорожнокліматичні умови. Але, з огляду на пасажиропотік на маршруті в прямому і зворотному напрямку, необхідно привести до спільного пасажиропотоку на маршруті пасажиропотік пасажирів які відбуваються. Результати також зведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Опорні дані до розрахунків

	Пасажиропоток	Час обороту	Місткість
Автобус	732	1,165	80
Маршрутні таксі	1812	1,023	14
Тролейбус	1 926	0,612	118
Пішки	5250	-	-

Відповідно до результатів експерименту через термінал «Річковий вокзал» щогодини проходять близько 49 маршрутних таксі.

Спираючись на проведені раніше розрахунки можна з упевненістю сказати, що середній час перебування маршрутного таксі в терміналі становить 6,55 хв.

Для вибору оптимальної структури рухомого складу була складена програма за допомогою мови програмування Delphi 7. Основне робоче вікно програми представлено на рис. 4.2.

Перші три кнопки «NU», «DV», «VV» відповідають за введення початкових умов, детермінованих величин і ймовірнісних величин, описуваних табл. 4.1 - 4.3 (рис. 4.3, 4.4, 4.5). Після введення вихідних даних вікна мінімізуються в розмірах, і інформація зберігається в динамічній пам'яті програми і використовується в подальших обчисленнях.

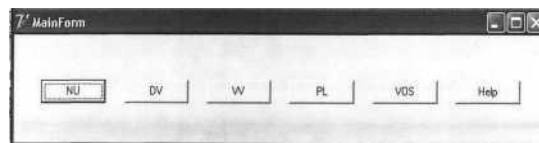


Рис. 4.2. Головне вікно програми

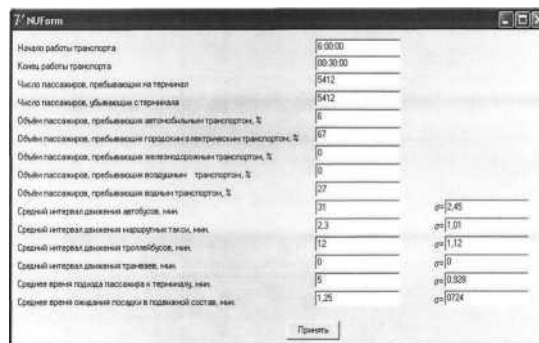


Рис. 4.3. Початкові умови роботи терміналу

ВИДЫ НЕРАВНОМЕРНОСТЕЙ:	Значення
Число пассажиров, прибывающих с одним автобусом	12
Число пассажиров, прибывающих с одним маршрутным таксом	13
Число пассажиров, прибывающих с одним маршрутным таксом	3
Число пассажиров, прибывающих с одним маршрутным таксом	7
Число пассажиров, прибывающих с одним троллейбусом	21
Число пассажиров, прибывающих с одним троллейбусом	27
Число пассажиров, прибывающих с одним трамваем	0
Число пассажиров, прибывающих с одним трамваем	0
Число пассажиров, прибывающих железнодорожным транспортом	0
Число пассажиров, прибывающих водным транспортом	459
Число пассажиров, прибывающих воздушным транспортом	0

Принять

Рис. 4.4. Імовірнісні величини

Кнопка «PL» дозволяє провести розрахунок екологічно безпечної довжини маршруту (або інакше плеча маршруту) за наявних умов експлуатації для маршрутного таксі, згідно викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Розрахунки також зберігаються в динамічній пам'яті програми.

Кнопка «VOS» здійснює розрахунок оптимальної структури транспорту в даному пасажирському терміналі з заданими умовами, описаними кнопками «NU», «DV», «VV» і «PL».

НЕРАВНОМЕРНОСТИ:	Значення
Внутрисезонная пассажиропотока	1,52
Внутридневная пассажиропотока	1,12
Внутрисезонная пассажиропотока	1,01
Внутрисезонная пассажиропотока по направлениям	1,31
Внутридневная пассажиропотока по направлениям	1,42
Внутрисезонная пассажиропотока по направлениям	1,24
Внутрисезонная движения автобусов	1,001
Внутрисезонная движения маршрутных такси	2,14
Внутрисезонная движения троллейбусов	2,04
Внутрисезонная движения трамваев	0
Внутридневная движения автобусов	1,14
Внутридневная движения маршрутных такси	1,35
Внутридневная движения троллейбусов	1,32
Внутридневная движения трамваев	0
Внутрисезонная движения автобусов	1,22
Внутрисезонная движения маршрутных такси	1,87
Внутрисезонная движения троллейбусов	1,35
Внутрисезонная движения трамваев	0
Время простоя на остановке автобуса, мин.	21
Время простоя на остановке маршрутного такси, мин.	6
Время простоя на остановке троллейбуса, мин.	6
Время простоя на остановке трамвая, мин.	0
	σ_1 2,47
	σ_2 1,115
	σ_3 0,3887
	σ_4 0

Принять

Рис. 4.5. Детерміновані величини

Спираючись на методику, запропоновану в роботі [31] маючи такі дані (табл. 4.5), розрахувавши по залежностям (2.11 - 2.12) масовий викид шкідливих речовин отримаємо наступні значення викидів шкідливих речовин

(табл. 4.6):

Таблиця 4.5

Вихідні дані для розрахунку (маршрутні таксі)

	g_{np}	t_{np}	g_L	L	L''	g_{xx}	t_{xx}
CO	4,5	1	19,5	0,025	0,025	4,5	1
CH	0,4	1	3,5	0,025	0,025	0,4	1
NO _x	0,05	1	0,4	0,025	0,025	0,05	1
SO ₂	0,012	1	0,07	0,025	0,025	0,012	1

Таблиця 4.6

Результати розрахунків викидів токсичних речовин для одного маршрутного таксі

M' _{CO}	9,4875	M _{CO}	4,9875	MCO	14,475
M' _{CH}	0,8875	M _{CH}	0,4875	M _{CH}	1,375
M' _{NO_x}	0,11	M _{NO_x}	0,06	M _{NO_x}	0,17
M' _{SO₂}	0,02575	M _{SO₂}	0,01375	M _{SO₂}	0,0395

Тобто сумарні викиди токсичних речовин одним маршрутним таксі, за формулою (2.13) складуть:

$$M^{\Sigma} = 16,0595 \text{ г}$$

З огляду на те, що щогодини загальна кількість маршруток в пересадочному пункті «Річковий вокзал» становить 49 штук, а час роз'їзду автомобілів складає близько 2 хв., тоді валові виділення забруднюючих речовин становитимуть:

$$M^{\Sigma} = 786,9155 \text{ г}$$

Скориставшись залежністю (2.16) отримуємо максимально допустимі викиди шкідливих речовин для всього парку рухомого складу, який

обслуговує термінал «Річковий вокзал»:

$$Q_{\text{дон}} = 79,29981 \text{ г / рік.}$$

З огляду на, те що термінал «Річковий вокзал» в літній період також обслуговує автобус марки ЛАЗ-699, і знаючи для даного типу автобусів викиди шкідливих речовин (див. табл. 4.7), необхідно внести корективи в отримані значення валових викидів шкідливих речовин.

Таблиця 4.7

Вихідні дані для розрахунків (ЛАЗ-699)

	g_{np}	t_{np}	g_L	L'	L''	g_{xx}	t_{xx}
CO	44,5	1	59,3	0,025	0,025	18,1	1
CH	8,7	1	10,3	0,025	0,025	2,9	1
NO _x	0,3	1	0,8	0,025	0,025	0,2	1
SO ₂	0,036	1	0,22	0,025	0,025	0,029	1

Тоді, валові виділення складають:

$$M^{\Sigma} = 886,4405 \text{ г.}$$

Для оцінки ступеня екологічної небезпеки автомобільного транспорту в розглянутому терміналі необхідно скористатися розрахунком максимально допустимого разового виділення забруднюючих речовин (згідно (2.15)).

Таким чином, маємо:

$$G = 224,9267 \text{ г / рік,}$$

що забезпечує перевищення допустимих концентрацій в 2,83 рази. Отже, необхідність скорочення числа маршрутних таксі, згідно екологічного критерію.

Крім того, при перерахунку викидів шкідливих речовин приведених до СО виходить величина, рівна 16,9 г / (км пасажир) (при середній довжині маршруту близько 18 км).

Проведені розрахунки наочно ілюструються наступними малюнками (рис. 4.6,4.7).

В результаті, за розрахунками, виходить, що найбільш екологічно безпечне плече для маршрутних таксі становить близько 2,29 км (див. рис. 4.8.).

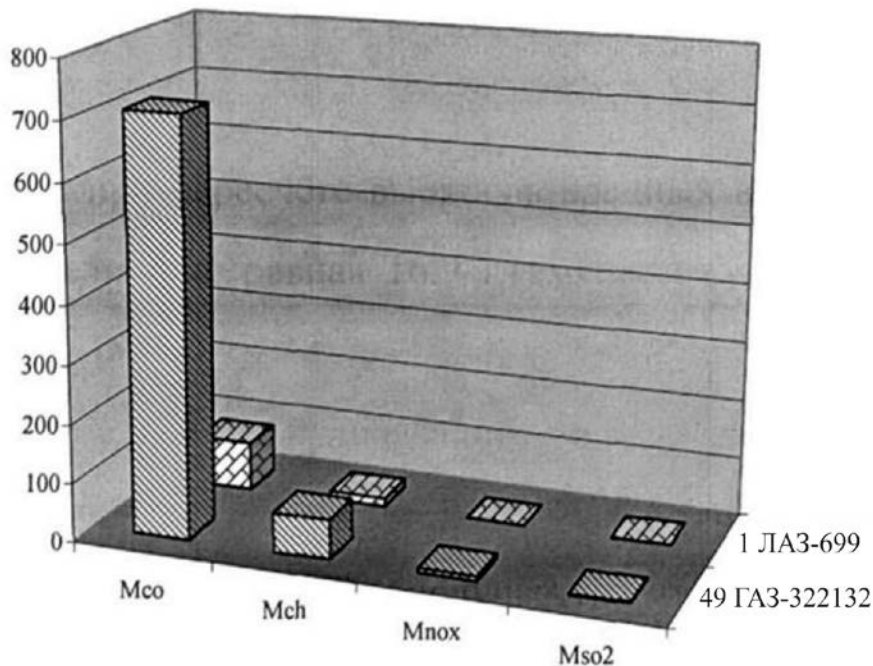


Рис. 4.6. Викиди шкідливих речовин від учасників транспортного процесу (існуюча структура)

Як видно викиди шкідливих речовин від 49 маршрутних таксі дуже значні, але потрібно ще й розглянути викиди на одного пасажера, щоб мати достатньо повне уявлення про екологічну ступінь небезпеки транспортних засобів.

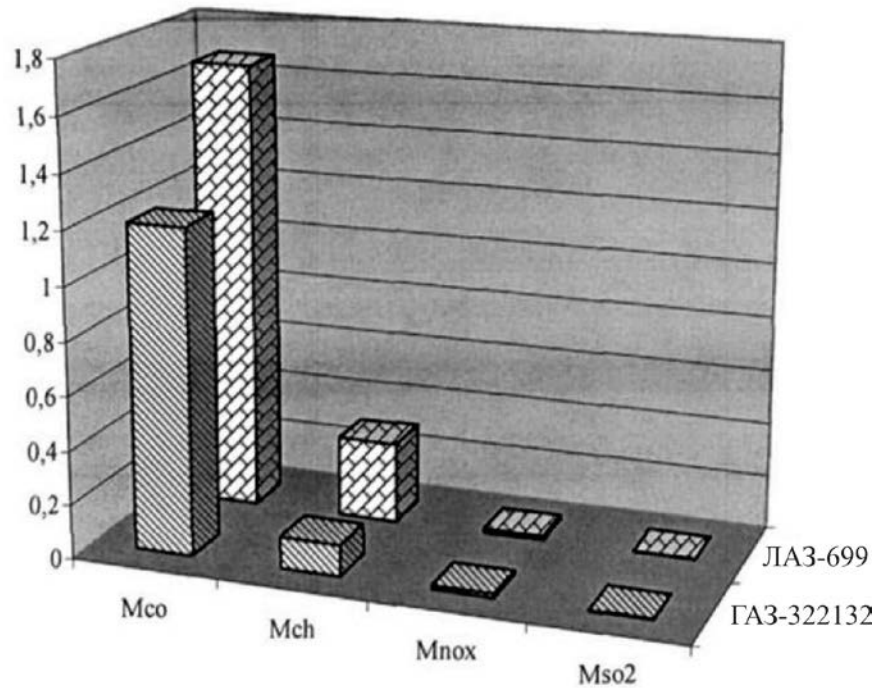


Рис. 4.7. Викиди шкідливих речовин на 1 пасажиря (існуюча структура)

Як видно з рис. 4.7. викиди шкідливих речовин в перерахунку на одного пасажиря від автобуса ЛАЗ-699 перевищують викиди від мікроавтобуса ГАЗ-322132, що пояснюється незадовільним технічним станом автобуса типу ЛАЗ.

Отже, спираючись на рис. 4.6. і 4.7. можна аргументовано стверджувати, що необхідно скорочення числа маршрутних таксі і заміна автобуса типу ЛіАЗ-677 на більш новий і перспективний тип автобуса.

Крім цього, необхідно провести перевірку згідно критерію безпеки дорожнього руху.

Беручи до розрахунків в залежності (1.9), що у 49 маршрутних таксі, які обслуговують пасажирський термінал «Річковий вокзал» будуть при в'їзді та виїзді виключно точки злиття і відгалуження отримаємо умовну складність даного терміналу:

$$m = 882,$$

що в 5,88 раз перевищує умовну небезпеку дуже складного перетину, величина якого становить 150 балів (див. рис. 4.8).

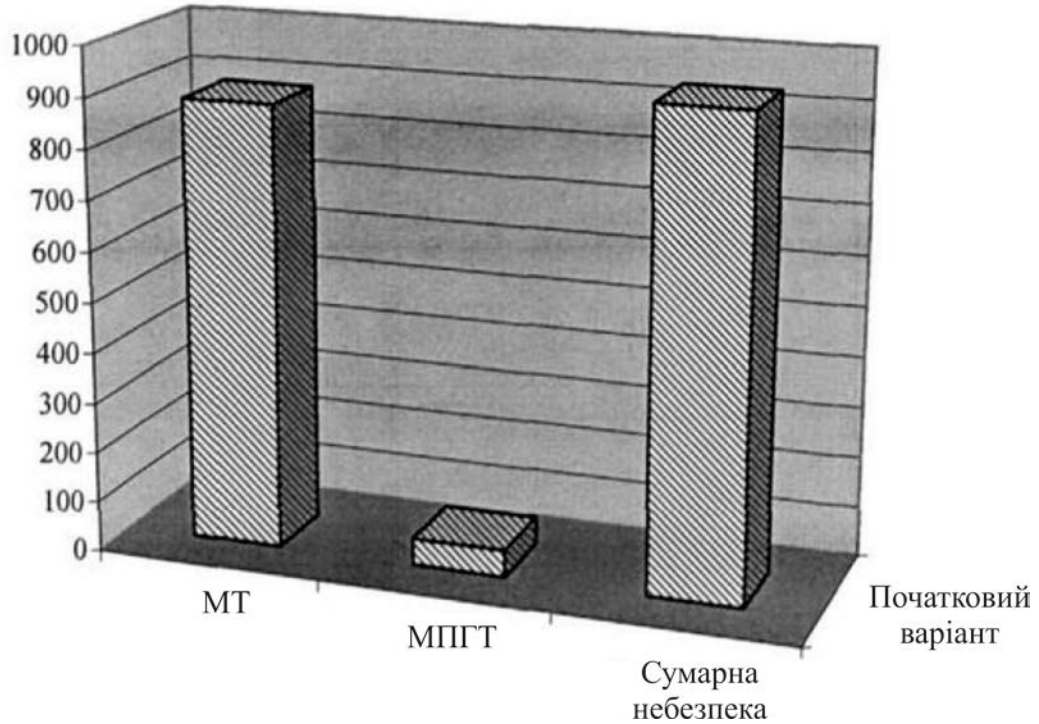


Рис. 4.8. Порівняльний аналіз умовної небезпеки учасників транспортного процесу

Також необхідно провести аналіз умовної небезпеки транспортних засобів (маршрутних таксі та міського пасажирського громадського транспорту (МПГТ)) в динаміці, що дозволить оцінити режими водіння транспортних засобів (див. рис. 4.9).

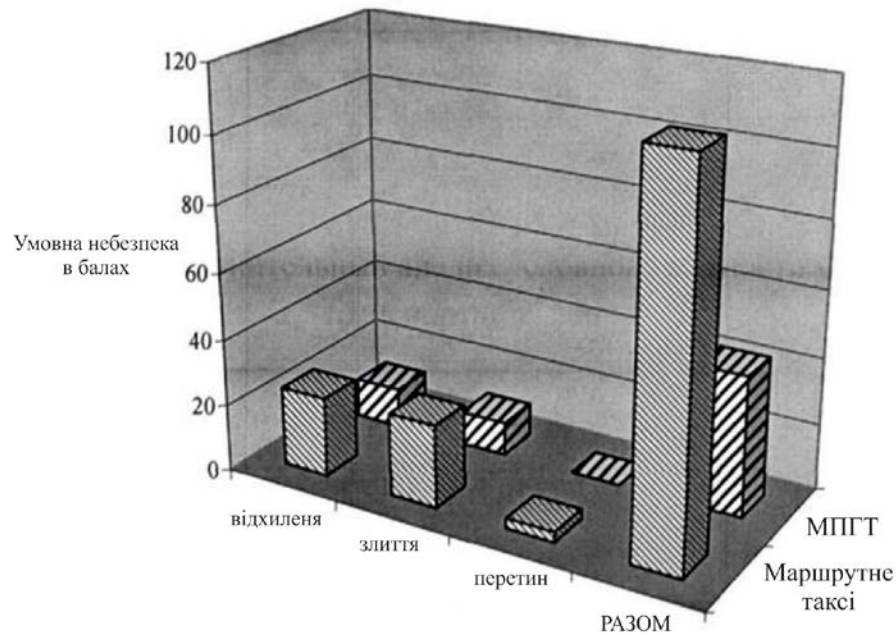


Рис. 4.9. Порівняльний аналіз умовної небезпеки транспортних засобів

Як видно з рис. 4.9. водії МПГТ створюють менше небезпечних ситуацій на вулично-дорожньої мережі, а як наслідок і ймовірність залучення в ДТП у них нижче.

Отже, необхідно скорочення числа маршрутних таксі, які обслуговують «Річковий вокзал».

Можна зробити висновок, що екологічна складова перевезень і складова безпеки дорожнього руху є своєрідними обмеженнями при розгляді всієї системи функціонування міського транспорту.

Основою судження про підвищення якості транспортного обслуговування населення буде орієнтація на переваги пасажирів, що можна оцінити за допомогою запропонованого раніше коефіцієнта задоволеності попиту на перевезення, а саме розгляду і порівняння, складових даного коефіцієнта.

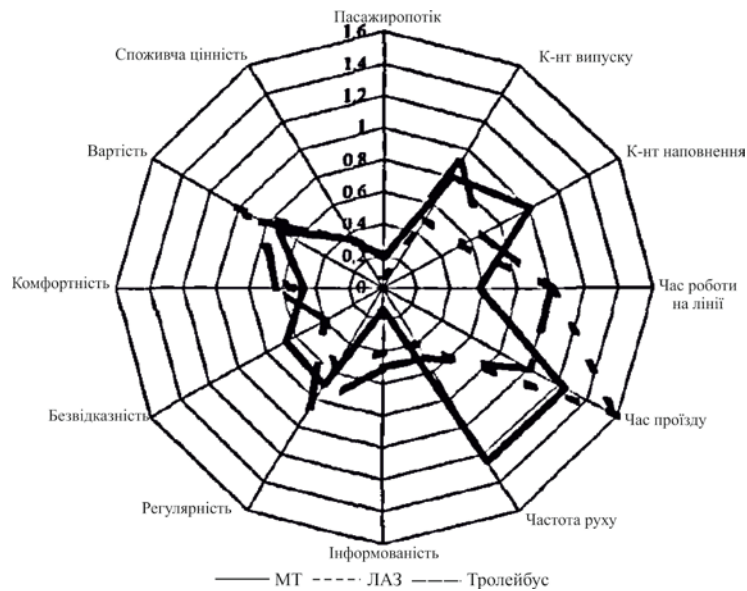


Рис. 4.10. Порівняння складових показника $K_{пер}$

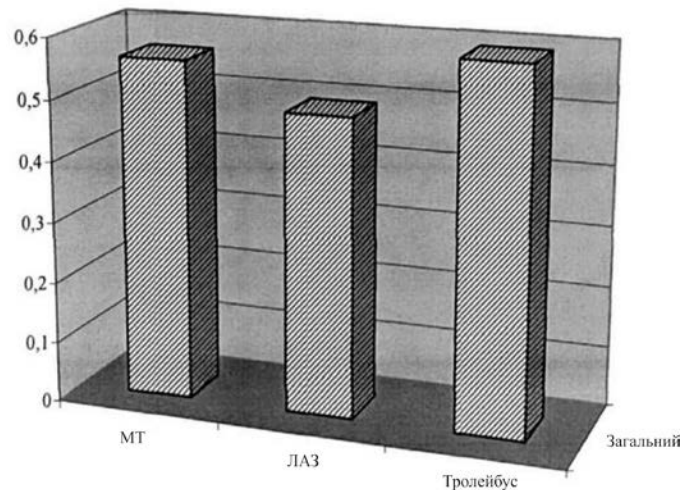


Рис. 4.11. Порівняння $K_{пер}$ до оптимізації

Згідно рис. 4.11 стає очевидним, що найбільшою мірою в такій структурі транспорту інтереси пасажирів задовольняє міський електричний транспорт.

Отже, виходячи з рис. 4.10 видно, що для більш кращого обслуговування пасажирів необхідний перегляд існуючої структури транспорту.

Описані вище розрахунки проілюстровані на рис. 4.12 - 4.14.

ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	
Зачисления на 1 км. пути	4,02
Вес автомобиля	42
Продольный уклон дороги	5
Помехонасыщенность	12
Интенсивность движения	365
Коэффициент сцепления	0,015
Длина маршрута	18

Считать Отмена

Скорость сообщения	22,39534903
Коэффициент сложности маршрута	0,5547201937
Предполагаемый расход топлива на маршруте	3,901333863
Выбросы вредных веществ (в г/км)	160,3861639
Выбросы вредных веществ (в г/км пасс.)	11,45629785
Экологически безопасная длина маршрута	2,29125957

Рис.4.12. Розрахунок екологічно безпечної довжини маршруту

Укажите количество типов подвижного состава, обслуживающего терминал

Количество типов

1
2
3

Принять

Рис. 4.13. Визначення кількості видів транспорту, що обслуговує термінал

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

ПАССАЖИРОПОТОКИ		ТИП И КОЛИЧЕСТВО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	
Автобус	732	ГАЗель	49
Маршрутные такси	1812	ЛАЗ	1
Троллейбус	1926	Т70117	1
Пешком	5250		
ИТОГО	9720		

ВРЕМЯ РАЗЪЕЗДА, мин		ПРОБЕГ ПО ТЕРРИТОРИИ, км	
Автобусов	40	При въезде	0,025
Маршрутных такси	2	При выезде	0,025

Принять Отмена

Выбросы вредных веществ от автобусов:		Выбросы вредных веществ от маршрутных такси:	
суммарные	99,525	суммарные	786,5155
валовые	0,029028125	валовые	224,9266804

Предельно допустимые выбросы: 79,29961203

КОЭФФИЦИЕНТЫ:	
- экологической безопасности перевозок	0,3525130015
- безопасности дорожного движения	0,1700680272
- удовлетворенности спроса на перевозки	0,4598765432
- ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТА	0,3020969615

Далее

Рис. 4.14. Розрахунок викидів шкідливих речовин від транспорту, що обслуговує термінал і розрахунок коефіцієнтів

Використовуючи залежності (2.17 - 2.19 і 2.6) знайдемо приватні коефіцієнти за критеріями і загальний коефіцієнт оптимізації структури транспорту:

$$K_{ек} = 0,35;$$

$$K_{бод} = 0, П;$$

$$K_{пер} = 0,46;$$

$$K_{ост} = 0,302.$$

Як вже було сказано вище, необхідно скорочення числа маршрутних таксі.

4.3.2. Аналіз структури транспорту (з урахуванням скорочення числа маршрутних таксі)

За коефіцієнтом екологічної безпеки отримуємо, що оптимальне число маршрутних таксі складе 29 штук (див. рис. 4.15.):

$$G = 78,78523 \text{ г / год.}$$

Тоді, умовна небезпека терміналу складе:

$$m = 522.$$

Після скорочення числа маршрутних таксі отримаємо наступні коефіцієнти:

$$K_{ек2} = 1,006;$$

$$K_{бод2} = 0,287;$$

$$K_{Пер2} = 0,459;$$

$$K_{ост2} = 0,51.$$

Шаг 1

Рекомендуемое число:

· маршрутных такси	29
· автобусов	1
· троллейбусов	1

Принять

КОЭФФИЦИЕНТЫ:

· экологической безопасности перевозок	1,006160732
· безопасности дорожного движения	0,2873563218
· удовлетворённости спроса на перевозки	0,4598765432
· ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТА	0,51033989739

Выберите различные типы подвижного состава, для обслуживания терминала

ЛАЗ-699	ЛиАЗ-5203
А201.10	ПА3-3205
Неоплан	ГАЗель
Т70117	Волканик
	МАН
	ЗиУ-682Г-012
	Скания

Выбор

Далее

Рис. 4.15. Вибір проектованої структури рухомого складу

Програма передбачає можливість оцінки експлуатаційних якостей різних типів рухомого складу, виходячи з переваг всіх учасників транспортного процесу (див. Рис. 4.15 і 4.16).

4.3.3. Аналіз структури транспорту (з урахуванням переваг всіх учасників транспортного процесу)

В ході анкетування респондентам, що пересуваються від Річкового вокзалу пішим ходом, було поставлено питання: «Чи скористалися б Ви новим, скороченим автобусним маршрутом до зупинки «Печерськ» з умовою проїзду в 4 грн.?». Порядку 1/3 респондентів відповіли ствердно на поставлене запитання.

Спираючись на отриману інформацію, і з огляду на коефіцієнти переваг респондентів (визначені в розділі 3), виходить наступний розподіл пасажиропотоку:

Таблиця 4.17

Пасажиропотік що прогнозується

Автобус	1817
Маршрутне таксі	3037
Тролейбус	3116
Пішки	1750
РАЗОМ	9720

Згідно з розрахунками і експлуатаційних якостей рухомого складу для освоєння наявного пасажиропотоку потрібно: 3 автобуси типу Богдан А201.10; 1 автобус типу ЛАЗ А152; 1 тролейбус; 18 маршрутних таксі ГАЗ-322132 (див. рис. 4.10).

Тоді маємо:

$$G = 42,36506 \text{ г / год};$$

$$m = 324.$$

Отже, отримуємо такі коефіцієнти:

$$K_{\text{прим}} = 2,525;$$

$$K_{\text{бодз}} = 0,463;$$

$$K_{\text{перз}} = 0,82;$$

$$K_{\text{остз}} = 0,985.$$

Шаг 2. Оптимальная структура транспорта, обслуживающего терминал
Согласно предложенной пассажиропотока и введения укороченного маршрута получено:

Распределение пассажиропотока по видам транспорта	
Автобус	1817
Маршрутное такси	3037
Тролейбус	3116
Пешком	1750
ИТОГО	9720

Тип и количество подвижного состава	
ЛАЗ-А183Н1	1
ЛАЗ-699	3
Богдан А201.10	18
ЛАЗ-3205	1

КОЭФФИЦИЕНТЫ:

- экологической безопасности перевозок	2,525114085
- безопасности дорожного движения	0,462962963
- удовлетворённости спроса на перевозки	0,8199588477
- ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТА	0,9859913461

ПОЛУЧЕНА ОПТИМАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ТРАНСПОРТА!!!

Рис. 4.16. Оптимальна структура транспорту

Отже, з урахуванням впливу інтересів всіх «сторін-учасників» транспортного процесу дана структура рухомого складу найбільш доцільна для більш кращого функціонування пасажирського терміналу «Річковий вокзал».

Проведені раніше обчислення наочно ілюструються наступними малюнками (рис. 4.17 і 4.18):

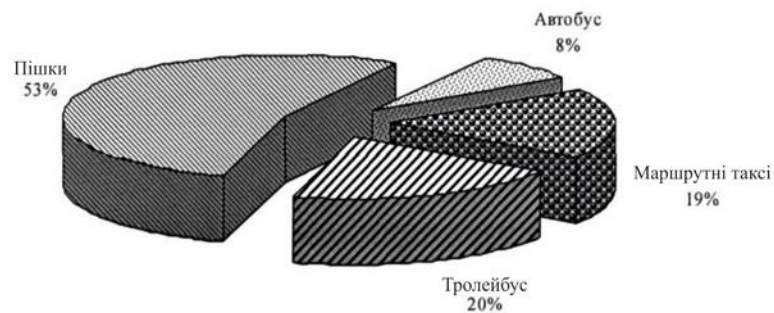


Рис. 4.17. Існуючий розподіл пасажиропотоку в терміналі "Річковий вокзал"

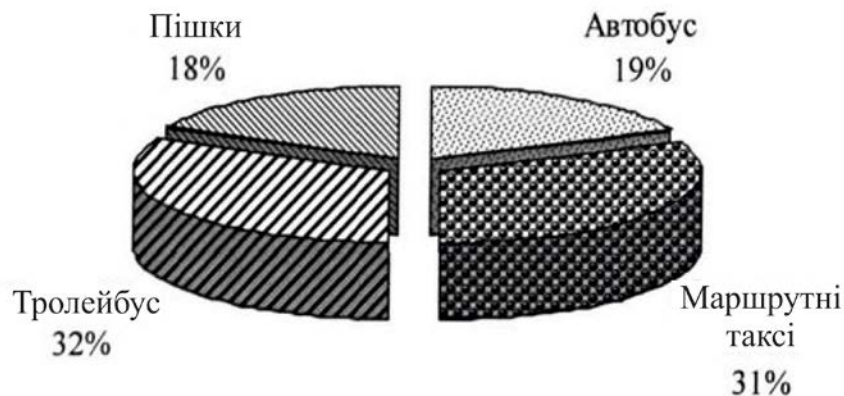


Рис. 4.18. Прогнозований розподіл пасажиропотоку в терміналі "Річковий вокзал"

4.4. Аналіз роботи автобусного маршруту

Пропонована програма дозволяє також оцінити і роботу окремо взятого маршруту, на підставі запропонованої методики.

Щоб перейти до оцінки маршруту необхідно при виклику процедури

«VOS» вказати відповідний вид розрахунку (див. рис. 4.19):

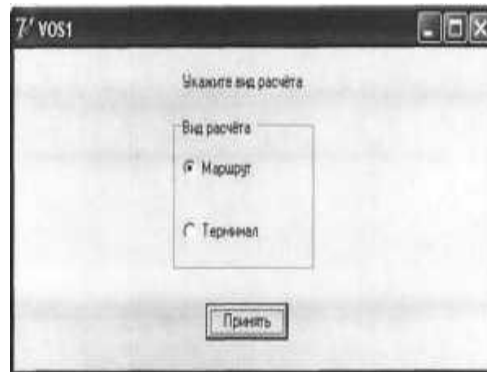


Рис. 4.19. Вибір виду розрахунку

4.4.1. Аналіз роботи маршруту №114 м. Київ

Як об'єкт аналізу був обраний автобусний маршрут №114.

Так як даний маршрут обслуговується автобусом типу Богдан А302.20 (ЛиАЗ-677), то для даної марки були проведені розрахунки (див. рис. 4.20).

Було зроблено припущення, що пасажиропотік становитиме 1817 чол. (з урахуванням коефіцієнтів переваг).

Крім цього, розрахунок коефіцієнта безпеки дорожнього руху проводився за формулою (2.19), а для розрахунків коефіцієнта екологічної складової перевізного процесу використовувалися дані табл. 4.7.

Виходячи із зроблених застережень, вийшли наступні коефіцієнти:

$$K_{екА302.20} = 1,2214$$

$$K_{бдА302.20} = 0,7021$$

$$K_{перА302.20} = 0,6764$$

$$K_{остА302.20} = 0,833979$$

Исходные данные:

ПАСАЖИРОПОТОК Автобус	1817	ТИП И КОЛИЧЕСТВО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	А302.20	1
ВРЕМЯ РАЗЪЕЗДА, мин. Автобусов	40	ДЛИНА МАРШРУТА, км.	7	
<input type="button" value="Принять"/> <input type="button" value="Отмена"/>				
Выбросы вредных веществ от автобусов:				
суммарные	61,7945			
валовые	0,142			
Предельно допустимые выбросы:				
	78,654			
КОЭФФИЦИЕНТЫ:				
- экологической безопасности перевозок				1,2214
- безопасности дорожного движения				0,7021
- удовлетворённости спроса на перевозки				0,6764
- ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТА				0,833976
<input type="button" value="Далее"/>				

Рис. 4.20. Розрахунки для автобуса А302.20

Як видно, коефіцієнт оптимізації структури транспорту на маршруті досить високий за рахунок незначних викидів шкідливих речовин (тому що працює всього один автобус) і непоганого коефіцієнта безпеки дорожнього руху (тому що автобус робить незначну кількість перебудовань і сприятливих умов роботи водія).

В п.4.3.3 було виявлено, що більш ефективним типом автобуса буде автобус марки ЛАЗ А183N1.

Але, тому що за розрахунками виявилось, що на маршруті буде потрібно 1 автобус типу ЛАЗ А183N1, то доцільно для більш кращого обслуговування пасажирів використовувати 3 автобуси типу ЛАЗ А183N1.

Розрахунок викидів шкідливих речовин будуть проводитися за формулою (2.14), а вихідні дані для розрахунку зведені в таблицю 4.18:

Таблиця 4.18

Вихідні дані (для автобуса марки ЛАЗ А183N1)

	g_{np}	t_{np}	g_L	L	g_{cx}	t_{cx}
CO	8,9	11	6,2		4,6	1
CH	1,3	1	1,1	1	0,5	1
NOx	1,25	1	2,7	7	0,61	1
S02	0,123	1	0,85	7	0,1	1
З	0,12	1	0,3	7	0,03	1

Результати розрахунків наведені на рис. 4.21.

The screenshot shows the VOSA software interface with the following data:

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- ПАССАЖИРОПОТОК: Автобус 1817
- ТИП И КОЛИЧЕСТВО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА: ЛАЗ А183N1, 3
- ВРЕМЯ РАЗЪЕЗДА, мин: Автобусов 15
- ДЛИНА МАРШРУТА, км: 7

Buttons: **Принять**, **Отмена**

Выбросы вредных веществ от автобусов:

- суммарные: 71,7945
- ветловые: 0,1675

Предельно допустимые выбросы: 78,654

КОЭФФИЦИЕНТЫ:

- экологической безопасности перевозок: 1,0966
- безопасности дорожного движения: 0,6437
- удовлетворенности спроса на перевозки: 0,8764
- ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТА: 0,852

Button: **Далее**

Рис. 4.21. Розрахунки для автобуса марки ЛАЗ А183N1

Отримано такі викиди шкідливих речовин від учасників транспортного процесу (див. Рис. 4.22).

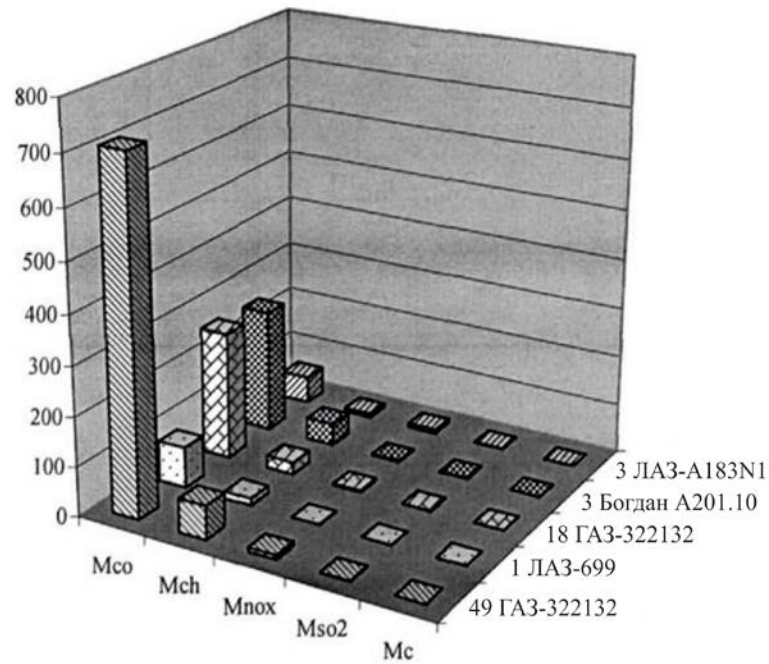


Рис 4.22. Сумарні викиди шкідливих речовин від пасажирського транспорту, який обслуговує термінал «Річний вокзал»

Однак більш наочне уявлення про екологічну безпеку дають викиди шкідливих речовин в перерахунку на одного пасажера (рис. 4.23 і 4.24).

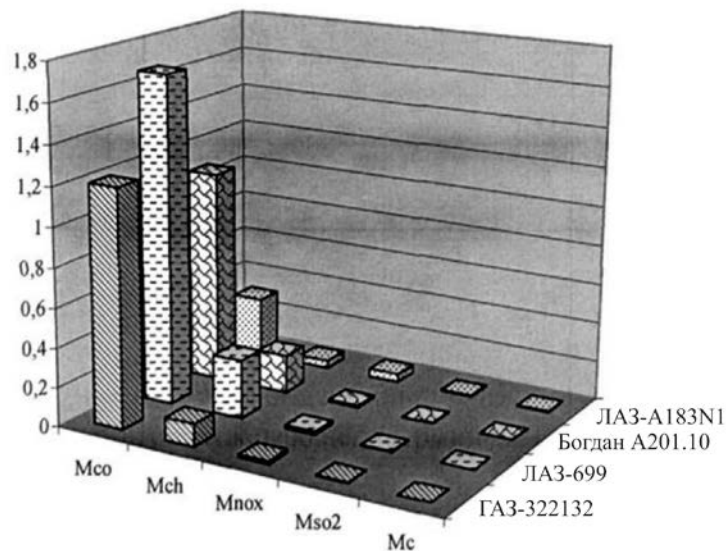


Рис. 4.23. Викиди шкідливих речовин від пасажирського транспорту, що обслуговує термінал "Річковий вокзал" (на 1 пасажера)

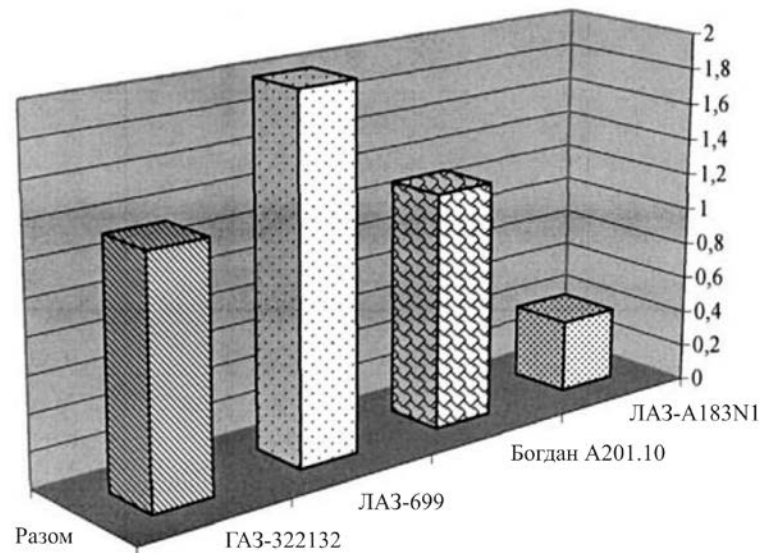


Рис. 4.24. Сумарні викиди шкідливих речовин на 1 пасажира, від різних типів рухомого складу

Очевидно, що автобуси типу Богдан А201.10 і ЛАЗ-А183Н1 найбільш екологічно безпечні.

Крім цього, необхідно здійснити перевірку згідно критерію безпеки дорожнього руху (див. рис. 4.25 і 4.26).

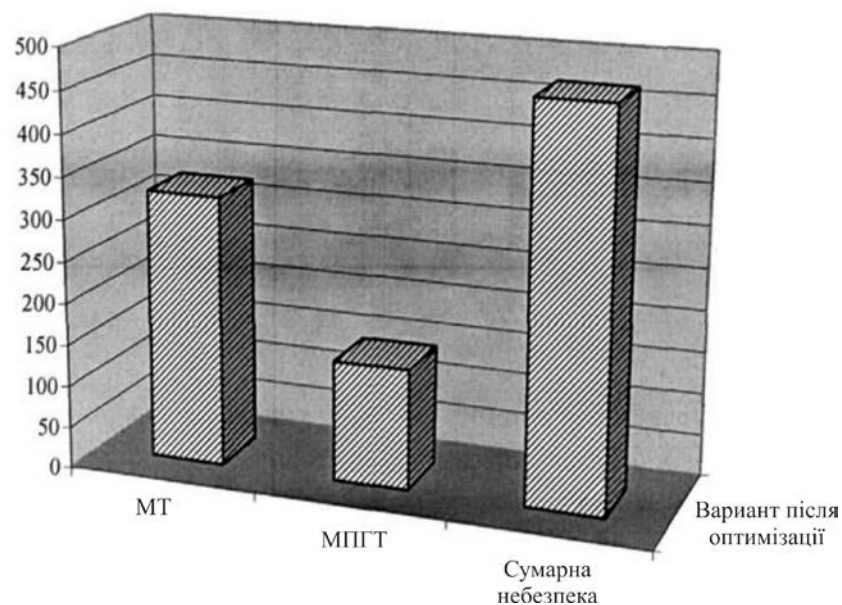


Рис. 4.25. Порівняльний аналіз умовної небезпеки транспортних засобів (після оптимізації)

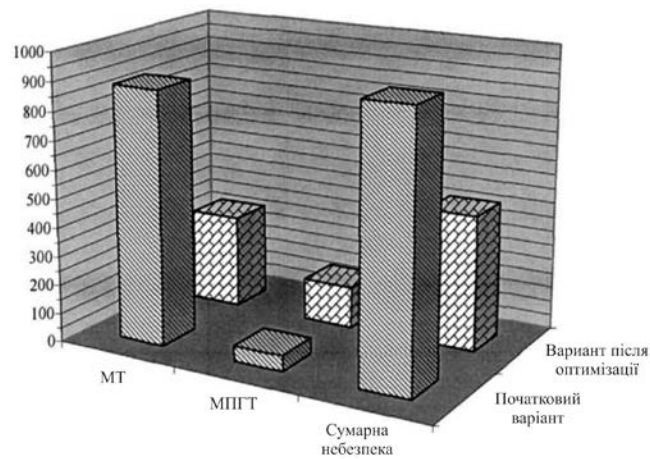


Рис. 4.26. Порівняння транспортних засобів по умовної небезпеки

Проведений аналіз показав, що прийняті рішення по оптимізації структури транспорту з точки зору екології і безпеки руху правильні.

Також була проведена перевірка на оптимальність структури транспорту з точки зору споживача послуг (див. Рис. 4.27 - 4.29).

Таким чином, вийшли наступні коефіцієнти:

$$K_{екA183N1} = 1,0966,$$

$$K_{бдA183N1} = 0,6437;$$

$$K_{перA183N1} = 0,8764,$$

$$K_{остA183N1} = 0,852.$$

Як видно, коефіцієнт оптимізації структури транспорту на маршруті зріс на 1,8% причому за рахунок збільшення коефіцієнта задоволеності попиту на перевезення.

Якщо використовувати в терміналі «Річковий вокзал» 3 автобуси (замість 1) типу А183N1, тоді необхідно провести перевірку структури транспорту (див. рис. 4.30).

Для пропонованої структури транспорту вийшли наступні коефіцієнти:

$$K_{ек} = 2,501;$$

$$K_{бод} = 0,4617;$$

$$K_{пер} = 0,85996;$$

$$K_{ост} = 0,99П.$$

В п.4.3.3 були отримані наступні коефіцієнти:

$$K_{екз} = 2,525;$$

$$K_{бодз} = 0,463;$$

$$K_{перз} = 0,82;$$

$$K_{остз} = 0,985.$$

В остаточному підсумку, коефіцієнт оптимізації структури транспорту зріс, але незначно. Однак коефіцієнти екологічної безпеки та безпеки дорожнього руху зменшилися, хоча і коефіцієнт задоволеності попиту на перевезення зріс.

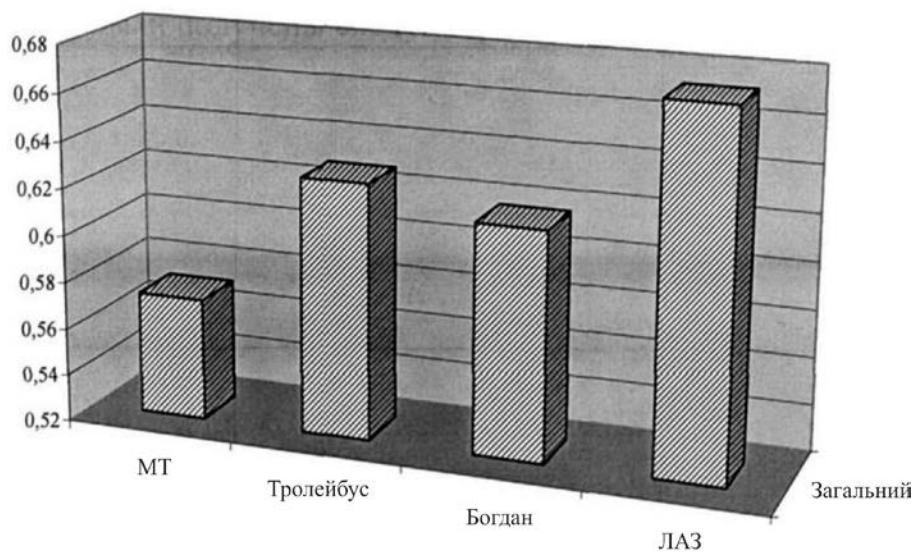


Рис. 4.27. Порівняння $K_{пер}$ після оптимізації

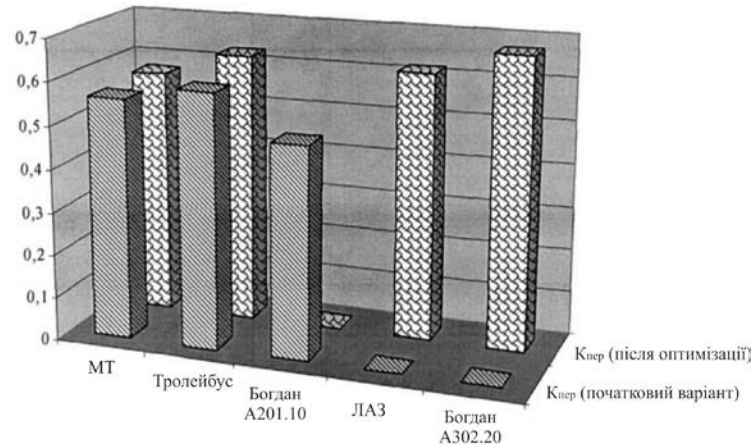


Рис. 4.28. Порівняльний аналіз варіантів (по $K_{пер}$)

Рис. 4.28 наочно показує, що рівень задоволеності попиту на перевезення у автобусів типу Богдан А302.20 і ЛАЗ А183N1 значно високі, а введення цих типів автобусів на лінію дозволяє підняти рівень задоволеності попиту по всьому його складових (див. рис. 4.29).

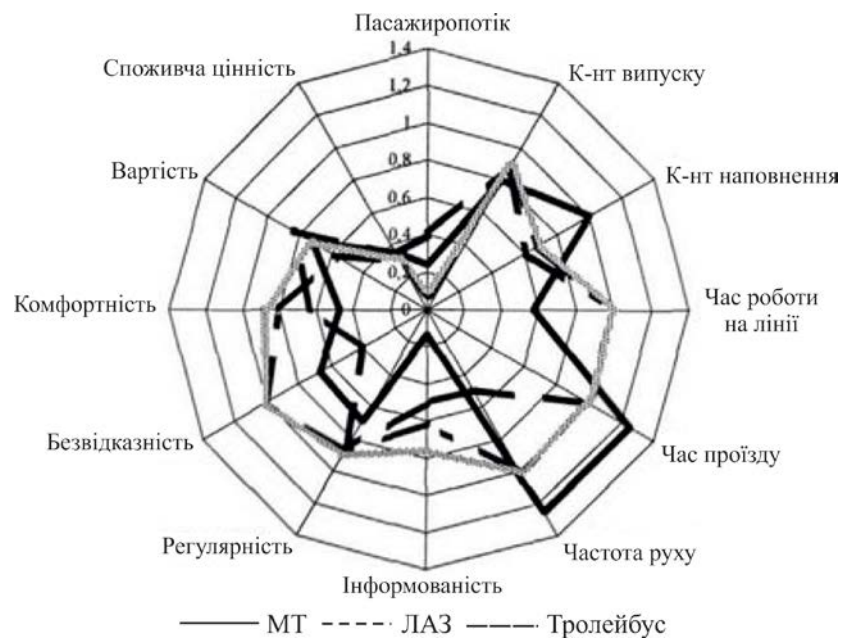


Рис. 4.29. Аналіз складових $K_{пер}$ після оптимізації

YOSForm132

Шаг 2. Оптимальная структура транспорта, обслуживающего терминал.
Согласно предпочтениям пассажиров и введения укороченного маршрута получено:

Распределение пассажиропотока по видам транспорта	
Автобус	1817
Маршрутные такси	3037
Тролейбус	3116
Пешком	1750
ИТОГО	9720

Тип и количество подвижного состава	
Волканин	1
ПАЗ-3205	3
ГАЗель	18
Экв-532Г-012	1

Принять

КОЭФФИЦИЕНТЫ:	
-экологической безопасности перевозок	2,525114085
-безопасности дорожного движения	0,462962963
-удовлетворенности спроса на перевозки	0,819569477
-ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТА	0,3855913461

ПОЛУЧЕНА ОПТИМАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ТРАНСПОРТА!!!

Рис. 4.30. Перевірка на оптимальність структури транспорту

Таким чином, можна зробити висновок, що запропонована методика визначення структури транспорту дозволяє оптимально підібрати тип і кількість рухомого складу в будь-якій точці вулично-дорожньої мережі.

Після визначення оптимальної структури транспорту на будь-якому маршруті необхідно провести перевірку для терміналу.

Проведені раніше обчислення наочно ілюструються наступними малюнками (рис. 4.31 і 4.32):

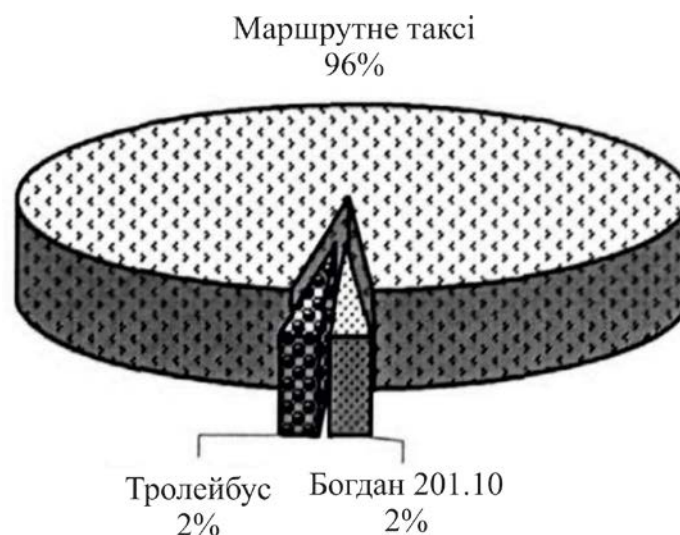


Рис. 4.31. Існуюча структура транспорту, що обслуговує термінал "Річковий вокзал"

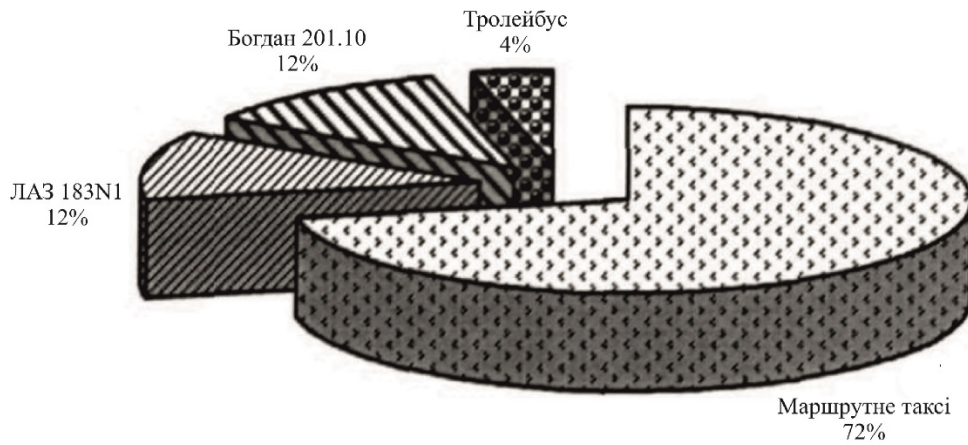


Рис. 4.32. Пропонована структура транспорту, що обслуговує термінал "Річковий вокзал"

Отже, можна реально говорити про поліпшення процесу міських пасажирських перевезень, з цільовою функцією транспортного обслуговування населення, при обмеженнях по екологічній безпеці перевізного процесу та безпеки дорожнього руху (рис. 4.33 і 4.34).

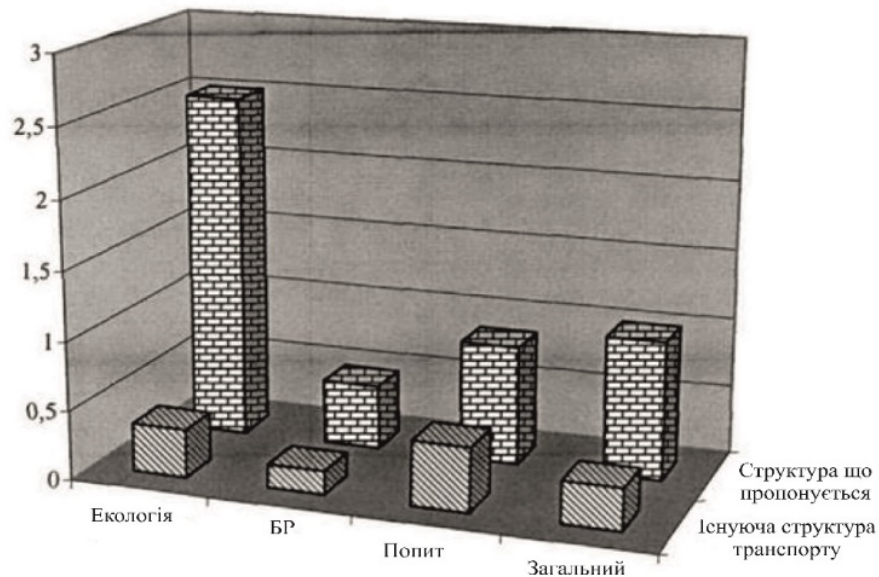


Рис. 4.33. Порівняльний аналіз структур транспорту, що обслуговує термінал "Річковий вокзал"



Рис. 4.34. Порівняльний аналіз двох варіантів (для терміналу "Річковий вокзал")

4.4.2. Аналіз роботи маршрутів м. Бориспіль Київської області.

Також, з метою оптимізації, був проведений аналіз перевезень на найбільш пасажіронапружених маршрутах м. Бориспіль Київської області. Були отримані наступні результати:

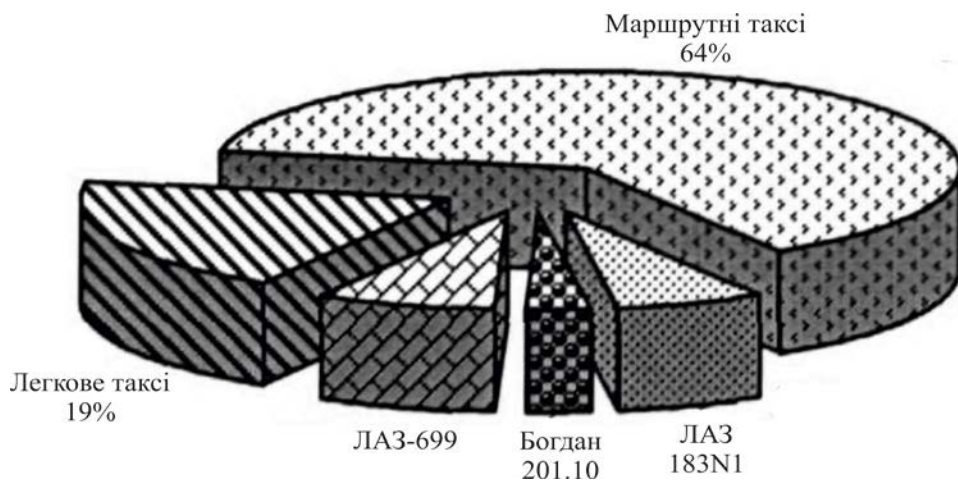


Рис. 4.35. Існуюча структура транспорту в м. Бориспіль

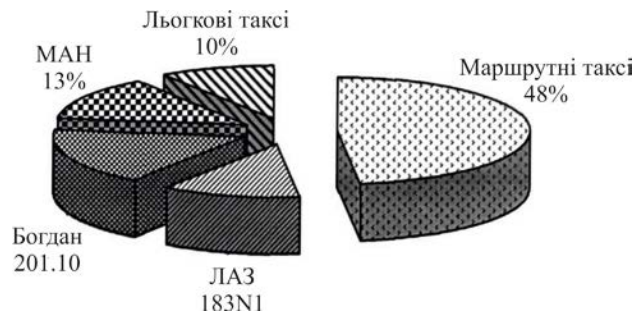


Рис. 4.36. Пропонована структура транспорту в м. Бориспіль

При порівнянні структур транспорту за показниками екології, попиту і безпеки руху отримані наступні результати:

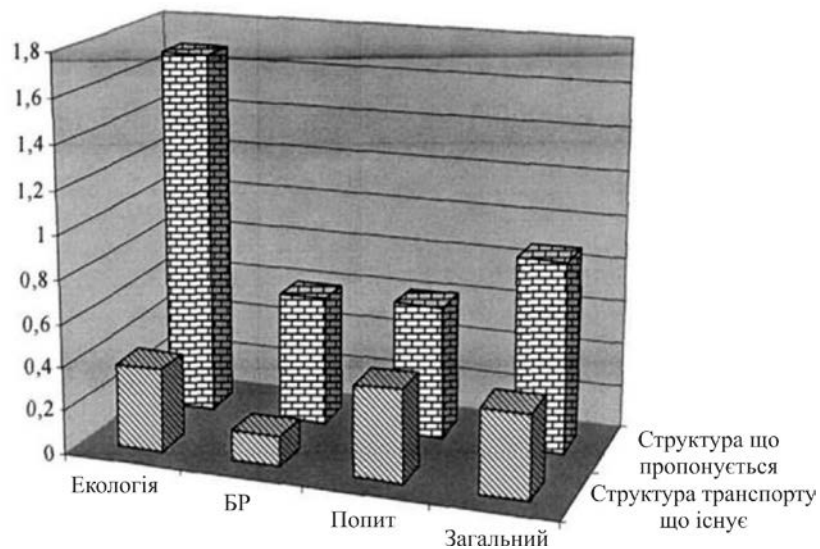


Рис. 4.37. Порівняльний аналіз структур транспорту в м. Бориспіль



Рис. 4.38. Порівняльний аналіз двох варіантів в м. Бориспіль

4.5. Висновки до розділу

1. Застосування розробленої методики для оптимізації структури транспорту, що обслуговує термінал «Річковий вокзал» м. Київ і основні міські маршрути в м. Бориспіль Київської області дозволило визначити оптимальну структуру транспорту для цих об'єктів.

2. У пасажирському терміналі «Річковий вокзал» рекомендовано скоротити число маршрутних таксі на 63%; замінити автобус ЛАЗ-699 на більш перспективний автобус типу ЛАЗ 183N1; ввести укорочені маршрути протяжністю до 2,5 км, на яких рекомендовано працювати автобусам типу Богдан 201.10. Це дозволить знизити викиди CO на 68%, СН на 7%; умовна небезпека по конфліктним точкам знизиться на 50%; задоволеність попиту на перевезення зросте на 64%.

3. В м. Бориспіль на ряді основних пасажиронапружених маршрутах рекомендовано змінити структуру транспорту шляхом скорочення числа маршрутних таксі на 41%; введення автобусів великого класу типу «МАН», «Сканія»; зниження числа легкових автомобілів таксі на 65%. Запропоновані рекомендації дозволять поліпшити екологічну обстановку шляхом скорочення викидів CO на 54%, СН на 13%; знизити умовну небезпеку по конфліктним точкам на 44%; збільшити задоволеність попиту на 56%.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ

1. Розроблено та реалізовано у вигляді комп'ютерної програми методика оптимізації структури міського транспорту, в системі індивід - оператор ринку транспортних послуг - суспільство в цілому, що містить ряд нових положень і базується на критерії, що враховують задоволеність попиту на перевезення, екологічність перевезень і безпека дорожнього руху.

Запропонована методика і програмні засоби дозволяють оцінювати оптимальність структури транспорту, що обслуговує існуючу транспортну мережу, вибирати раціональні види рухомого складу і їх кількість при новому проектуванні та модернізації останньої.

2. Задоволеність попиту на перевезення пропонується оцінювати за допомогою показника рівня пасажирського сервісу доповненого такими складовими, як розподіл пасажиропотоків за видами транспорту, коефіцієнт випуску автомобілів на лінію, регулярність руху, споживча вартість поїздки. Комфортність переміщення пасажирів в маршрутних таксі додатково пропонується розглядати як сукупність факторів, що відображають розташування місць для сидіння і шум прискорення.

3. Розроблено методику та виконано обстеження пасажирських потоків і швидкісних параметрів руху міського транспорту, що дозволяє апроксимувати швидкість повідомлення у вигляді рівняння регресії, як функцію, залежну від наступних факторів: число вповільнень на один кілометр шляху; завантаження автомобіля; дисперсія ухилу поздовжнього профілю; перешкодонасиченість маршруту; інтенсивність дорожнього руху.

3.1. Встановлено, що швидкості повідомлення підкоряються нормальному закону розподілу з наступними характеристиками, що лежать в межах: $V_3=23,03 \dots 24,32$ км / год; $\sigma = 1,91 \dots 2,71$; $v = 8 \dots 11,7\%$; $\chi^2= 4,37 \dots 8,69$.

Найбільший вплив на швидкість повідомлення надає число вповільнень на один кілометр шляху. В середньому, відбувається близько 4,2 вповільнень на один кілометр. Збільшення числа вповільнень на 10% знижує швидкість сполучення в середньому на 6%.

3.2. Інтенсивність руху (300 автомобілів на годину і вище) надає вплив на швидкість повідомлення. Збільшення інтенсивності руху на 5% веде до зниження швидкості повідомлення в середньому на 2%.

3.3. Збільшення завантаження автомобіля в основному впливає на швидкість повідомлення маршрутних таксі. Ефект виникає за рахунок заповнення салону. Так, збільшення завантаження транспортного засобу на 15% дозволяє підняти швидкість повідомлення на 7%.

3.4. Отримана регресійна залежність дозволяє розрахувати коефіцієнт складності маршруту та виявляти закономірність витрати палива на ньому, що визначає і екологічну складову перевезень.

4. Розроблена методика і програмні засоби дозволили виявити такі основні фактори, що впливають на структуру транспорту: характеристики пасажиропотоку; техніко-експлуатаційні та екологічні показники транспортних засобів; викиди шкідливих речовин; безпека дорожнього руху; споживча цінність поїздки.

5. Розроблена методика для оптимізації структури транспорту обслуговуючого термінал «Річковий вокзал» і основні міські маршрути м. Бориспіля. Це дозволило рекомендувати:

5.1. в пасажирському терміналі «Річковий вокзал»: скоротити число маршрутних таксі на 63%; замінити автобус ЛАЗ-699 на більш перспективний автобус типу ЛАЗ 183N1; ввести укорочені маршрути протяжністю до 2,5 км, на яких рекомендовано працювати автобусам типу Богдан 302.20. Це дозволить знизити викиди CO на 68%, СН на 7%; умовна небезпека по конфліктним точкам знизиться на 50%; задоволеність попиту на перевезення зросте на 64%;

5.2. В м. Бориспіль: на ряді основних пасажиронапружених

маршрутах змінити структуру транспорту шляхом скорочення числа маршрутних таксі на 41%; введення автобусів великого класу типу «МАН», «Сканія»; зниження числа легкових автомобілів таксі на 65%. Запропоновані рекомендації дозволять поліпшити екологічну обстановку шляхом скорочення викидів СО на 54%, СН на 13%; знизити умовну небезпеку по конфліктним точкам на 44%; збільшити задоволеність попиту на 56%.

Перелік використаних джерел

1. Авен О.І. Оптимізація транспортних потоків / О.І. Авен, Е.С. Ловецкий, Г.Є. Моїсеєнко. - М.: Наука, 1985.
2. Автомобільні перевезення і організація дорожнього руху: Довідник / Пер. з англ. - М.: Транспорт, 1981.
3. Адлер Ю.П. Планування експерименту при пошуку оптимальних умов / Ю. П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановський. - М.: Наука, 1976.
4. Антоношвілі М.Є. Оптимізація міських автобусних перевезень / М.Є. Антоношвілі, С.Ю. Ліберман, І.В. Спирін. -М.: Транспорт, 1985.
5. Ахметзянов А. Моделювання вантажних і пасажирських потоків в місті та регіоні / А. Ахметзянов // Логінфо. - 2002 - №2.
6. Ахназарова С.Л. Методи оптимізації експерименту в хімічній технології / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафарів. -М.: Вища школа, 1985.
7. Бабков В.Ф. Дорожні умови і безпека руху / В.Ф. Бабков. - М.: Транспорт, 1982.
8. Балян Г.Г. Підвищення ефективності використання автобусів і маршрутних таксі в містах в міжпікові періоди: дис ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Г.Г. Балян. -М., 1983.
9. Безбородова Г.Б. Моделювання руху автомобіля / Г.Б. Безбородова, Г.В. Галушко. - Київ: Вища школа, 1978.
10. Ю.Беляев В.М. Термінальні системи перевезень вантажів автомобільним транспортом / В.М. Беляєв. - М.: Транспорт, 1987.
11. Бенсон Д. Транспорт і доставка вантажів: перек. з англ. / Д. Бенсон, Дж. Уайтхед. - М.: Транспорт, 1990.
12. Блатні М.Д. Пасажирські автомобільні перевезення / М.Д. Блатних. - М.: Транспорт, 1981.

13. Богацький Г.П. Дослідження пропускнуої здатності автомагістралей / Г.П. Богацький, Е.І. П'ятигорська // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. - Київ, 1974. № 15. С. 17 -25.
14. Бойко Г.В. Про роботу маршрутних таксі в аспекті безпеки дорожнього руху / Г.В. Бойко // ІХ регіональна конференція молодих дослідників Волгоградської області: тези доповідей. - Волгоград, 2005.
15. Бойко Г.В. Пасажирський термінал як одна з форм сервісу в пасажирських перевезеннях / Г.В. Бойко // Теорія, практика і перспективи розвитку сучасного сервісу: матер, межвуз. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів .: ВФ МГУС. - Волгоград, 2006.
16. Бойко Г.В. До питання про транспортне обслуговування населення маршрутними таксі / Г.В. Бойко, А.І. Августинович, А.В. Гонтар // XVI Міжнародна Інтернет-конференція молодих вчених та студентів з проблем машинознавства (МІКМУС - 2004) .: Інститут машинознавства ім. А.А. Благонравова РАН. - Москва, 2004.
17. Бойко Г.В. Деякі характеристики пасажирського терміналу / Г.В. Бойко, С.В. Ганзин, В.А. Гудков // Прогрес транспортних засобів і систем - 2002. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. - Волгоград, 2002.
18. Бойко Г.В. Дослідження впливу дорожніх факторів на швидкість повідомлення / Г.В. Бойко, С.В. Ганзин, А.А. Ревін // XVII Міжнародна Інтернет-конференція молодих вчених та студентів з проблем машинознавства (МІКМУС - 2005) .: Інститут машинознавства ім. А.А. Благонравова РАН. - Москва, 2005.
19. Бойко Г.В. Дослідження особливостей роботи маршрутних таксі / Г.В. Бойко, С.В. Ганзин, А.А. Ревін // Прогрес транспортних засобів і систем - 2005. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. - Волгоград, 2005.

20. Бойко Г.В. Деякі питання оптимізації структури рухомого складу в великих пасажироутворюючих і пересадочних пунктах / Г.В. Бойко, С.В. Ганзин, А.А. Ревін // Изв. ВолгГТУ. Сер. Транспортні наземні системи: Межвуз. зб. науч. статей / ВолгГТУ. - Волгоград, 2004. - Вип. 1, №3.
21. Бойко Г.В. За плечу чи «маршруткам» екологічність і безпека / Г.В. Бойко, С.В. Ганзин, А.А. Ревін // Вантажне і пасажирське автогосподарство: щомісяця. виробничо-техн. журнал для керівників АТП. -2005, №11.
22. Бойко Г.В. Витрата палива як екологічна складова експлуатації автомобіля / Г.В. Бойко, С.В. Ганзин, А.А. Ревін // XVII Міжнародна Інтернет-конференція молодих вчених та студентів з проблем машинознавства (МІКМУС - 2005) .: Інститут машинознавства ім. А.А. Благонравова РАН. - Москва, 2005.
23. Бойко Г.В. До питання про роботу пасажирського транспорту у великих пересадочних пунктах / Г.В. Бойко, А.А. Ревін // XVI Міжнародна Інтернет-конференція молодих вчених та студентів з проблем машинознавства (МІКМУС - 2004) .: Інститут машинознавства ім. А.А. Благонравова РАН. - Москва, 2004.
24. Болоненков Г.В. Удосконалення обслуговування населення маршрутними таксі / Г.В. Болоненков, Е.Е. Мун, А.В. Колесник. - М., 1981.
25. Брайловський Н.О. Моделювання транспортних систем / Н.О. Брайловський Б.І. Грановський. - М .: Транспорт, 1988.
26. Бурдонова Ж.П. Методи оцінки багатофакторності і стратегій логістичних процесів / Ж.П. Бурдонова, Н.В. Книшева // Транспортні стратегії руху товару: межвуз. наук. зб. - Саратов: Саратов, держ. техн. ун-т., 1999.
27. Варелопуло Г.А. Організація руху та перевезень на міському пасажирському транспорті / Г.А. Варелопуло. - М .: Транспорт, 1990.

28. Вельможін А.В. Ефективність міського пасажирського громадського транспорту: Монографія / А.В. Вельможін, В.А. Гудков, А.В. Куликов, А.А. Серіков. - Волгоград, 2002.
29. Вельможін А.В. Теорія організації та управління автомобільними перевезеннями: логістичний аспект формування перевізних процесів: Монографія / А.В. Вельможін, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. - Волгоград, РПК Політехнік, 2001.
30. Вельможін А.В. Теорія транспортних процесів та систем / О.В. Вельможін В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. - М.: Транспорт, 1998.
31. Воробйов, О.Г. Інженерний захист навколишнього середовища: Навчальний посібник / За ред. Г.О. Воробйова - СПб.: Лань, 2002.
32. Гмурман В.Є. Теорія ймовірностей і математична статистика: навч. посібник для вузів. - 5-е изд. перераб. і доп. / Є.В. Гмурман. - М.: Вища школа, 1977.
33. Говорущенко Н.Я. Основи теорії експлуатації автомобілів / Н.Я. Говорущенко. - Київ: Вища школа, 1971.
34. Гришкевич А.І. Автомобілі. Теорія / А.І. Гришкевич. Мн.: Виш. шк., 1986.
35. Громов, М.М. Управління на транспорті / М.М. Громов, В.А. Персіянами. - М.: Транспорт, 1990.
36. Гудков В.А. Технологія, організація і управління пасажирськими автомобільними перевезеннями: навч. для вузів / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин; під ред. Л.Б. Миротин. -М.: Транспорт, 1997.
37. Гудков В.А. Логістика: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів транспортних спеціальностей / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин С.А. Ширяєв. - Волгоград, РПК Політехнік, 2002.
38. Гудков В.А. Взаємодія видів транспорту: навчальний посібник / В.А. Гудков В.Н. Тарновський. - Волгоград, ВолгГТУ, 1993.
39. Гудков В.А. Методика квотування числа пасажирських автотранспортних засобів за критерієм екологічної безпеки / В.А.

- Гудков В.Н. Федотов, Г.А. Чернова // Екологічні прилади та системи, -2004.-№7.
40. Гудков В. А. Методика квотування числа пасажирських автотранспортних засобів за критерієм екологічної безпеки / В.А. Гудков В.Н. Федотов, Г.А. Чернова // Вісник транспорту, - 2004. - №7.
41. Дажін А.В. Приватний перевізник в міському пасажирському транспорті / А.В. Дажін // Автомобільний транспорт, - 2000. - №6.
42. Частка, В.К. Теоретичні основи і методи організації маршрутних автобусних перевезень пасажирів у великих містах: дис ... д.т.н.: 05.22.10 / В.К. Доля. -М .: Транспорт, 1993.
43. Дрю Д.Р. Теорія транспортних потоків і управління ними / Д.Р. Дрю. - М .: Транспорт, 1972.
44. Дьяков А.Б. Екологічна безпека автомобіля / А.Б. Дьяков і ін. - Транспорт, 1984.
45. Дьяков А.Б. Екологічна безпека транспортних потоків / А.Б. Дьяков і ін. -М .: Транспорт, 1989.
46. Єдина транспортна система і автомобільні перевезення: Підручник для студентів вузів. - 2-е изд., Перераб. і доп. / Л.Л. Афанасьєв, Н.Б. Островський, С.М. Цукерберг. -М .: Транспорт, 1984.
47. Єрмаков, С.М. Курс статистичного моделювання / С.М. Єрмаков. - М .: Наука, 1976.
48. Єрмілов Ф.І. Вплив параметрів гірських доріг на експлуатацію автомобілів / Ф.І. Єрмілов // Тр. конференції по теорії і розрахунку автомобілів, що працюють в гірських умовах. - Тбілісі: Мацніереба, 1968.
49. Звонов В.А. Токсичність двигунів внутрішнього згорання / В.А. Дзвонів. -М .: Машинобудування, 1981.
50. Зирянов В.В. Критерії оцінки умов руху і моделі транспортних потоків / В.В. Зирянов. - Кемерово, 1993.

51. Іларіонов В.А. Експлуатаційні властивості автомобіля / В.А. Іларіонов. -М .: Машинобудування, 1966.
52. Калужський, Я.А. Застосування теорії масового обслуговування в проектуванні автомобільних доріг / Я.А. Калужський і ін. - М .: Транспорт, 1969.
53. Канторович Л.В. Проблеми ефективного використання і розвитку транспорту / Л.В. Канторович. -М .: Наука, 1989.
54. Капітанів, В.Т. Керування транспортними потоками в містах / В.Т. Капітанів, Є.Б. Хілажієв. - М .: Транспорт, 1985.
55. Клепик Н.К. Статистична обробка експерименту в задачах автомобільного транспорту: навч, посібник / Н.К. Клепик. - Волгоград, 1996.
56. Клинковштейн Г.А. Організація дорожнього руху: навч, для вузів / Г.А. Клинковштейн, М.Б. Афанасьєв. -М .: Транспорт, 2001.
57. Коноплянко В.І. Організація та безпека дорожнього руху: підручник для вузів / В.І. Коноплянко. - М .: Транспорт, 1985.
58. Кравченко Е.А. Основи управління якістю транспортного обслуговування населення: навч, посібник: Кубан. держ. технол. ун-т / Е.А. Кравченко. - Краснодар, 1997.
59. Кравченко Е.А. Підвищення якості обслуговування населення та розробка систем управління автобусними перевезеннями за видами сполучень на основі комплексного критерію якості в умовах ринкових відносин: автореф. дисс ... д.т.н .: 05.22.10 / Е.А. Кравченко. - Волгоград, 1998.
60. Крамаренко Г.В. Технічна експлуатація автомобілів / Г.В. Крамаренко та ін. - М .: Транспорт, 1984.
61. Красніков А.Н. Закономірності руху на багатосмугових автомобільних дорогах / О.М. Красніков. -М .: Транспорт, 1988.
62. Краснощеков П.С. Принципи побудови моделей / П.С. Краснощеков, А.А. Петров. - М .: Изд-во МГУ, 1983.

63. Короткий автомобільний довідник. - 2-е вид. перераб. і доп. / В.Б. Кісуленко і ін-М.: Трансконсалтінг, 2004.
64. Кудрявцев, О.К. Транспорт міських центрів / О.К. Кудрявцев. - М.: Транспорт, 1978.
65. Курганов В.М. Логістика і міські пасажирські перевезення / В.М. Курганов // Бізнес і логістика. - М., 2002. - с. 96-98.
66. Лахно Р.П. Про типізації дорожніх умов експлуатації автомобільного транспорту СРСР / Р.П. Лахно. - Тр. НАМИ, 1970, вип. 22
67. Леонтьєв Р.Г. Прогнозування авіапотоків і оптимізація управління повітряної транспортною системою / Р.Г. Леонтьєв. - М.: Наука, 1984.
68. Линник Р.Д. Розробка ефективних процесів оперативного управління маршрутними автобусами: автореф. дисс ... к.т.н.: 05.22.10 / Линник. - Волгоград, 2000.
69. Лобанов Е.М. Транспортна планування міст: підручник для студентських вузів / О.М. Лобанов. - М.: Транспорт, 1990.
70. Лобанов Е.М. Пропускна здатність автомобільних доріг / Е.М. Лобанов та ін. - М.: Транспорт, 1970.
71. Логістика: громадський пасажирський транспорт: Підручник для студентів економічних вузів / Л.Б. Миротин та ін.: під заг. ред. Л.Б. Миротин. -М.: Видавництво «Іспит», 2003.
72. Логістика і бізнес: Збірник матеріалів першої міжгалузевої науково методичної та науково-практичної конференції «Логістика в сучасних умовах розвитку економіки РФ», Москва, 29 січня 1997 р. / Під загальною редакцією Л.Б. Миротин і І.Е. Ташбаєва. - М.: Брандес, 1997.
73. Лопатин А.П. Моделювання перевізного процесу на міському пасажирському транспорті / А.П. Лопатин. - М.: Транспорт, 1985.

74. Лукинський В.С. Логістика автомобільного транспорту: концепції, методи, моделі / В.С. Лукинський і ін. - М .: Фінанси і статистика, 2002.
75. Менеджмент на автомобільному транспорті / Під. ред. Л.Б. Миротин. - М .: АТЗТ «ЕКМІ», 1995.
76. Метсона Т. Організація руху / Т. Метсона і ін. - М .: Автотрансїздат, 1960.
77. Мун Е.Е. Організація перевезень пасажирів маршрутними таксі / Е.Е. Мун А.Д. Рубець. -М .: Транспорт, 1986.
78. Нефедов А.Ф. Планування експерименту і моделювання при дослідженні експлуатаційних властивостей автомобілів / А.Ф. Нефедов Л.Н. Височин. - Львів: Вища школа, 1976.
79. Організація і планування вантажних автомобільних перевезень: Учеб, посібник для спец. «Організація управління на автомобільному транспорті» / Л.А. Александров та ін .; під ред. Л.А. Александрова. - 2-е изд., Перераб. і доп. - М .; Вища. шк., 1986.
80. Островцев А.Н. Принцип класифікації мікропрофілю доріг з урахуванням шкідливого впливу їх на конструкцію автомобіля / О.М. Островцев і ін .// Автомобільна промисловість. - 1979. - №1.
81. Островцев А.Н. Основні принципи побудови і класифікації експлуатаційних умов / О.М. Островцев // Автомобільна промисловість. - 1971. - №12.
82. Павлова, Є.І. Екологія транспорту: Учеб, для вузів / О.І. Павлова, Ю.В. Буралев. - М .: Транспорт, 1998.
83. Парцхаладзе Р.М. Регламентация швидкостей руху автомобіля на спуску / Р.М. Парцхаладзе, Г.В. Папіташвілі, Г.Г. Арчвадзе // Тези доповідей V Всесоюзній науково-технічній конференції «Шляхи підвищення безпеки дорожнього руху». - Вільнюс, 1985.
84. Попов В.Б. Паскаль і Дельфі. Навчальний курс / В.Б. Попов. - СПб .: Пітер, 2005.

85. Рабин А.Г. Оптимізація параметрів автомобіля на основі систематизації магістральних доріг: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / А.Г. Рабин. - М.: МАДІ, 1982.
86. Розвиток транспортних вузлів / К.Ю. Скалов К.Ю і ін. - М.: Транспорт, 1978.
87. Резер С.М. Комплексне управління перевізним процесом в транспортних вузлах / С.М. Резер. -М.Транспорт, 1982.
88. Резер С.М. Управління перевізним процесом в транспортних вузлах: Методичні вказівки / С.М. Резер. -М.: Тисячі дев'ятсот вісімдесят вісім.
89. Романов, А.Г. Дорожній рух в містах: закономірності та тенденції / А.Г. Романов. - М.: Транспорт, 1984.
90. Керівництво по оцінці пропускної здатності автомобільних доріг. - М.: Транспорт, 1982.
91. Румшінській Л.З. Математична обробка результатів експерименту / Л.З. Румшінській. -М.: Наука, 1971.
92. Санам Р.Г. Підвищення ефективності функціонування пасажирських автомобільних перевезень: автореф. дисс ... к.т.н.: 05.22.10 / Р.Г. Санам. - Волгоград, 1999.
93. Серіков А.А. Оцінка ефективності функціонування міського громадського пасажирського транспорту (на прикладі м Волзького): дис ... к.т.н.: 05.22.10 / А.А. Серіков. - Волгоград, 2003.
94. Сільянов В.В. Теорія транспортних потоків в проектуванні доріг і організації руху / В.В. Сільянов. - М.: Транспорт, 1977.
95. Сільянов В.В. Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг / В.В. Сільянов. -М.: Транспорт, 1984.
96. Смехов А.А. Логістика / А.А. Смехов. - М.: Знание, 1990.
97. Довідник інженера-економіста автомобільного транспорту / С.Л. Голованенко та ін.; під загальною ред. С.Л. Голованенко. - М.: Транспорт, 1984.

98. Теорія ймовірностей і математична статистика: навч. посібник для Якою. спец, вищих навчальних закладів / В.А. Колеман, О.В. Старовірів, В.Б. Турундаевській; під ред. А.В. Колемаєва. - М.: Вища школа, 1991.
99. Токарев А.А. Паливна економічність і тягово-швидкісні якості автомобіля / А.А. Токарев. -М.: Машинобудування, 1982.
100. Федоров В.А. безпеку на дорогах - особиста відповідальність кожного / В.А. Федоров // Перевізник. - 2002. - №2.
101. Харофас Д.М. Системи і моделювання / Д.М. Харофас. - М.: Світ, 1967.
102. Хоменко А.Д. Delphi 7 / А.Д. Хоменко та ін.; під заг. ред. А.Д. Хоменко. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
103. Чернова Г.А. Організація безпечного перевезення пасажирів з урахуванням експлуатаційної та екологічної складових: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Г.А. Чернова. - Волгоград, 2005.
104. Шабанов А.В. Методологічні основи і моделі формування і управління регіональних логістичних систем громадського транспорту: дис. ... доктора екон. наук / О.В. Шабанов. - Ростов-на-Дону, 2002.
105. Якубовський Ю. Автомобільний транспорт та захист навколишнього середовища / Ю. Якубовський. - М.: Транспорт, 1979.
106. Andersen B. Factors affecting European privatization and deregulation policies in. The evidence from Scandinavia.// Transp. Res.- 1991 року, 26 A (2).
107. Anderson RL, Herman R. and Prigogine I. On the statistical// Operations Res.: Vol. 10,1962. P. 180 - 196.
108. Duff-Riddel WR Strategic logistics management principles in urban. Proceedings of the international conference CODATUIX Mexico City / 2000.

109. Mc'Nees RW Insist study deterring Lanemanuevering distance for-lane, freeways, for various traffic-volume conditions // Transp. Res. Rec. 1982. No 869. P.37-45.
110. Miller AI An Empirical Model for Multilane Road// Transportation Science. 1970. 4. No 2. P. 164 - 186.
111. Munjal PK, Hsu S. Experimental validation of lane-changing hypotheses from aerial date // Highway Research Record. 1975. No 456. P. 282 - 289.
112. Papageorgiou M., Schmidt G. Contr. Transp. Syst. Proc. 4th IFAC / IFIP / IFORS Conf., Baden-Baden, 20-22 Apr., 1983, Oxford ea, 1984. P. 195-202.