

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

К. Є. Вакуленко
К. В. Доля

УПРАВЛІННЯ МІСЬКИМ
.....
ПАСАЖИРСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ
.....

Навчальний посібник

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2015

УДК [656.02:656.03:331.101](075)

ББК 39я73-6+65.9(2)37я73-6

В14

Автори:

Вакуленко Катерина Євгеніївна, канд. техн. наук, доц., доц. кафедри Транспортних систем і логістики;

Доля Костянтин Вікторович, канд. техн. наук, асистент кафедри Геоінформаційних систем, оцінки землі та нерухомого майна

Рецензенти:

В. І. Мойсєєнко, завідувач кафедри «Спеціалізовані комп'ютерні системи» Української державної академії залізничного транспорту, д-р техн. наук, проф.;

В. Б. Родченко, проф. кафедри «Економіка та менеджмент» ХНУ імені В. Н. Каразіна, д-р екон. наук, доц.;

Є. Є. Александров, проф. кафедри «Колесні та гусеничні машини» НТУ «ХПІ», д-р техн. наук, проф.

*Рекомендовано до друку Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів напряму підготовки
«Транспортні технології» вищих навчальних закладів,
рішення № 1/11-7873 від 23.05.2014*

Вакуленко К. Є.

В14

Управління міським пасажирським транспортом : навч. посібник / К. Є. Вакуленко, К. В. Доля ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 257 с.

ISBN 978-966-695-382-0

У навчальному посібнику розглянуті аспекти управління міським пасажирським транспортом, питання організації та планування роботи пасажирського транспорту. Особлива увага приділена удосконаленню тарифної системи в управлінні міським пасажирським транспортом, формуванню соціально-орієнтованого тарифу, організації міських пасажирських перевезень, що забезпечить мінімальне транспортне стомлення пасажирів. Навчальний посібник «Управління міським пасажирським транспортом» розроблений відповідно до діючого галузевого стандарту вищої освіти України «Освітньо-професійної програми» підготовки бакалавра галузі знань 0701 – Транспорт і транспортна інфраструктура, напряму підготовки «Транспортні технології (за видами транспорту)».

УДК [656.02:656.03:331.101](075)

ББК 39я73-6+65.9(2)37я73-6

ISBN 978-966-695-382-0

© К. Є. Вакуленко, К. В. Доля, 2015

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 МЕТОДИ УДОСКОНАЛЕННЯ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ.....	9
1.1 Історичні аспекти розвитку міських пасажирських транспортних систем.....	9
1.2 Методи удосконалення процесу перевезень пасажирів на міському пасажирському транспорті.....	15
1.3 Маршрутна система міста та методи її формування.....	17
1.4 Методи вибору транспортних засобів на маршрутах міського пасажирського транспорту.....	26
1.5 Методи вибору режимів руху транспортних засобів на маршрутах міського пасажирського транспорту.....	35
1.5.1 Організація комбінованого режиму руху.....	40
1.5.2 Організація скорочених маршрутів.....	46
1.5.3 Організація експресних маршрутів.....	50
1.6 Типові схеми управління транспортним процесом міського пасажирського транспорту.....	55
Запитання для самоконтролю.....	58
РОЗДІЛ 2 ПАСАЖИРОПОТОКИ, ЇХ ЗНАЧЕННЯ В УПРАВЛІННІ МІСЬКИМ ПАСАЖИРСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ.....	60
2.1 Формування потоків пасажирів в містах.....	60
2.1.1 Методи математичного опису транспортної мережі міста.....	60
2.1.2 Рухливість населення.....	62
2.1.3 Функція тяжіння.....	66
2.1.4 Аналіз методів визначення матриці кореспонденцій пасажирів..	69
2.1.5 Пасажиропотоки, їх коливання у часі та просторі.....	72
2.2 Методи обстеження пасажиропотоків.....	74
2.3 Основні завдання системи управління міським пасажирським транспортом.....	81
Запитання для самоконтролю.....	84

РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ МІСЬКИМИ ПАСАЖИРСЬКИМИ АВТОБУСНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ.....	85
3.1 Техніко-експлуатаційні параметри роботи маршрутів.....	85
3.2 Вплив параметрів транспортного процесу на функціональний стан пасажирів.....	95
3.2.1 Методи оцінки вартості транспортного часу пасажирів.....	101
3.2.2 Зниження доходу пасажирів на основному виробництві внаслідок пересування на транспорті.....	103
3.3 Експериментальне дослідження параметрів транспортного процесу.....	105
3.3.1 Експертний метод оцінки організації пасажирських автобусних перевезень.....	105
3.3.2 Оцінка транспортної стомлюваності пасажирів.....	112
3.4. Вибір автотransпортного засобу для роботи на маршрутах міського пасажирського транспорту з урахуванням функціонального стану пасажирів.....	117
3.4.1 Математична модель вибору автотransпортного засобу для роботи на маршрутах міста.....	118
3.4.2 Інвестиційна складова при виборі автотransпортного засобу.....	119
3.4.3 Номограми визначення зміни показників роботи маршруту від параметрів автотransпортного засобу.....	131
3.5. Визначення режимів роботи водіїв та формування розкладу руху транспортних засобів на маршрутах міста.....	142
3.5.1 Визначення потрібної кількості транспортних засобів за годинами доби для роботи на маршруті.....	142
3.5.2 Складання графіку роботи водіїв і транспортних засобів на маршруті.....	149
3.5.3 Складання розкладу руху транспортних засобів на маршруті... Запитання для самоконтролю.....	150 158
 РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ.....	 159
4.1 Методи оцінки конкурентоздатності автотransпортних маршрутів міського пасажирського транспорту.....	159

4.2	Оцінка якості транспортного обслуговування на маршрутах міського пасажирського транспорту.....	166
4.3	Оцінка конкурентоздатності міських пасажирських транспортних послуг.....	171
4.3.1	Оцінка конкурентоздатності міських пасажирських транспортних послуг за нормативними параметрами.....	171
4.3.2	Оцінка конкурентоздатності міських пасажирських транспортних послуг за технологічними параметрами.....	174
4.3.3	Оцінка конкурентоздатності послуги за економічними параметрами.....	182
	Запитання для самоконтролю.....	185
РОЗДІЛ 5 ТАРИФНА ТА БІЛЕТНА СИСТЕМИ ПРИ УПРАВЛІННІ МІСЬКИМИ ПАСАЖИРСЬКИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ.....		187
5.1	Тарифна система в управлінні міським пасажирським транспортом	187
5.2	Методи утворення тарифів на маршрутах міського пасажирського транспорту.....	192
5.3	Формування диференційованого тарифу на маршрутах міського пасажирського транспорту.....	197
5.4	Формування соціально-орієнтованого тарифу на маршрутах міського пасажирського транспорту.....	205
5.5	Визначення соціально-орієнтованого тарифу на маршрутах міського пасажирського транспорту.....	213
5.6	Розподіл фінансових потоків в системі міського пасажирського транспорту.....	220
5.7	Розподіл транспортної роботи між маршрутами міського пасажирського транспорту.....	227
5.7.1	Залежність зміни вартості поїздки від її середньої дальності.....	227
5.7.2	Вплив вартості проїзду на показники міських пасажирських перевезень.....	234
	Запитання для самоконтролю.....	240
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....		244
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		247

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АТП – автотранспортне підприємство;
ДЗТЗ – датчики заповнення транспортних засобів;
ДТП – дорожньо-транспортна пригода;
ЗП –зупинний пункт;
ІТТ – інформаційне табло (монітори);
МПТС – міська пасажирська транспортна система;
МПТ – міський пасажирський транспорт;
МТМ – міська транспортна мережа;
ММ – маршрутна мережа;
ПАРС – показник активності регуляторних систем;
СС – середньозважена ціна капіталу;
ТЗ – транспортний засіб;
ТП – транспортне підприємство;
ФС – функціональний стан;
ЦУП – центр управління перевезеннями.

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку міських пасажирських транспортних систем одним з найважливіших завдань є створення економічної, безпечної і екологічно чистої системи міського пасажирського транспорту, орієнтованої на інтереси транспортних підприємств, ринку, суспільства в цілому. Реформування міських пасажирських транспортних систем вимагає не тільки державного регулювання функціонування транспортних підприємств, але і обґрунтування методів і засобів організаційної оптимізації їх діяльності.

Стрімкий розвиток суспільства у всіх сферах життя обумовлює збільшення соціально-побутових і виробничих потреб населення міст, при цьому рухливість населення неухильно зростає, що призводить до перерозподілу рухливості населення з міського масового пасажирського транспорту на особистий. У цих умовах важливим є застосування таких методів організації міських пасажирських перевезень, які характеризуються мінімальним транспортним стомленням пасажирів, що позитивно впливає на їх економічні й соціальні аспекти життєдіяльності.

У навчальному посібнику приділена увага методам удосконалення міських пасажирських транспортних систем, через удосконалення процесу перевезень пасажирів, формування маршрутної системи та аналізу методів вибору режимів руху транспортних засобів на маршрутах міського пасажирського транспорту.

У навчальному посібнику виділені основні завдання системи управління міським пасажирським транспортом. Завдання управління міським пасажирським транспортом, базуються на основному параметрі, що визначає потоки пасажирів, це кореспонденції між транспортними районами. На підставі пасажиропотоків визначається раціональна кількість і місткість транспортних засобів для роботи на маршрутах.

Одним з напрямків методів удосконалення організації міських пасажирських перевезень є вибір транспортного засобу для роботи на маршрутах міста. У даний час при виборі транспортного засобу застосовують підходи, що виходять з інтересів транспортних підприємств, без урахування вимог пасажирів і особливостей ринкових відносин. Однак відомо, що умови експлуатації на маршруті, марка, рік випуску, кількість транспортних засобів об'єктивно впливають на функціональний стан пасажирів і, залежно від умов поїздки, на рівень стомлюваності, що веде до зниження працездатності пасажирів. У цих умовах важливим є застосування таких методів організації

міських пасажирських перевезень, які характеризуються мінімальним транспортним стомленням пасажирів, що позитивно впливає на їх економічні й соціальні аспекти життєдіяльності.

Структура парку транспортних засобів, організація перевезень пасажирів на маршрутах сучасних транспортних підприємств повинна якнайповніше відповідати ситуації на ринку пасажирських транспортних послуг, що визначається вимогами пасажирів до перевезення, з одного боку, і комерційними потребами підприємств транспорту, з другого. Дотримання цих умов у певній мірі забезпечує основну мету функціонування підприємства – отримання максимального прибутку при якнайповнішому і якіснішому обслуговуванні пасажирів. У зв'язку з цим, особливої актуальності набувають аспекти оцінки конкурентоздатності маршрутів міського пасажирського транспорту при управлінні міськими пасажирськими транспортними системами.

Система управління міським пасажирським транспортом передбачає основне завдання, яке полягає в тому, щоб створити для мешканців міст такі умови, коли вони обирали б спосіб пересування на міському пасажирському транспорті, а не у власному автомобілі.

Одним з механізмів стримання зростання пасажирських міських перевезень на особистому транспорті може бути використання механізму тарифного управління в міському пасажирському транспорті разом з управлінням зручністю поїздок.

Метою цього посібника є систематизація знань щодо управління міським пасажирським транспортом для забезпечення навчального процесу студентів напряму підготовки «Транспортні технології» з врахуванням функціонального стану пасажирів, особливостей тарифоутворення та розподілу транспортної роботи і фінансових потоків в системі міського пасажирського транспорту.

РОЗДІЛ 1

МЕТОДИ УДОСКОНАЛЕННЯ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

1.1 Історичні аспекти розвитку міських пасажирських транспортних систем

У Східній Європі, до якої відноситься Україна, міста будувалися уздовж різних шляхів і напрямках. Проте, в більшості разів, місто починалися з фортеці, від якої в різні боки виходили дороги. На цих дорогах проходили торгові шляхи, що пов'язують фортецю з різними виробничими і торговими населеними пунктами. Абсолютно очевидно, що розвиваючись фортеця не могла помістити в собі всіх зайнятих в тому або іншому виробництві жителів. Населення розселялося упродовж доріг, що йшли до фортеці. В основному це були мешканці, які обслуговували матеріальні та інші потоки: пункти постою; пункти ремонту ТЗ; місця надання медичної допомоги і т.д. [1 – 7].

Фортеці, що швидко збільшувались за своєю значущістю, обростали біля доріг селищами-супутниками, які, у свою чергу, мали свою транспортну мережу. Дана транспортна мережа інтегрувалася в глобальну мережу фортеці і розвивалася за своїми законами, які базувалися на місцевих та центральних інтересах [1 – 7].

Потреба в міському пасажирському транспорті (МПТ) виникла тоді, коли в результаті збільшення міст їх територіальні розміри перевищили зони пішохідної доступності міського центру, що оцінюється витратами часу на пішохідний підхід від периферії до центру міста.

МПТ значно розширив зону доступності міських центрів, сприяв концентрації в них міського населення і подальшого територіального зростання. Тим самим з самого початку міський транспорт став одним з вирішальних факторів містоутворення: створення прив'язаних до певних напрямків, вулиць, систем міського транспорту визначало подальше формування вулично-дорожньої мережі міст і характер їх забудови. Однією з головних завдань містобудування стало створення такого планування міст, яке сприяло б скороченню транспортної потреби.

Так, наприклад, історично склалася транспортна схема м. Харкова, яка є типовою радіальною схемою (рис. 1.1). В процесі розвитку виробничих

відносин концентрація населення в містах збільшувалася. При цьому зберігалася структура основних транспортних зв'язків міста (рис. 1.2).

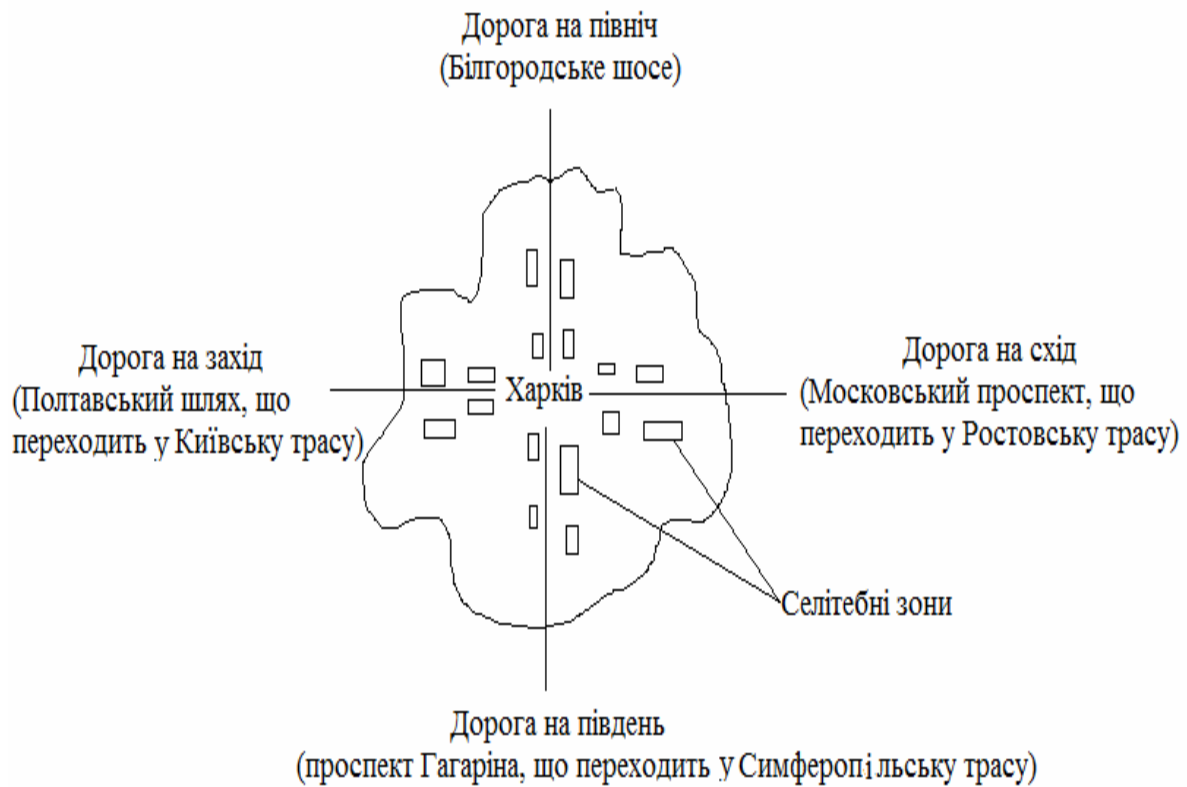


Рисунок 1.1 – Типова схема радіальної транспортної схеми міста
(на прикладі м. Харкова)

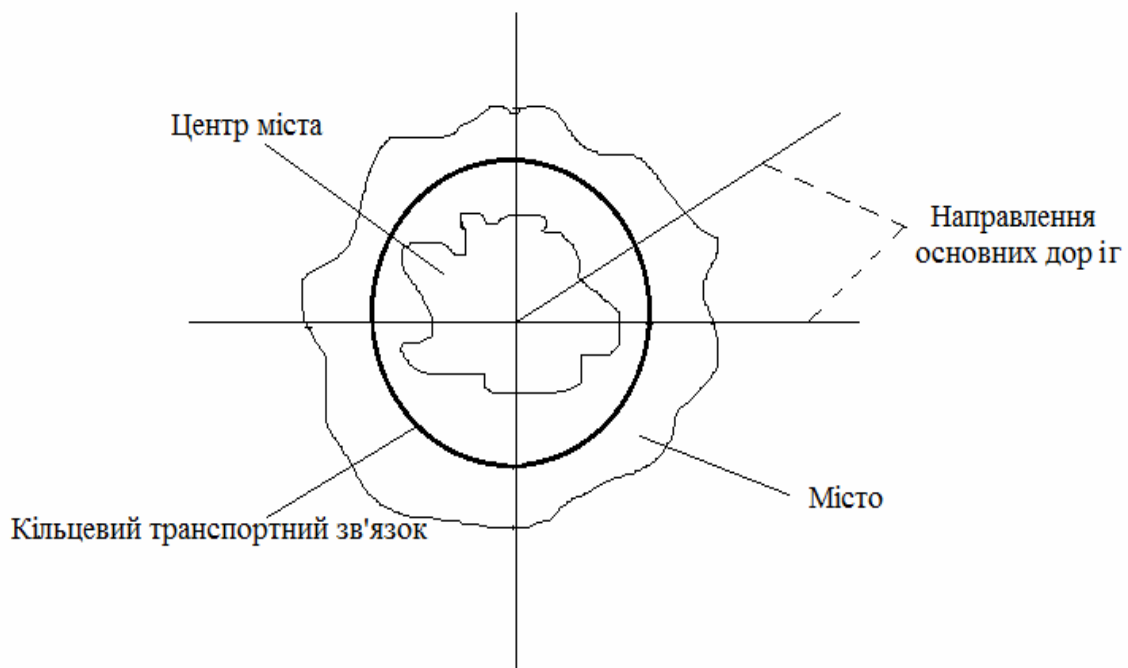


Рисунок 1.2 – Схема основних транспортних зв'язків міста,
що історично склались

Часто транзитні потоки проходять через місто, щоб мінімізувати їх вплив на транспортну систему облаштовуються окружні транспортні зв'язки.

По конфігурації розрізняють чотири основні типові схеми міської транспортної мережі МТМ (рис. 1.3), що відповідають характеру планувальної структури міста [5]: радіальну, радіально-кільцеву, прямокутну і вільну.

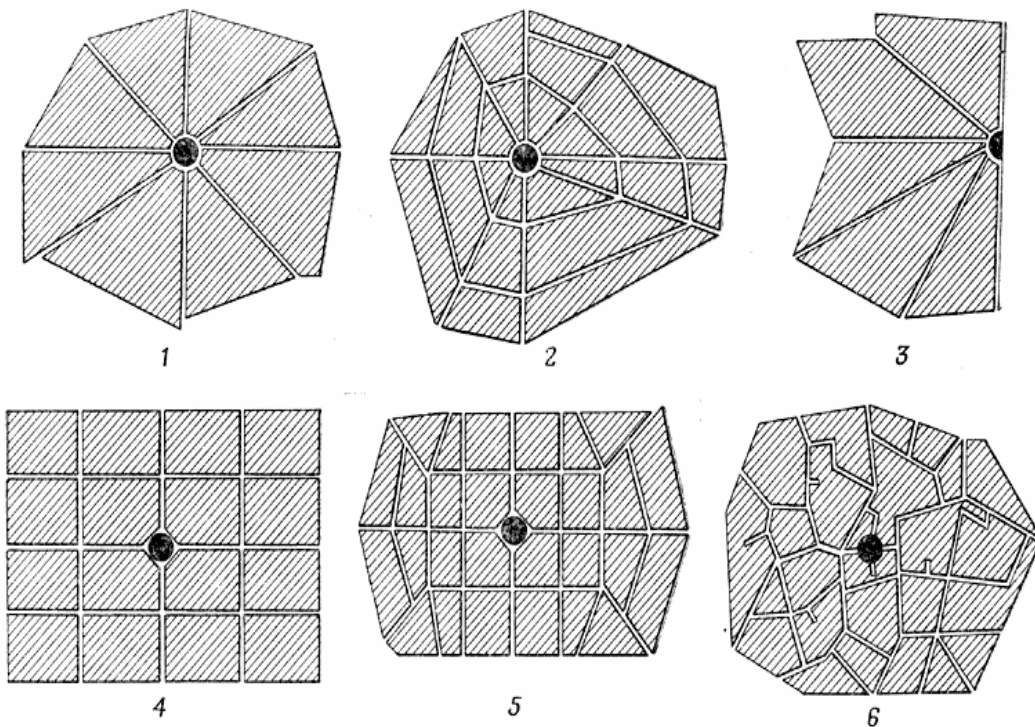


Рисунок 1.3 – Конфігурація основних типових схем міських транспортних мереж:

1, 3 – радіальна (променева) схема транспортної мережі; 2 – радіально-кільцева схема транспортної мережі; 4 – прямокутна схема транспортної мережі; 5, 6 – комбіновані та вільні схеми транспортної мережі

Радіальна (променева) схема транспортної мережі. Ця схема характерна для старих міст, розвиток яких починався на перетинах доріг. Вона забезпечує найкоротший зв'язок периферійних районів та приміських з міським центром, але ускладнює сполучення між периферійними районами. Більшість поїздок при радіальній схемі транспортної мережі здійснюється в центр або через центр, що призводить до його перевантаження. Тому в чистому вигляді радіальні схеми збереглися тільки в містах з невеликими транспортними потоками [5].

Радіально-кільцева схема транспортної мережі. Радіально-кільцева схема є похідною від радіальної схеми. Радіально-кільцева мережа забезпечує

зручний зв'язок і периферійні райони з центром за радіальними напрямками, а периферійні райони між собою за кільцевими напрямками [5].

Прямокутна схема транспортної мережі. Особливості такої схеми – відсутність чітко вираженого центру, що знімає питання щодо його транспортного перевантаження, гарне узгодження з принципами забудови міст і зручність для наскрізного руху. Недоліком даної схеми є незручність сполучення у діагональних напрямках [5].

Вільні схеми транспортної мережі. Ці схеми, що ускладнюють організацію нормального транспортного зв'язку районів міста, мають деякі старі східні і європейські міста, які зберегли хаотичне середньовічне планування [5].

Історія розвитку суспільства свідчить про те, що транспорт сприяв поділу праці, диференціації виробництва, накопичення і переробки інформації в усіх сферах людської діяльності, розвитку культури і тим самим суспільному прогресу людства. Тому кожен етап технічного розвитку транспорту знаменує собою розширення і поглиблення впливу транспорту на розвиток суспільства. В історії розвитку МПТ розрізняються п'ять періодів.

I період – період кінної тяги. Розвиток даного періоду припав на останню чверть XVIII сторіччя та продовжувався до середини XIX ст. [5].

II період – період парової тяги. В результаті того, що в середині XIX ст. вузькі вулиці були перевантажені кінним транспортом, були прийняті спроби впровадження на міському транспорті парової тяги. З метою розвантаження перевантажених вуличних транспортних магістралей перші міські залізниці з паровою тягою з'явилися в Англії в середині XIX ст., вони були прокладені в Лондоні поза вуличною мережею в підземному рівні – в тунелях. Такі міські залізниці отримали права звичайних залізниць та назву Metropolitan Rail-Way, тобто столичної залізниці. Надалі і дотепер назва «метрополітен» стала загальною для всіх позавуличних міських залізниць, спочатку з паровою, а потім і з електричною тягою. Майже одночасно з метрополітенами з'явилися і перші вуличні залізниці з паровою тягою. Вони були створені в Лондоні винахідником та підприємцем О'Грам і отримали назву Tram-Way (дороги Трема). Дотепер назва «трамвай» є загальною для всіх вуличних міських залізниць, спочатку з паровою, а потім і з електричною тягою [5].

III період – період електричної тяги. Період електричної тяги розпочався наприкінці XIX ст. і отримав найбільший розвиток у першій чверті XX ст. На електричну тягу почали переводити трамваї і метрополітени, з'явилися перші тролейбуси та електропоїзди [5].

IV період – період автомобілізації. Період розвитку автомобільного транспорту з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) або, як його називають, період автомобілізації, розпочався у 20-х роках ХХ ст. Однак темп розвитку автомобілізації, за винятком США, були в цей час ще невисокими. Масовий розвиток автомобілізації отримала в 50-х роках після другої світової війни, і триває дотепер [5].

V період – сучасний період відродження МПТ в умовах науково-технічної революції з впровадженням електронної техніки та автоматизації [5].

Однією з основних проблем пасажирських перевезень в містах є перенасиченість транспортом центральної частини. Це, в свою чергу, в значній мірі погіршує транспортну ситуацію і потребує удосконалення, що обумовлює необхідність наукових розробок, направлених на вирішення транспортних проблем центральної частини міст. Разом з тим, центральна транспортна система міста не може функціонувати у відриві від всієї міської транспортної системи і транспортної системи регіону.

Прогрес людства обумовлює збільшення соціально-побутових і виробничих потреб населення міст, при цьому рухливість населення неухильно зростає. Якщо загальна рухливість городян реалізується пішими пересуваннями і поїздками з використанням транспортних засобів (ТЗ), то останні, в свою чергу, складаються з поїздок на особистому і міському масовому пасажирському транспорті, при цьому спостерігається стійка тенденція перерозподілу рухливості населення з міського масового пасажирського транспорту на особистий (рис. 1.4) [8-17].

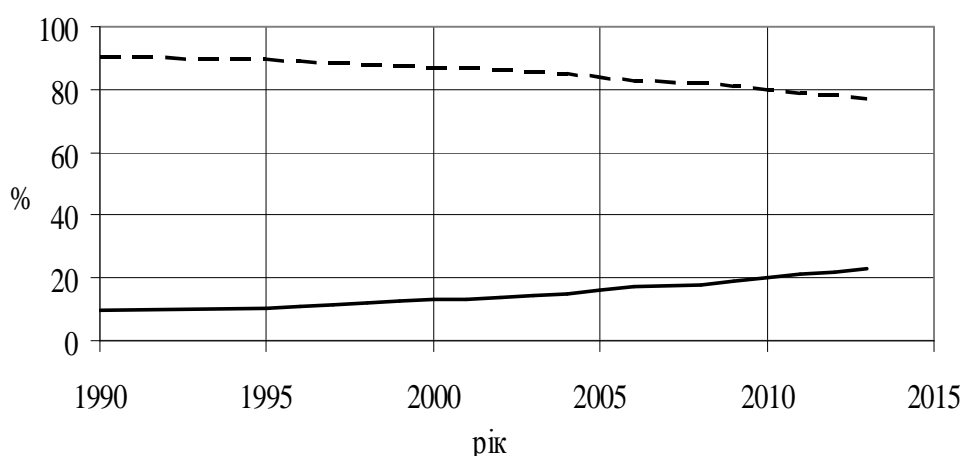


Рисунок 1.4 – Розподіл транспортної рухливості мешканців міста:

— — — — — – процент мешканців, які пересуваються на МПТ;

————— – процент мешканців, які використовують особистий транспорт

Такі тенденції свідчать про те, що городяни «пересідають» з громадського транспорту в особистий. При розвитку даної тенденції в країнах Східної Європи, і в Україні, зокрема, може бути досягнуто загальноєвропейське співвідношення між поїздками в маршрутному транспорті та особистому як один до десяти [8-17]. Якщо взяти до уваги, що динаміка щільності транспортної мережі (δ) (рис. 1.5) в середньостатистичному найбільшому місті несуттєво змінювалась, а рівень автомобілізації (U_a) вагомо зростав. (рис. 1.6).

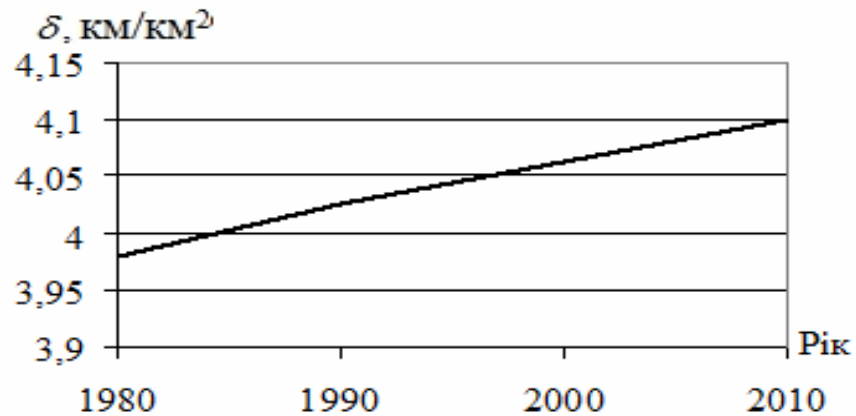


Рисунок 1.5 – Вивчення середньостатистичної щільності транспортної мережі міст

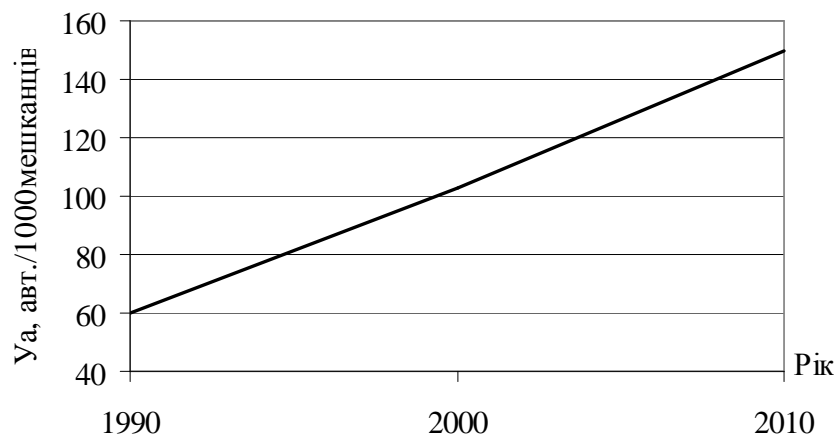


Рисунок 1.6 – Зміна рівня автомобілізації для середньостатистичних міст

У найближчій перспективі даний рівень може досягти середньоєвропейського, 300...400 автомобілів на тисячу жителів, зумовивши при цьому таку диспропорцію, яка може привести до значного збільшення щільності транспортних потоків [8 – 17].

Одним з механізмів заборони зростання пасажирських міських перевезень на особистому транспорті може бути використаний механізм тарифного управління вартістю проїзду в МПТ разом з управлінням зручностями поїздок. У свою чергу зручності поїздки можуть оцінюватися рівнем транспортного стомлення пасажирів при поїздках в МПТ.

1.2 Методи удосконалення процесу перевезень пасажирів на міському пасажирському транспорті

Умови перевезень пасажирів міським пасажирським транспортом впливають на їх психологічний і фізичний стан, продуктивність праці, відпочинок. Удосконалення організації перевезень має важливе соціальне значення.

Завдання підвищення рівня обслуговування на міському пасажирському транспорті поширюється на всіх учасників транспортного процесу: пасажирів, перевізників, суспільство. Сукупними заходами мають досягатися більша зручність поїздок пасажирів, різнопланове скорочення витрат транспортних підприємств [1]. Тому необхідним є використання нових рішень у сфері техніки, технології, організації і економіки. Учасники ринкових відносин повинні самостійно й цілеспрямовано формувати і здійснювати науково-технічну політику, що дозволяє забезпечити конкурентоспроможність транспортних послуг.

Методи удосконалення міських пасажирських перевезень [2-5] можна поділити на три основні групи, що представлені на рисунку 1.7. Містобудівні фактори визначають напрямок і кількість пересувань пасажирів, формуючи матрицю кореспонденцій; організаційні впливають на час поїздки мешканців міста, обумовлюючи цим вихідні параметри для організації перевізного процесу – обсяг перевезень і час пересування пасажирів. Це пояснюється тим, що пасажир одночасно виступає об'єктом перевезень і споживачем транспортних послуг.

Наведений перелік експлуатаційних методів удосконалення перевезень пасажирів (рис. 1.7) може бути доповнений апробованими в різних країнах методами організації за разовими і довгостроковими заявками громадян спеціальних маршрутів автобусів різної пасажиромісткості, використанням системи повідомлення пасажирів про режими руху транспортних засобів, надання додаткових послуг пасажирам під час їх пересування та ін. [6].

Методи удосконалення міських пасажирських перевезень [2-5]

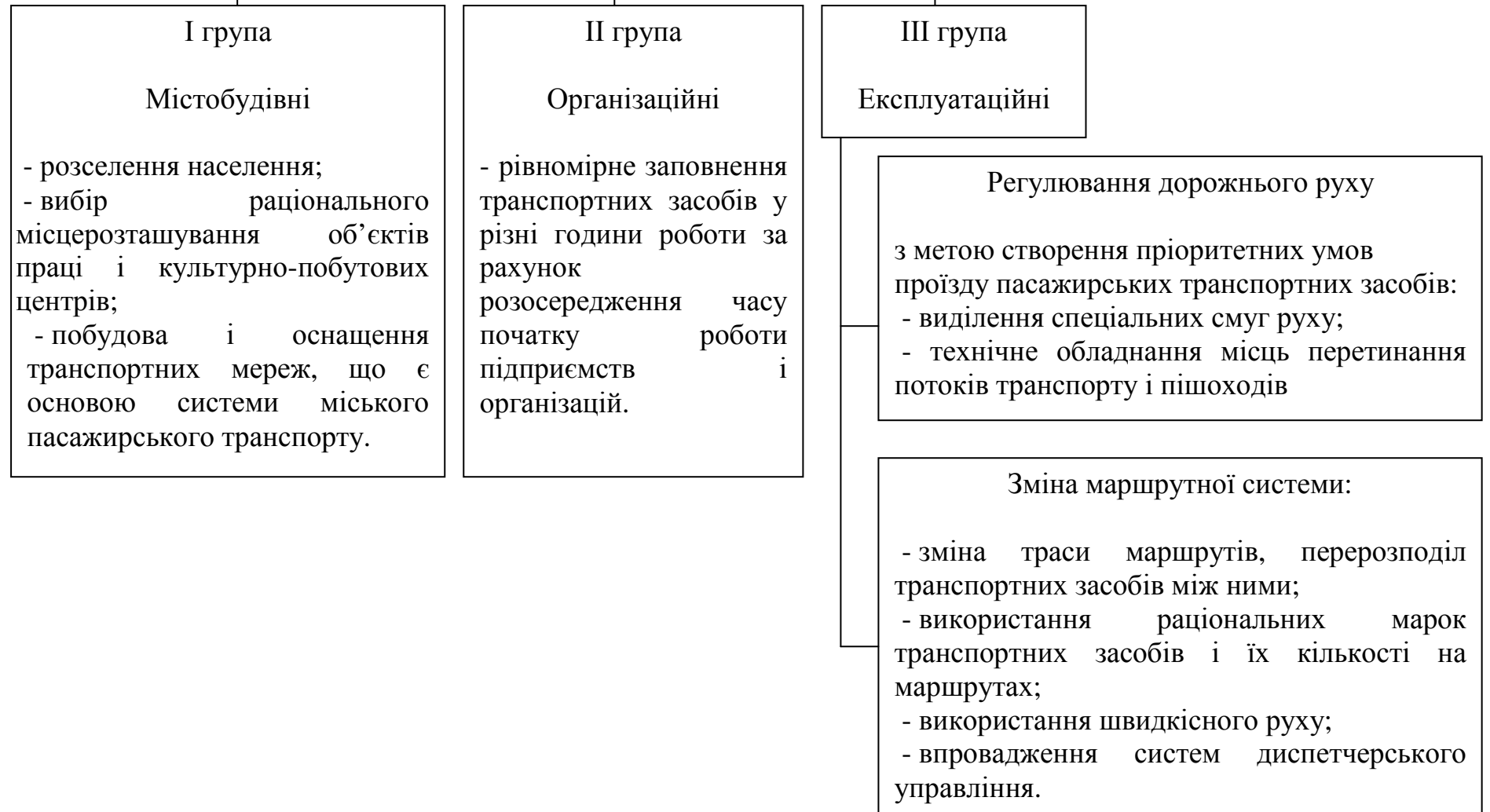


Рисунок 1.7 – Методи удосконалення міських пасажирських перевезень

Наведені на рисунку 1.7 основні експлуатаційні й організаційні методи удосконалення міських пасажирських перевезень направлені на досягнення двох цілей, що суперечать одна одній – соціальних і відомчих [5].

Соціальні цілі удосконалення міських пасажирських перевезень складаються із забезпечення урахування інтересів пасажирів як споживачів транспортних послуг, а також відображення суспільних інтересів. У першу чергу повинні бути враховані такі характеристики якості послуг з перевезення пасажирів, як безпека перевезень для життя і здоров'я пасажирів і персоналу, зручність перевезень, зберігання навколишнього середовища і майна.

Відомчі (економічні) цілі удосконалення міських пасажирських перевезень повинні відповідати господарському механізму, що застосовується на міському пасажирському транспорті й дозволяє удосконалювати економічні відносини з урахуванням ресурсних можливостей, які є у розпорядженні транспортних підприємств, розвивати конкуренцію перевізників на ринку транспортних послуг. За рахунок цього повинна створюватися економічна перевага перевізників.

1.3 Маршрутна система міста та методи її формування

Найважливішим елементом міських пасажирських транспортних систем є маршрутна мережа, що включає сукупність трас і потужностей маршрутів. Маршрутна мережа міського пасажирського транспорту виконує певні завдання та має свої закономірності функціонування.

Маршрутною системою (МС) називають сполучну територіально і в часі сукупність маршрутів усіх і окремих видів МПТ, що обслуговують міські пасажирські перевезення в межах заданої транспортної мережі. Під територіальною сполучністю маршрутної системи розуміють узгоджене з об'ємами перевезень пасажирів розміщення на плані міста маршрутів якогонебудь одного і різних видів МПТ, їх кінцевих зупинок, зупиночних пунктів і інших лінійних споруд. Під сполучністю у часі розуміється узгодження режимів роботи маршрутів у часі та розкладів руху транспортних засобів, які обслуговують різні маршрути [4, 5, 18, 19].

Маршрутна система МПТ повинна проектуватись, аналізуватись і оптимізуватись тільки комплексно (системно). При інших рівних умовах МС визначає і рівень (якість) транспортного обслуговування населення, і економічні показники роботи транспортних підприємств. Тому транспортні підприємства

організують систематичне вивчення МС і постійно коригують її для приведення у відповідність з об'ємами перевезень, що освоюються [4, 5, 18, 19].

Маршрутна система має відповідати таким основним вимогам [5]:

- відповідати пасажиропотоку за напрямками і забезпечувати такий розподіл його на мережі, при якому найкращим чином забезпечувалася б прямолінійність поїздок пасажирів, безпересадність, мінімальний час пересування на мережі і повна відповідність інтенсивності руху, пропускній здатності всіх ділянок транспортної мережі;

- бути оптимально координованою в просторі та часі за зовнішніми зв'язками з системою приміського і міжміського транспорту всіх типів (залізничного, водного, повітряного і т. д.), за внутрішніми зв'язками окремих видів МПТ між собою (включаючи автотранспорт індивідуального користування), за зв'язками транспортних районів окремих видів МПТ, за зв'язками маршрутів усередині окремих видів МПТ;

- бути гнучкою, тобто не вимагати великих капітальних і експлуатаційних витрат, пов'язаних з її коригуванням і оптимізацією, необхідність в яких неминуче виникає при територіальному розвитку міста, закриття або відкриття великих підприємств та інших діяч, що викликають зміни пасажиропотоків. Необхідно також, щоб маршрутна мережа допускала можливість коригування в найкоротші терміни і пов'язані з нею роботи мінімально впливала на життєдіяльність міста;

- забезпечувати максимально рівномірний розподіл пасажиропотоку на всю довжину маршрутів в часі, і необхідне саморегулювання розподілу пасажиропотоків за маршрутами, районами руху та видами транспорту;

- забезпечувати реалізацію максимальної розрахункової швидкості сполучення та експлуатаційної швидкості транспортних засобів, можливість її підвищення за рахунок реорганізації руху (переведення маршрутів на режим експресного руху, гнучкого регулювання його з використанням ЕОМ і проведення інших заходів з удосконалення системи організації руху);

- дозволяти оптимізацію за критерієм мінімуму загальних витрат транспортного часу населення в пересуваннях (насамперед трудових), тобто забезпечувати найменшу пересадність сполучення, найменший коефіцієнт непрямолінійності поїздок, мінімальний інтервал між транспортними засобами, максимальну швидкість сполучення;

- допускати оптимізацію за критерієм максимальної експлуатаційної економічності, тобто наявність максимально простої системи організації руху зі застосуванням засобів АСУД, мінімального штату лінійних працівників,

забезпечувати мінімальні нульові пробіги і максимальне використання транспортних засобів по місткості в межах, що допускаються вимогами комфортабельності транспортного обслуговування пасажирів;

- забезпечувати оптимізацію за критерієм мінімуму питомих капітальних вкладень в кінцеві зупинки, зупиночні пункти та інші лінійні споруди;

- мати, за можливістью, повне сполучення з містом за архітектурно-містобудівними та санітарно-гігієнічними вимогами, які визначають вибір різних видів транспорту для магістралей різних класів і призначення, обмежують розташування кінцевих станцій і депо в межах зон міської забудови та ін.

Основною вимогою до маршрутної мережі є повна узгодженість з характеристиками міських пасажирських перевезень, які вимагають ретельного вивчення на стадії проектування і в процесі експлуатації маршрутної системи.

На сьогодні виділені три основні підходи до формування раціональної маршрутної системи: емпіричний метод [20-25]; математична оптимізація [26, 27]; евристичний метод [28-40].

Для найзначніших міст, де взаємозв'язок підсистем МПТ є високим, для удосконалення процесу перевезення пасажирів переважно застосовують евристичний метод, що в останні роки широко використовують в Європі і США.

«Метод НПАТ» [41] – є початком розробки евристичних алгоритмів маршрутизації. До основних переваг даного методу відносяться:

- придатний для формування маршрутних мереж малих і середніх міст;
- логічна побудова алгоритму;
- при врахуванні заданих обмежень дозволяє одержати оптимальне рішення, але з досить вузького набору допустимих маршрутів.

До недоліків цього методу [41] можна віднести:

- оскільки в даному методі розглядається тільки автобусна маршрутна мережа, то його нераціонально застосувати для формування маршрутної системи великих міст;

- недостатньо висока допустима розмірність завдання;

- некоректно вирішене питання розподілу пасажиропотоків.

У роботах Ольховського С. Ю. [32], Коцюка О. Я. [31], Вдовиченка В. О. [39], Горбачова П. Ф. [42] та ін. розглядалися питання підвищення ефективності маршрутної системи міського пасажирського транспорту з врахуванням видів масового міського пасажирського транспорту, що є в місті.

Свій подальший розвиток «Метод НПАТ» [41] отримав у роботах вчених [29, 30 та ін.] за рахунок збільшення розмірностей розглянутої топологічної схеми, скорочення часу розрахунку шляхом використання ЕОМ, включення в нього нових перспективних маршрутів.

Збільшення діапазону маршрутів мережі в роботах Коцюка О. Я. [31], Ольховського С. Ю. [32] пропонується за рахунок включення в безліч конкурентних маршрутів тих шляхів, час проходження, за якими, між кінцевими пунктами відрізняється від мінімального не більше ніж на задане значення. До переваг запропонованої методики слід віднести:

- у заданих обмеженнях запропонований алгоритм може гарантувати отримання оптимального рішення з погляду внутрішньої узгодженості виконуваних дій.

Однак розглянута методика [31, 32] має суттєві недоліки:

- ефективність запропонованої методики маршрутизації знижується за рахунок апріорно заданих пріоритетів різних видів міського пасажирського транспорту і врахування експертної оцінки щодо швидкісних видів транспорту;
- в методиці, при розподілі пасажиропотоків, недостатньо уваги приділено особливостям різних видів міського пасажирського транспорту;
- недостатньо уваги приділено вибору пасажиром шляху проходження з використанням метро.

Науковий метод удосконалення міських пасажирських транспортних систем, що наведений в роботах П. Ф. Горбачева [36, 39, 42], проводиться через цільову функцію маршрутизації і має вигляд:

$$\sum_i^N \sum_j^N \sum_l^n (h_{ijl} \cdot \sum_k^M (A \cdot t_{ock} + B \cdot t_{obk} \cdot \gamma_{ok})) + \sum_i^G (C_{nep} \cdot V_{\varepsilon} + C_{nocm}) \cdot N_{ai} \cdot T_n \rightarrow \min, \quad (1.1)$$

де N – кількість транспортних районів в місті;

n – кількість можливих варіантів шляхів проходження з району i в район j ;

h_{ijl} – кількість пасажирів, які прямують по шляху l з району i в район j ;

M – кількість посадок (маршрутних поїздок) на ділянці l ;

A, B – сталі коефіцієнти;

t_{obk} – тривалість k -ї маршрутної поїздки;

γ_{ok} – динамічний коефіцієнт використання місткості транспортного засобу;

G – кількість марок транспортних засобів, що працюють на маршруті;

$C_{\text{пері}}, C_{\text{пості}}$ – відповідно змінні і постійні витрати на експлуатацію транспортного засобу;

N_a – потрібна кількість автобусів i -й марки;

T_n – тривалість розрахункового періоду.

Дана цільова функція (1.1) визначає суму витрат на експлуатацію транспорту за період і вартісну оцінку наслідків транспортного процесу (зниження продуктивності праці пасажирів на основному виробництві унаслідок транспортної стомлюваності). Процес формування раціональної маршрутної мережі проводиться до тих пір, доки не буде отримано очікуване значення цільової функції.

Методика, що представлена в роботах [36, 39, 42] має свої переваги та недоліки. Перевагами даної методики є:

- охоплює всі види міського пасажирського транспорту та можливе застосування при вирішенні завдання маршрутизації в найзначніших містах;
- дозволяє одержати маршрутну систему, що забезпечує значення критерію ефективності міської пасажирської транспортної системи близьке до оптимального.

Однак дана методика [36, 39, 42] не в повній мірі враховує деякі економічні показники при розподілі пасажиропотоків; функція перерозподілу пасажиропотоків, окрім інтенсивності, не враховує інші показники роботи міської пасажирської транспортної системи; при цьому неможливо використовувати дану методику для моделювання процесу розвитку міської пасажирської транспортної системи, через відсутність можливості зміни загальної кількості транспортних засобів в маршрутній мережі.

У роботі Яворського В. В. [37] удосконалення міських пасажирських транспортних систем пропонується через прокладання маршрутів по найкоротших за часом шляхах пересування між районами, що виділені як можливі для організації кінцевих пунктів і завдання маршрутизації розглядається з позиції підвищення економічної ефективності роботи МПТ. У даній методиці описується процес утворення пасажиропотоків, що є перевагою запропонованого підходу. Однак використання транспортних районів без врахування їх взаємного розташування на території міста приводить до зростання непрямолінійності маршрутів і, як наслідок, збільшення часу руху пасажирів. При цьому об'єми розрахунків значно великі, що обмежує сферу використання даного методу для відносно малих мереж.

У роботі [28] розглядалось питання формування раціональної маршрутної системи була запропонована методика розрахунку пасажиропотоків на будь-

якому маршруті МПТ, що дозволяє для загального випадку, в рамках МПТ з його взаємозв'язками, розрахувати вказані потоки при різних сполученнях трас і параметрів маршрутів. Враховувався вплив співвідношення інтенсивності руху ТЗ на маршрутах і їх привабливість від ступеня заповнення салону і економії часу при користуванні будь-яким з них дозволило оцінити розподіл пасажирів при різних варіантах маршрутної системи і її елементів з врахуванням імовірності вибору пасажиром шляху пересування з використанням метрополітену. Запропонована методика розрахунку пасажиропотоків в значній мірі спрощує алгоритм проектувальних розрахунків раціональної маршрутної системи при різних критеріях оптимізації, при цьому раціональною пасажирською транспортною мережею є та, що забезпечує мінімальні витрати часу пасажирів [4, 5]:

$$E = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m (t_{eij} + t_{Пij}) P_{ij} + \sum_r^n t_{0r} P_r + \sum_{l=1}^{l_0} t_{ol} P_l \rightarrow \min, \quad (1.2)$$

де $i = 1, 2, \dots, m$ – число пунктів початку пересування;

$j = 1, 2, \dots, m$ – число пунктів закінчення пересувань;

n – число районів;

$r = 1, 2, \dots, n$ – число автобусних маршрутів;

$l = 1, 2, \dots, l_0$ – число сумісних ділянок маршрутної мережі;

$t_{eij}, t_{Пij}$ – витрати часу на поїздку і пересадки одного пасажиром між

пунктами i та j ;

P_{ij} – число пересувань між пунктами i та j ;

t_{0r} – час очікування автобусу на маршруті r ;

P_r – кількість пасажирів, які користуються тільки маршрутом r ;

t_{ol} – час очікування автобусу на сумісній ділянці маршруту;

P_l – кількість пасажирів, які проїжджають на суміщеній ділянці маршрутів.

У роботі [37] надані методи евристичних алгоритмів формування раціональної маршрутної мережі МПТ. Критерій ефективності раціональної маршрутної мережі було поліпшено за рахунок підвищення значення припустимої непрямолінійності трас маршрутів. У моделі не враховується вартісна складова, це обумовлюється тим, що вона не робить значного впливу на критерій ефективності маршрутної мережі, однак дуже часто саме вартість проїзду впливає на вибір пасажиром того чи іншого маршруту і, як наслідок,

При цьому Y_l визначається з характеристик діючих варіантів маршрутної мережі і обстеження фактичних техніко-економічних показників роботи маршрутів

$$Y_l = a_o + \sum_i^n a_i g_{il}, \quad (1.5)$$

де n – кількість параметрів шляху пересування, що вимірюються;

a_o, a_i – коефіцієнти регресії;

g_{il} – значення i -го фактора для l -го варіанта шляху.

Ефективність функціонування МПТС характеризують інтегральні показники роботи маршрутів [18, 19]:

- техніко-економічні (дохід системи, витрати системи, прибуток системи, об'єм дотацій системи);

- техніко-експлуатаційні показники (час очікування пасажирями ТЗ, час поїздки в ТЗ, коефіцієнт пересадочності, рівень заповнення салону).

Розрахунок інтегральних показників дозволяє оцінити рівень ефективності функціонування маршрутної мережі МПТС.

Доходи системи можна визначити таким чином [18, 19]:

$$D = \sum_{i=1}^n (Q_i \cdot T_i), \quad (1.6)$$

де D – доходи МПТС за розрахунковий період, грн;

Q – обсяг перевезень на маршруті за період, пас;

T – тариф на маршруті, грн;

n – кількість маршрутів у мережі МПТС.

Витрати МПТС в [18, 19] пропонується визначити таким чином:

$$Z = \sum_{i=1}^n (T_{ник} \cdot A^j \cdot (C_{пер}^j \cdot L_i + C_{пост}^j \cdot \frac{L_i}{V_3})), \quad (1.7)$$

де Z – витрати МПТС за розрахунковий період, грн;

$C_{пер}^j$ – змінні витрати для j -ой марки ТЗ, що експлуатується на маршруті, грн/км;

$C_{пост}^j$ – постійні витрати для j - ой марки ТЗ, що експлуатується на маршруті, грн/год.;

L_i – довжина маршруту, км;

A^j – кількість ТЗ j - ой марки на маршруті, од.;

$T_{ник}$ – тривалість розрахункового періоду, год.

Прибуток системи визначається виходячи з наступних обмежень [19]:

$$\begin{cases} P = 0 & \text{при } (D-3) \leq 0 \\ P = (D-3) & \text{при } (D-3) > 0 \end{cases}, \quad (1.8)$$

де P – прибуток МПТС за розрахунковий період, грн.
Обсяг дотацій МПТС визначається за умовами [18, 19]:

$$\begin{cases} D = 0 & \text{при } (D-3) \geq 0 \\ D = -(D-3) & \text{при } (D-3) < 0 \end{cases}, \quad (1.9)$$

де D – обсяг дотацій за розрахунковий період, грн.
Середній час очікування пасажирів ТЗ може бути визначено як [18, 19]:

$$\bar{t}_{оч} = \frac{\sum_{i=1}^n (t_{оч}^i \cdot Q_i)}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (1.10)$$

де $\bar{t}_{оч}$ – середній час очікування, хв.;
 Q – обсяг перевезень на маршруті за період, пас.;
 n – кількість маршрутів в мережі МПТС.

Середній час поїздки в ТЗ на маршрутах, що входять мережу МПТС [18, 19]:

$$\bar{t}_{поезд} = 60 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (H_{ij} L_{ij})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij} V_{\varepsilon}}, \quad (1.11)$$

де H_{ij} – кореспонденції між транспортними районами, пас.

Коефіцієнт пересадності визначається [18, 19]:

$$K_{пер} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij}}. \quad (1.12)$$

Середній рівень заповнення салону транспортного засобу, що характеризує кількість пасажирів тих, що доводяться на один квадратний метр площі салону [18, 19]:

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij} l_{ij}}{\sum_{x=1}^R A_x V_{xe} S_x T_{nik}}, \quad (1.13)$$

де \bar{q} – середнє значення рівня заповнення салону, пас/м²;

S_x – площа салону x -го ТЗ, м²;

R – кількість ТЗ, що працюють на МПТС.

Основними цілями при удосконаленні маршрутної мережі міста, які виділялись дослідниками в різні роки були:

- мінімізація витрат підприємств [1, 32, 43];
- мінімізація часу пасажирів на пересування [37, 44, 45];
- забезпечення максимальних комфортних умов поїздки пасажирів [46-49];
- критерій мінімуму: з одного боку – витрати на перевезення пасажирів, а з іншого – показник, який визначає якість перевезень, що виражається часом пересування [48-50].

1.4 Методи вибору транспортних засобів на маршрутах міського пасажирського транспорту

Завдання організації пасажирських перевезень в містах мають важливе значення для нормального функціонування всіх галузей міського господарства, задоволення потреб населення в пересуваннях до місць праці, навчання та ін. МПТ має як економічне, так і соціальне значення для суспільства [2].

Вибір автобусів у початковий період автомобілізації проводили на підставі технічних характеристик ТЗ [51]. Надалі почали більше спиратися на економічні й експлуатаційні показники роботи транспорту. Багато авторів, як показник визначення місткості, використовують напруженість пасажиропотоку на маршруті. Раціональну місткість автобусів визначають виходячи з напруженості пасажиропотоку, його нерівномірності за годинами доби і ділянками маршруту, допустимими інтервалами руху автобусів [20, 52, 53-55]. Іноді це завдання вирішували виходячи з годинної напруженості пасажиропотоку, частоти руху автобусів і експлуатаційної швидкості.

При визначенні вибору марки автобуса існує дві точки зору:

- з точки зору пасажирів, на маршрут вигідно виділяти більше автобусів підвищеної місткості;
- з точки зору транспортного підприємства, економічно доцільно виконувати перевезення якомога меншою кількістю автобусів.

Місткість автобусів і ступінь її використання є основними показниками, що визначають рівень якості пасажирських перевезень [5].

Різноманітність сфер застосування автомобільного транспорту викликає необхідність наявності різних моделей транспортних засобів, що відповідають умовам його експлуатації. У зв'язку з цим, звичайним є класифікація автомобілів за рядом признаков.

Усі автомобілі поділяються на ті, що перевозять пасажирів і вантажі та нетранспортні (автомобілі швидкої допомоги, міліції, пожежні і т.п.). Пасажирські в свою чергу діляться на автобуси та легкові автомобілі. По розмірності автобуси підрозділяються на 5 груп залежно від їх довжини. Працівники автомобільного транспорту розділяють автобуси не по довжині а по місткості, що виражається кількістю пасажирських місць. Залежно від призначення місткість однакових по довжині автобусів може бути різною.

При виборі автобусів їх місткість має бути забезпечити не тільки гарантійне і якісне перевезення пасажирів, але й отримання максимально можливих прибутків від експлуатації [28].

Тому для автобусів наряду з габаритними розмірами необхідно враховувати в якості критерію розмірності їх місткості. Існують такі групи місткості ТЗ [2, 3]: I – особливо малі автобуси (мікро-автобуси), II – малі, III – середні, IV – великі, V – особливо великі (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Класи місткості транспортних засобів [2, 3]

Класи	Габаритна довжина, м	Міські перевезення		
		Місця для сидіння	Місця для проїзду стоячих	Всього
I	до 5	10	-	10
II	від 6 до 7,5	18-22	10-15	28-37
III	від 8 до 9,5	20-25	30-35	50-60
IV	від 10 до 12	25-35	55-75	80-110
V	16,5 і більше	35-45	86-100	120 і більше

Основними факторами, що впливають на вибір автобусів раціональної місткості, являється об'єм перевезень і пасажирообмін на автобусних маршрутах.

Протяжність маршруту і середня відстань перегонів оказують суттєвий вплив на вибір автобусів. Велика кількість зупиночних пунктів і малі відстані перегонів накладають обмеження на збільшення частоти руху автобусів через низьку пропускну можливість на маршруті. Автобуси особливо великої місткості і значними габаритами зменшують пропускну спроможність зупиночних пунктів і створюють перешкоди в паралельній роботі іншого маршрутного транспорту. Працюючи з великими інтервалами руху, вони збільшують витрати часу пасажирів на очікування автобуса і часу простою на зупиночних пунктах при пасажирообміні. Випуск автобусів на лінію тієї чи іншої місткості повинен відповідати характеру змін пасажиропотоку на маршруті. За даними НАМІ (центральный науково-дослідний автомобільний і автотранспортний інститут), годинній пасажиронапруженості на міських маршрутах відповідає раціональна місткість автобусів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Раціональна місткість автобусів [5]

Часова пасажиронапруженість, пас.	Загальна місткість автобуса, пас.	Класи місткості ТЗ
200-1000	40	II, III
1000-1800	65	III, IV
1800-2600	80	IV
2600-3800	110	IV, V
3800 і більше	180	V

На вибір марки, кількості і виду транспорту на маршрутах міста впливає велика кількість факторів, які можна об'єднати в такі групи [56]:

- економічні: капітальні вкладення в рухомий склад і в матеріально-технічну базу з його зберігання, ремонту і обслуговування, поточні витрати, витрати часу пасажирів на очікування посадки;

- соціальні: вартісна оцінка втрати одиниці часу на очікування, привабливість громадського транспорту для пасажирів, наявність достатнього контингенту водійського персоналу;

- технічні: динамічні якості автобусів, конструктивні особливості рухомого складу, дорожні умови, пропускну спроможність вулиць і зупинних пунктів;

- експлуатаційні: закономірності формування пасажиропотоків, максимально допустимий інтервал руху, наявність матеріальних ресурсів;
- нормативні: допустиме наповнення транспортного засобу пасажирями, вимоги щодо забезпечення безпеки руху, екологічні вимоги;
- архітектурно-планувальні;
- санітарно-гігієнічні;
- місцеві умови.

Очевидно, що врахування тільки суспільних інтересів не може привести до правильного вибору транспортного засобу на маршрутах міста. Для правильного вирішення цього завдання найбільш доцільною є технічна група методів, при яких враховуються як інтереси транспортних організацій, так і інтереси пасажирів.

На вибір типу автобусів впливають перш за все дорожні умови, які повинні дозволяти експлуатацію автобусів даного типу без збитку для їх технічного стану. Особливо великі вимоги до якості доріг ставлять автобуси великою місткістю та автопоїзди [57].

Кожен перевізник може здійснювати при наявних обмеженнях свою організаційно-технічну і тарифну політику, одним з пунктів якої є можливість використовувати види пасажирського транспорту, найбільш прийнятні з погляду перевізника за місткістю і комфортабельністю. За рахунок цього транспортні підприємства прагнуть підвищити привабливість своїх послуг у вибраному сегменті ринку.

У наукових працях [4, 28, 53, 54, 56, 58, 59-63] розглядається проблема формування парку рухомого складу для роботи на маршрутах міста. Цими та іншими дослідниками запропоновані методи, методики й способи вибору пасажиромісткості, марки транспортного засобу, але жодна із запропонованих розробок не враховує інтересів усіх суб'єктів ринку, що необхідно для функціонування в умовах конкуренції на ринку транспортних послуг.

Місткість автобусів і ступінь її використання є основними показниками, що визначають рівень якості пасажирських перевезень. Наприклад, експлуатація автобусів з великою місткістю забезпечує сприятливіші умови поїздки пасажирів і безвідмовність посадки при одночасному зниженні рівня показника використання місткості. Проте використання автобусів великої і особливо великої місткості виправдано тільки в години найбільшої пасажиронапруженості на маршруті. У години спаду пасажиропотоку скорочуються продуктивність і доходи на одиницю рухомого складу [6]. Однак експлуатація автобусів малої і середньої місткості при значній

пасажиронапруженості на маршруті часто призводить до зниження доходів від експлуатації через надмірне переповнювання автобусів пасажирами.

У багатьох містах США використовуються автотранспортні засоби великої місткості, однак такі транспортні засоби мають виняткове право проїзду, тобто окрему «автобусну дорогу» [64-66]. Таке транспортне обслуговування дає можливість:

- скоротити час поїздки пасажирів, тому що автобус не потрапляє в затори;

- збільшення числа пасажирів дозволяє керівництву скоротити інтервал руху, а більша кількість автобусів на лінії означає зниження витрат часу пасажирів на етапі очікування [64-66].

Сукупність наслідків цих двох аспектів підвищення якості обслуговування призводить до значного підвищення числа постійних клієнтів [64-66].

Також у США широко розвинене використання маршрутних таксі (місткістю транспортних засобів від 6 до 15 пасажирів), однак їх вихід на ринок транспортних послуг обмежений – число маршрутних таксі не повинно перевищувати 190 машин. Це обмеження дає можливість встановити здорову конкуренцію на ринку пасажирських перевезень між маршрутними таксі, що є власністю фізичних осіб, і громадським транспортом [66].

При цьому теоретично обґрунтовані рекомендації щодо вибору автотранспортного засобу з урахуванням впливу економічних і соціальних чинників, не пропонуються.

Від вибору пасажирмісткості транспортного засобу залежать інтервал руху, вірогідність вибору пасажирами шляху і маршруту сполучення.

У роботі [67] оптимальну місткість пропонується визначати, виходячи з добового обсягу перевезень пасажирів, інтервалу руху і часу роботи на маршруті. Недоліком цього способу є те, що не беруться до уваги такі параметри, як дальність поїздки пасажирів, нерівномірність пересування за годинами доби, довжині й напрямку маршруту.

При виборі типу автобуса прагнуть до задоволення потреб населення у перевезеннях з можливо найменшими витратами. При цьому економічний аспект ефективності полягає в доцільності використання ресурсів на самому транспорті, тобто в ряді відносних величин, основними з яких є трудомісткість, фондомісткість і матеріаломісткість послуг транспорту.

У роботі Серьогіна В. І. [68] запропонована типова методика визначення економічної ефективності видів транспорту і типів ТЗ, в основі якої лежить техніко-економічне порівняння за приведеними будівельно-експлуатаційними

витратами. У розрахунках використовують дані про середньодобовий обсяг перевезень, довжину маршруту, час обороту, години доби, постійні й змінні витрати за типами автобусів. Обирають той тип автобуса, в якого витрати мінімальні.

При різних значеннях пасажиропотоку для кожного виду транспорту і типу рухомого складу обчислюють приведені будівельно-експлуатаційні витрати [7]:

$$S_{np} = \left(\frac{E + K \cdot \eta}{Al} \right) \cdot 100 \rightarrow \min, \quad (1.14)$$

де S_{np} – приведені будівельно-експлуатаційні витрати, грн/пас.км;

E – річні експлуатаційні витрати, грн;

K – капітальні вкладення на будівництво і купівлю транспортних засобів, грн;

η – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (0,12);

Al – річна транспортна робота, пас.км.

На вибір автобусів впливають різні чинники: обсяг перевезень пасажирів і пасажирообмін на маршруті та його окремим ділянкам; характер коливання пасажиропотоків за годинами доби і протяжністю маршруту; режим роботи автобусів на маршруті; швидкість руху; протяжність маршруту, інтервал руху, пропускна спроможність доріг; продуктивність автобусів і собівартість перевезень. Остаточне рішення при виборі автобусів ухвалюють після порівняння рухомого складу різних моделей за величиною їх експлуатаційних витрат [6, 7]:

$$Z_e = K_e \cdot S_e \rightarrow \min, \quad (1.15)$$

де Z_e – річні експлуатаційні витрати, грн;

K_e – річний пасажирообмін на маршруті, пас.км;

S_e – собівартість перевезень грн/пас.км.

$$Z_n = S_e + \frac{E_n(K - Ц_n) \cdot 100}{W} \rightarrow \min, \quad (1.16)$$

де Z_n – приведені витрати, грн/пас.км;

S_e – собівартість перевезень, грн/пас.км:

E_n – галузевий нормативний коефіцієнт ефективності, який для транспорту дорівнює 0,1 або 10 окупності капітальних вкладень;

K – капітальні вкладення, грн;

C_n – ліквідаційна вартість транспортного засобу, яка дорівнює десятій частині вартості автомобіля, грн;

W – середньорічна продуктивність автомобіля, пас.км.

У роботі [2] пропонується обирати оптимальне поєднання місткості й кількості автобусів на маршруті на основі критерію мінімуму приведених народногосподарських витрат, вартості витрат часу пасажирів:

$$Z = \min \left(\sum_{i=1}^l \left(\sum_{j=1}^m \bar{T}_{очij} S_{ij} \right) 60 t_i C + Z_{АТП} \right), \quad (1.17)$$

де m – кількість зупиночних пунктів на маршруті в прямому і зворотному напрямках, од;

$\bar{T}_{очij}$ – середні витрати часу одного пасажирів на очікування посадки на j -тій зупинці в i -тий період часу, хв.;

S_{ij} – інтенсивність підходу пасажирів на j -тий зупиночний пункт в i -тий період часу, хв.;

C – вартісна оцінка витрат однієї пасажиро-години, грн/год.;

$Z_{АТП}$ – витрати АТП на експлуатацію маршруту, грн.

Особливістю даного підходу є розгляд пасажиромісткості і кількості автобусів як незалежних змінних, тобто жоден з цих параметрів не задається, а обидва розраховуються, виходячи з наявних пасажиропотоків і умов роботи автобусів на даному маршруті.

У роботі Спіріна І. В.[57] розглянуто два варіанти вибору автобусів для роботи на маршрути: 1) місткість автобусів обмежена заданими межами; 2) місткість вибирається із заданого ряду фіксованих значень. У роботі не розглянуто вплив тривалості й умов поїздки пасажирів на їх самопочуття і працездатність. Однак при цьому в ринкових умовах господарювання використання критерію мінімуму народногосподарських витрат викликає великі сумніви.

Розроблено графічний спосіб визначення раціонального типорозміру автобуса [54], в якому вибір здійснюється для визначеного діапазону напруженості пасажиропотоку в порівнянні з іншими типами автобусів за мінімумом приведених народногосподарських витрат. Але той факт, що області

застосування різних за місткістю транспортних засобів перекриваються при одному й тому ж пасажиропотоці, не завжди дозволяє однозначно підібрати потрібну місткість.

Афанасьєв Л. Л. і Цукерберг С. М. пропонують обирати тип автобуса на підставі порівняння декількох марок. Для цього будують графік зміни за годинами доби коефіцієнта використання місткості. Отримане середньодобове значення переносять на графік залежності собівартості від коефіцієнта використання місткості автобуса, тип автобуса з найменшою собівартістю перевезень вважають раціональним [69].

Проте собівартість не повною мірою дозволяє обирати раціональну місткість ТЗ, оскільки різні марки одного і того ж виду транспорту вимагають різних капітальних вкладень, забезпечують різну собівартість транспортної роботи при одній і тій же напруженості пасажиропотоку.

Визначальним критерієм вибору марки транспортного засобу є умови якнайповнішого задоволення потреб населення в перевезеннях, ефективна робота автобусів і підвищений рівень якості обслуговування, що встановлюється нормативами.

Методика вибору місткості ТЗ, що розроблена Самойловим Д. С. [20], дозволяє визначити раціональні межі використання різних за місткістю транспортних засобів. При розробці методики цей автор використовував дані про розподіл обсягу перевезень між маршрутами міста і вимоги забезпечення інтервалів руху в заданих межах. Ряди місткостей транспортних засобів автором визначаються на основі побудови кривих розподілу перевезень для кожної групи міст. Відмічено, що рухомий склад у кожному місті має відповідати характеру розподілу перевезень на маршрутах. З ряду причин як економічних, так і експлуатаційних у транспортних парках недоцільно мати багато різних типів рухомого складу.

По-перше, цей метод дозволяє обирати всі види транспорту і марки в межах розгляду, тоді як більшість інших методів включають тільки один або два види, і в них не знаходяться сфери застосування для деяких марок транспортних засобів. По-друге, в методі Самолова Д. С. ряди місткостей залежно від напруженості пасажиропотоку визначені так, щоб інтервали руху транспорту на маршрутах залишалися в заданих межах.

У роботі [70] для вибору типу автобусів оціночним результуючим параметром прийнята сумарна собівартість перевезення одного пасажирів (грн./пас), величину якої слід мінімізувати покращенням організації перевезень.

У чисельному дослідженні шляхів зниження собівартості в роботі оцінюється можливий вибір типу автобусів з погляду трьох складових частин:

1. Собівартості, що пов'язана з річними витратами часу пасажирів на автобусні поїздки;
2. Собівартості, що пов'язана з експлуатаційними витратами;
3. Собівартості, що пов'язана з екологічним забрудненням міста.

Для пасажирів вибір певного виду транспорту для конкретної поїздки можна назвати випадковим або оцінюючим, таким, що є результатом його критерійної оцінки, при якій фіксуються критерії і ухвалюється рішення на користь того виду транспорту, який, на думку пасажирів, володіє найменшою неприйнятністю або найбільшою привабливістю [58].

Інтереси пасажирів при виборі місткості автобусів враховуються в роботах В. К. Долі, Н. У. Гюлева, Ю. О. Давідіча, в яких пропонується виходити з мінімізації транспортної стомлюваності пасажирів, що впливає на працездатність, а, отже, на продуктивність праці пасажирів на основному виробництві, і мінімізації часу перевезень пасажирів при визначених виробничих ресурсах [4, 56, 59, 60, 71].

Як було зазначено, завдання вибору марки транспортного засобу для роботи на маршруті вирішували багато вчених в області міського пасажирського транспорту [2, 6, 7, 20, 68]. Проте в цих роботах дане завдання вирішувалось через використання економічного аналізу, тому в основному виявлялася та місткість ТЗ, яка дозволяла перевезти пасажирів з найменшими витратами.

Завдання вибору раціональної марки транспортного засобу можна вирішити, використовуючи імітаційне моделювання, яке дозволяє логічним шляхом прогнозувати наслідки альтернативних дій і сприяє визначенню, якій з них слід віддати перевагу [5, 31, 72-77].

Основою імітаційної моделі є математичні алгоритми, що враховують взаємодію і взаємозв'язки факторів, що входять до складу моделі. Як недолік імітаційних моделей можна відзначити те, що вони надають множину рішень, з яких треба обрати найкраще, але не оптимальне.

Запропонована в роботі [56] імітаційна модель процесу перевезень пасажирів дає змогу визначити ту місткість автобусів, яка забезпечує мінімальний час їх очікування на маршруті, що значно впливає на соціально-економічні аспекти транспортного процесу.

У роботі [56] оцінюється раціональна місткість автобусів, що забезпечує мінімальний час їх очікування, і, як наслідок, зменшення стомлення пасажирів

при очікуванні маршрутної поїздки. Витрати часу на поїздки суттєво відображаються на пасажирях, визиваючи транспортну стомлюваність. Кожні 10хв., проведені в автобусі, знижують продуктивність праці на 4%. В теперішній час фактичні витрати часу на поїздки значно вище граничного нормативного рівня на 75 – 100% [78].

Недостатньо того, що обираючи марку транспортного засобу прагнути до мінімуму часу пасажирів на пересування. При цьому ще необхідно забезпечити такі умови поїздки (що відображаються в ступені заповнення транспортного засобу), які б не зменшували, а підсилювали позитивний вплив зниження часу пересування. Природно, що даний напрямок в умовах системного підходу не може бути наданий у відриві від інших методів удосконалення системи МПТ.

Узагальнення методів вибору автотранспортного засобу на маршрутах міського пасажирського транспорту свідчить про те, що вони ґрунтуються на таких цілях: мінімізації експлуатаційних витрат при виконанні програми перевезень; мінімізації часу пересування пасажирів при обумовлених виробничих ресурсах; мінімізації народногосподарських витрат; мінімізації транспортного стомлення пасажирів.

1.5 Методи вибору режимів руху транспортних засобів на маршрутах міського пасажирського транспорту

Вибір режимів руху транспортних засобів на маршрутах є одним з найважливіших завдань при удосконаленні перевезень пасажирів, тому що безпосередньо впливає на якість обслуговування населення.

Підвищення ефективності використання транспортних засобів, зниження витрат часу на поїздки можливе за рахунок впровадження експресного сполучення на автобусних маршрутах міського пасажирського транспорту. На пасажирському транспорті розрізняють такі основні режими руху між зупиночними пунктами: звичайний, швидкісний, експресний, напівекспресний, скороченого сполучення та маршрутне таксі [40]. Перевезення пасажирів у режимі маршрутне таксі — перевезення пасажирів на міському чи приміському автобусному маршруті загального користування за розкладом руху, в якому визначається час відправлення автобусів з початкового та кінцевого пунктів маршруту з висадкою і посадкою пасажирів на їхню вимогу на шляху прямування автобуса в місцях, де це не заборонено правилами дорожнього руху [40].

Відповідно до Закону України „Про автомобільний транспорт” від 23 лютого 2006 р. №3492-IV [40]:

- перевезення пасажирів у звичайному режимі руху — перевезення пасажирів автобусами на маршруті загального користування з дотриманням усіх зупинок, передбачених розкладом руху;

- перевезення пасажирів в експресному режимі руху — перевезення пасажирів автобусами на маршруті загального користування, на якому є звичайний режим руху, з дотриманням зупинок, кількість яких за розкладом руху не перевищує 25 % кількості зупинок при звичайному режимі руху.

Методи визначення режимів руху автобусних маршрутів міського пасажирського транспорту надані у таблиці 1.3, які базуються на припущенні, що транспортні засоби мають однакову місткість і працюють відповідно до графіку руху.

Швидкісне та експресне сполучення на маршруті можуть бути організовані при виконанні таких умов:

- дорожня мережа та організація руху дозволяє обгони одиночних автобусів іншими;

- пасажиропотік має достатню інтенсивність для організації швидкісних або експресних рейсів з прийнятним інтервалом руху автобусів (не більше 15 хв.), або разових рейсів.

Вихідними даними при організації на маршруті швидкісного і експресного сполучення є: паспорт автобусного маршруту; інформація про пасажиропотоки; нормативи часу на швидкісні (експресні, напівекспресні, скорочені) рейси.

Таблиця 1.3 – Методи визначення режимів руху на автобусних маршрутах міського пасажирського транспорту

Автор методу	Суть методу	Недоліки
1	2	3
Самойлов Д. С. [25]	Реалізація комбінованого режиму руху за допомогою картограмного методу	Трудомісткість реалізації
Горбачев П. Ф., Дмитрієв І. А., Геронимус Б. Л., Царфин Л. В. [42, 79]	Методи реалізації вибору режимів руху на ЕОМ. Повний перебір можливих варіантів організації сполучення на маршруті. В якості обмежень приймаються: мінімальна швидкість сполучення, максимальна величина пасажирообороту на зупинках, максимальний інтервал руху. В якості критерію використовується принцип покращення якості обслуговування без погіршення показників роботи транспорту.	Обрані режими руху не в повній мірі відповідають вимогам і потребам пасажирів.
Антошвілі М. Е., Ліberman С. Ю., Спирін І. В. [2]	Вирішена задача визначення комбінованих режимів руху, що базується на пасажирообміні зупиночних пунктів та закріплених за	Не враховується потужність пасажиропотоку і кореспондуючі зв'язки зупинок маршруту.

1	2	3
	<p>маршрутом автобусів, що зупиняються на всіх проміжних зупинках.</p> <p>Дозволяє сформувати набір зупинок, що визначає режим руху автобусів через перебір вихідного набору зупинок за критерієм мінімуму сумарних витрат часу пасажирів на пересування.</p>	
Зильбербрандт Ю. [80]	<p>Формування зупинок додатково до зупинок, що сформовані для звичайного режиму руху, виконується за рахунок зменшення кореспонденцій пасажирів. Дозволяє ефективно вирішувати питання виділення вихідного набору зупинок для подальшого перебору варіантів.</p>	<p>Запропонований підхід розподілу пасажиропотоків між маршрутами може призвести до нераціонального розподілу транспортних засобів між маршрутами.</p>

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3
Коцюк А. Я. [31]	Удосконалена методика Зильбербрандта Ю. [80] за рахунок діагностування маршрутів на можливість впровадження комбінованого режиму руху, обґрунтована гіпотеза вибору пасажиром виду сполучення.	Трудомісткість і потреба у виконанні непотрібної обчислюваної роботи.
Штанов В. Ф., Подберезкин Г. А., Іщенко В. А., Чумаченко А. І., Спірін І. В., Гуревич Г. А. [3, 41, 50]	Ввикористовується гіпотеза про розподіл пасажиропотоків відповідно до провізних можливостей видів транспорту.	Методики не мають практичного застосування.

1.5.1 Організація комбінованого режиму руху

На автобусних маршрутах міського пасажирського транспорту можливе створення комбінованих режимів руху, що є сукупністю звичайного і експресного режимів руху, при цьому експресний режим руху може впроваджуватися і на правах самостійних маршрутів.

Основна відмінність комбінованого режиму руху від звичайного полягає в тому, що при комбінованому режимі руху на кожній зупинці маршруту зупиняються не всі автобуси, які працюють на маршруті, а тільки якась їх частина. При цьому дана частина автобусів, що зупиняються на кожному зупиночному пункті маршруту, залежить тільки від режиму руху і отже точно характеризує комбінований режим руху автобусів відносно даного зупинного пункту. Тому в якості змінної для визначення оптимального комбінованого режиму руху автобусів на маршруті приймають частину автобусів k_j , які повинні зупинятися на кожній j -й ($j = 1, 2, \dots, n$) зупинці маршруту при комбінованому режимі руху. Основні обмеження на змінну $0 \leq k_j \leq 1$. При необхідності вводяться додаткові обмеження. При обмеженні 10 хв. максимального часу очікування пасажирів і максимального інтервалу руху автобусів на маршруті змінна k_j може змінюватись [2] в межах $0,5 \leq k_j \leq 0,8$.

При інтервалах руху автобусів, що перевищують 10 хв., організація комбінованих режимів руху на маршруті, як правило, недоцільна.

Сумарні витрати часу пасажирів на пересування по маршруту T_j в залежності від частки автобусів k_j , які зупиняються на кожній зупинці маршруту становить [2]:

$$T_j = Q_j \left[\left(P_{омкj} + \frac{1}{2} \right) \frac{T_{об}}{A k_j} + \frac{\sigma^2 A k_j}{2 T_{об}} \right] + R_j \left[\left(P_{омкj} + \frac{1}{2} \right) \frac{T_{об}(T_{об} - \partial_j)}{A(T_{об} - \partial_j k_j)} + \frac{\sigma^2 A(T_{об} - \partial_j k_j)}{2 T_{об}(T_{об} - \partial_j)} \right] - F_j \partial_j \frac{T_{об}(1 - k_j)}{T_{об} - \partial_j k_j} + z, \quad (1.18)$$

де Q_j – кількість пасажирів, які користуються j -тою зупинкою маршруту;

R_j – кількість пасажирів, які не користуються j -тою зупинкою маршруту;

F_j – кількість пасажирів, які проїжджають повз j -тої зупинки маршруту;

A – кількість автобусів на маршруті;

$T_{об}$ – час обороту звичайного автобуса на маршруті, хв.;

∂_j – середній час затримки автобуса на j -тій зупинці, хв.;

σ – нерегулярність руху автобусів на маршруті, хв.;

$P_{откj}$ – ймовірність відмови в посадці (на j -тій зупинці) ;

z – постійна частина загальних витрат часу пасажирів, не залежних від режиму руху автобусів на маршруті, хв.

Для знаходження оптимального руху автобусів відносно зупиночних пунктів маршруту необхідно визначити значення k_j , при якому досягається мінімум сумарних витрат часу пасажирів T_j з урахуванням зазначених вище обмежень. Оптимальне значення k_j для кожної зупинки маршруту можна визначати користуючись залежністю [2]:

$$k_j = \sqrt{\frac{QT_{об}^2 (T_{об} - \partial_j)(2P_{откj} + 1)}{Q_j A^2 (T_{об} - \partial_j) \sigma^2 + R_j [(2P_{откj} + 1) S_{об}^2 - \sigma^2 A^2] \partial_j + 2AF_j T_{об}^2 \partial_j}}. \quad (1.19)$$

При регулярному русі автобусів на маршруті ($\sigma = 0$) і відсутності відмов при посадці ($P_{откj} = 0$) формула (1.19) має вигляд [2]:

$$k_j = \sqrt{Q_j (T_{об} - \partial_j) / (R_j + 2AF_j) \partial_j}. \quad (1.20)$$

У тих випадках, коли мають місце нерівності $T_{об} > \partial_j, 2AF_j > R_j$

$$k_j \approx \sqrt{Q_j T_{об} / (2AF_j \partial_j)} \approx 0,8 \sqrt{I_u Q_j / F_j}, \quad (1.21)$$

де I_u – вихідний інтервал руху автобусів на маршруті (до організації комбінованого режиму руху), хв.

Для визначення значення k_j залежно від вихідного інтервалу руху I_u , і відношення Q_j / F_j складена спеціальна розрахункова таблиця 1.4 [2], яка охоплює всі можливі значення k_j (від 0,1 до 0,9) і основні інтервали руху міських автобусів I_u (від 1 до 12 хв.). При подальшому збільшенні інтервалу руху автобусів на маршруті організація комбінованого режиму руху, як правило, є недоцільною і веде до збільшення сумарних витрат часу пасажирів.

Таблиця. 1.4 – Розрахункова таблиця для визначення значення змінної k_j [2]

$k_j \backslash I_u$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,1	71	143	214	286	357	428	500	571	643	714	786	857
0,2	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	196	216
0,3	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96
0,4	4	9	13	18	22	27	31	36	40	45	49	53
0,5	3	6	8	11	14	16	20	23	25	28	31	34
0,6	2	4	6	8	10	12	14	16	18	19	22	24
0,7	2	3	4	6	7	8	10	11	13	14	15	17
0,8	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13
0,9	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	11

Для користування таблиці 1.4 необхідно [2]:

1. Визначити вихідний інтервал руху автобусів на маршруті I_u .
2. Знайти в таблиці стовбець з відповідним значенням I_u .
3. Розрахувати відношення F_j/Q_j для j -тої зупинки.
4. Знайти у визначеному стовбці число, що є найбільш близьким до отриманого відношення F_j/Q_j .
5. Знайти в стовбці таблиці відповідне даному числу значення k_j .

На основі отриманих значень змінної k_j для всіх зупиночних пунктів маршруту можна побудувати оптимальний комбінований режим руху автобусів на маршруті. Об'єднуючи зупиночні пункти маршруту з однаковими значеннями k_j , отримують відповідні складові режиму руху. Сукупність отриманих режимів утворює оптимальний комбінований режим руху автобусів на маршруті. При введенні цього режиму рух автобусів досягатиме мінімуму сумарних витрат часу пасажирів на маршруті. Вся необхідна інформація про визначення пасажиропотоку на маршруті може бути з достатньою точністю, яка отримана на основі даних пасажирообміну зупиночних пунктів [2]:

$$Q = \sum (P_j + B_j) / 2; \quad Q_j = P_j + B_j; \quad R_j = Q - Q_j, \quad (1.22)$$

де P_j – число посадок на j -тій зупинці маршруту, пас.;

B_j – число виходів на j -тій зупинці маршруту, пас.

Однак організація на одному маршруті більше двох різних режимів руху ускладнює користування автобусами і управління рухом. Тому при організації швидкісних, експресних і скорочених автобусних сполучень доцільно використовувати простішу комбіновану систему, що складається з двох різних режимів: звичайного і швидкісного, звичайного і експресного, звичайного і скороченого [2].

Для переведення комбінованого режиму руху, що включає більше двох режимів в простий, необхідно визначити граничне значення змінної $k_j = k_0$ [2], що буде відокремлювати звичайний режим руху від швидкісного. Значення, що визначається, встановлюється перебором значень k_j в інтервалі $k_{\min} \leq k_j \leq 1$. На практиці можна приймати:

$$k_{\min} \leq k_j \leq 0,8, \quad (1.23)$$

де k_{\min} – мінімальне з отриманих значень змінної k_j .

Критерієм оптимальності при переборі значень слугує мінімум сумарних витрат часу пасажирів.

Після визначення оптимального граничного значення k_0 всі зупиночні пункти маршруту, для яких $k_j \leq k_0$, відносять до звичайного маршруту, а всі зупиночні пункти, для яких $k_j > k_0$ – до швидкісного маршруту. З'єднуючи між собою всі зупинки, для яких $k_j > k_0$, отримаємо швидкісний автобусний маршрут [2].

Необхідне число автобусів для роботи в звичайному чи в швидкісному режимах руху, відповідно до наведених вище визначенням змінної k_j в звичайному режимі руху повинно працювати [2]:

$$A_0 = Ak_0, \quad (1.24)$$

де A_0 – кількість транспортних засобів при звичайному режимі руху, од.;

k_0 – частина транспортних засобів, що зупиняються на зупиночних пунктах, виділених для швидкісного режиму руху.

в швидкісному режимі руху

$$A_{ш} = A - A_0 = A(1 - k_0). \quad (1.25)$$

Економія часу пасажирів при організації комбінованого режиму руху автобусів на маршруті [2]

$$\begin{aligned} \Delta T &= \left[Q_o(I_u - I_o) + Q_c(I_u - I_\kappa) + 2\partial(1 - k_o) \sum_{f \in 0} F_f / 2 \right] = \\ &= \left[Q(I_u - I_\kappa) - Q_o(I_o - I_\kappa) + 2\partial(1 - k_o) \sum_{f \in 0} F_f / 2 \right], \end{aligned} \quad (1.26)$$

де Q – загальна кількість пасажирів на маршруті, пас.;

Q_o – кількість пасажирів маршруту, які користуються звичайними зупинками, пас.;

Q_c – кількість пасажирів маршруту, які користуються тільки швидкісними зупинками, пас.;

F_f – кількість пасажирів маршруту, які користуються тільки швидкісними зупинками і, які проїжджають мимо f -тої звичайної зупинки, пас.;

I_o – інтервал руху звичайних автобусів, хв.;

I_κ – об'єднаний (комплексний) інтервал руху звичайних та швидкісних автобусів, хв.

Об'єднаний (комплексний) інтервал руху звичайних та швидкісних автобусів визначається [2]:

$$I_\kappa = I_o \cdot I_c / (I_o + I_c), \quad (1.27)$$

де I_c – інтервал руху швидкісних автобусів, хв.

Введення комбінованих режимів руху автобусів на маршрутах дозволяє підвищити якість обслуговування пасажирів без збільшення числа автобусів. Проте можна отримати і інший ефект – зняти з маршруту деяке число автобусів без погіршення транспортного обслуговування пасажирів. У зв'язку з цим доцільно визначити умовну економію транспортних засобів, тобто число автобусів, яке можна було б зняти з маршруту при введенні комбінованого режиму руху без збільшення сумарних витрат часу пасажирів [2]. Умовну економію кількості транспортних засобів можна визначити таким чином:

$$\Delta A = A \frac{1 - k_o}{k_o} \cdot \frac{Q k_o m \partial + 2 A k_o \partial \sum F_f - Q_o T_{o\partial}}{Q(T_{o\partial} - k_o m \partial) + 2 A (1 - k_o) \partial \sum F_f}, \quad (1.28)$$

де m – число звичайних зупинних пунктів на маршруті.

Оскільки швидкісні та експресні автобуси мають менше зупинок на шляху прямування, відповідно вони менше здійснюють гальмувань і розгонів, що сприяє зменшенню амортизації транспортних засобів і скороченню витрат на поточний ремонт і технічне обслуговування автобусного парку, а також зниженню кількості шкідливих викидів в атмосферу міста [2].

Завдання визначення комбінованого режиму руху є завданням пошуку на маршруті ділянок з такими пасажиропотоками, що виправдають, з погляду ефективності перевезень, установлення на цих ділянках різних способів реалізації сполучення [2].

У роботі [81] запропонована математична модель (1.28) функціонування міського пасажирського маршруту у вигляді імітаційної математичної моделі з двома одночасними режимами руху транспортних засобів, один з яких звичайний, що дозволила встановити загальні закономірності, притаманні комбінованому режиму руху та визначити раціональне застосування його видів з врахуванням рівня обслуговування населення, продуктивності роботи транспорту та собівартості перевезень [81].

$$\left\{ \begin{array}{l} P_3 = \left[1 + \left(\frac{t_3}{t_m} \right)^a \left(\frac{\tau_3}{\tau_m} \right)^b \left(\frac{i_3}{i_m} \right)^c \left(\frac{\gamma_3}{\gamma_m} \right)^d \right]^{-1} \\ P_m = \left[1 + \left(\frac{t_m}{t_3} \right)^a \left(\frac{\tau_m}{\tau_3} \right)^b \left(\frac{i_m}{i_3} \right)^c \left(\frac{\gamma_m}{\gamma_3} \right)^d \right]^{-1} \end{array} \right. , \quad (1.29)$$

де t_3 і t_m – відповідно до тривалості переміщення з використанням звичайного і таксомоторного режимів руху;

τ_3 і τ_m – вартість проїзду на автобусах із звичайним режимом руху і таксомоторним.

i_3 і i_m – інтервал руху автобусів режимів руху, що розглядаються;

γ_3 і γ_m – коефіцієнт динамічного використання місткості автобусів відповідно до режимів руху;

a, b, c, d – емпіричні коефіцієнти, що визначаються за даними обстежень.

Запропоновано загальний алгоритм моделювання міського маршруту з комбінованим режимом руху. Для визначення раціональних значень параметрів маршруту з комбінованим режимом руху вирішена задача визначення кількості транспортних засобів для додаткового режиму руху, при якій добовий прибуток

на маршруті буде максимальним [81]:

$$\Pi = QP(t(o, i); \tau; i; \gamma(i, s, q))\tau - C(q)L_m T_p / i \rightarrow \max, \quad (1.30)$$

де Q – обсяг перевезень;

P – частка пасажирів, які оберуть додатковий режим руху;

t – тривалість виконання оборотного рейсу;

i – інтервал руху транспортних засобів;

γ – наповнення автобусу;

o – режим організації руху на маршруті;

τ – тариф на перевезення;

s – структура пасажиропотоку;

q – місткість транспортного засобу;

C – питомі витрати на один кілометр пробігу транспортного засобу;

L_m – довжина маршруту у прямому і зворотному напрямках руху;

T_p – розрахунковий період.

Недоліком цієї роботи є те, що в більшості розглядаються таксомоторні маршрути, і перевага віддається транспортним засобам місткістю 30 пасажирів.

1.5.2 Організація скорочених маршрутів

Завдання побудови скорочених автобусних маршрутів має багато загального із завданням побудови комбінованих режимів руху автобусів на маршрутах.

В якості цільової функції задачі побудови оптимальних автобусних маршрутів приймаємо сумарні затрати часу пасажирів маршруту на пересування T_j [2].

Можливо три варіанти скорочення основного маршруту [2]:

- спочатку, тобто з першої зупинки;
- з кінця, тобто n -ї зупинки;
- з обох кінців, тобто і з першої та з n -ї зупинок.

В якості змінної приймається частка автобусів, яка повинна зупинятися на j -й ($j=1, 2, \dots, n-1$) і усіх попередніх їй зупинках основного маршруту r_j .

Накладемо основні обмеження на змінну r_j [2].

Відповідно до визначення r_j маємо:

$$0 \leq r_j \leq 1; \quad (1.31)$$

$$r_j \leq r_{j+1}. \quad (1.32)$$

Із нерівностей (1.31) і (1.32) виходить, що при отриманні першого значення $r_j = 1$ скорочення основного маршруту слід припинити.

Сумарні затрати часу пасажирів T_j залежать від змінної r_j [2]:

$$T_j = Q_{j(1)} \left[\left(P_{omkj} + \frac{1}{2} \right) \frac{T_{ob}}{Ar_j} + \frac{\sigma^2 Ar_j}{2T_{ob}} \right] + R_{j(1)} \left[\left(P_{omkj1} + \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{T_{ob}(T_{ob} - j\tau)}{A(T_{ob} - j\tau)} + \frac{\tau^2 A(T_{ob} - j\tau - r_j)}{2T_{ob}(T_{ob} - j\tau)} \right], \quad (1.33)$$

де $Q_{j(1)}$ – кількість пасажирів, які користуються зупиночними пунктами маршруту від 1 до j -го (включно);

$R_{j(1)}$ – кількість пасажирів, які не користуються зупиночними пунктами маршруту від 1 до j -го (включно);

T_{ob} – час оберту автобуса на основному маршруті;

τ – середні витрати часу автобуса на рух по одному перегоні (з урахуванням часу на зупинці).

Аналогічно з визначенням оптимального комбінованого режиму руху автобусів на маршруті математична модель задачі визначення оптимального скороченого автобусного маршруту є системою з n рівнянь [2]:

$$\frac{dT_j}{dr_j} = 0 \quad (j=1, 2, \dots, n). \quad (1.34)$$

За цими рівняннями визначаємо оптимальне значення для j -ї і усіх попередніх їй зупинці основного маршруту [2]:

$$r_j = \sqrt{\frac{Q_{j(1)}(2P_{omkj} + 1)T_{ob}^2(T_{ob} - j\tau)}{Q_{j(1)}A^2\sigma^2(T_{ob} - j\tau) + R_{j(1)}[(2P_{omkj} + 1)T_{ob}^2 - A^2\sigma^2]}}. \quad (1.35)$$

Ця формула (1.35) дозволяє дослідити залежність довжини скороченого маршруту від параметрів основного маршруту $t_0, \tau, A, \sigma, P_{omkj}$, і розподіл пасажиропотоку на ньому. Отримані залежності можуть бути використані для

оперативного управління рухом автобусів на маршрутах і для аналізу закономірностей автобусних пасажирських перевезень в містах.

При регулярному русі автобусів на маршруті ($\sigma = 0$) і відсутності відмов у посадці ($P_{омкj} = 0$) формула (1.45) приймає більш простий і зручний вигляд [2]:

$$r_j = \sqrt{Q_{j(1)}(T_{об} - j\tau) / R_{j(1)}j\tau}. \quad (1.36)$$

З урахуванням того, що $T_{об}/\tau \approx n$ формулу (1.35) можна записати так [2]:

$$r_j = \sqrt{\frac{Q_{j(1)}(2P_{омкj} + 1)T_{об}^2(n - j)}{Q_{j(1)}A^2\sigma^2(n - j) + R_{j(1)}[(2P_{омкj1} + 1)T_{об}^2 - A^2\sigma^2]}}. \quad (1.37)$$

формулу (1.36)

$$r_j = \sqrt{Q_{j(1)}(n - j) / R_{j(1)}} = \sqrt{Q_{j(1)}(n - 1) / R_{j(1)}}. \quad (1.38)$$

Для визначення r_j залежно від загального числа зупинок n на маршруті і відношення $Q_{j(1)}/R_{j(1)}$ складена розрахункова таблиця 1.5, яка аналогічна таблиці 1.4.

У реальних умовах організації скорочених маршрутів доцільно для 10–20% міських автобусних маршрутів. При цьому r_j зазвичай лежить в інтервалі: $0,5 \leq r_j \leq 0,8$ [2].

Після розрахунку всіх значень $r_j < 1$ (починаючи з $j=1$ і закінчуючи $j = j_y$, для якого вперше отримуємо $r_{j_y} \geq 1$), аналогічно з найпростішим комбінованим режимом руху автобусів на маршруті, визначимо граничне значення змінної $r_j = r_0$, при якому досягається мінімум функції [2].

Таблиця 1.5 – Розрахункова таблиця для визначення значень r_j [2]

$r_j \backslash n$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,1	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
0,2	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,3	100	111	122	133	144	155	167	178	189	200	212	223
0,4	56	62	69	75	82	88	95	101	107	114	120	126
0,5	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
0,6	25	28	30	33	36	39	42	44	47	50	53	56
0,7	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
0,8	14	16	17	19	20	22	23	25	27	28	30	31
0,9	11	12	14	15	16	18	19	20	22	23	24	26

На основі отриманого граничного значення $r_{j_2} = r_0$ всі зупинки з номерами від 1 до j_2 включно відносять тільки до основного маршруту, а всі зупинки основного з номерами від $j_2 + 1$ до n включно відносять до скороченого маршруту [2].

Відповідно з визначенням змінної r_j на основному маршруті повинно працювати $A_n = Ar_0$ автобусів, а на скороченому маршруті $A_y = A - A_n = A(1 - r_0)$ автобусів. При цьому скорочену частину маршруту обслуговують усі A автобусів [2].

Відповідно до виразів (1.41) і (1.42) необхідною умовою організації скороченого автобусного маршруту є $r_j < 1$ [2].

Економія часу пасажирів при організації простішого скороченого автобусного маршруту [2].

$$\Delta T = Q_n \left[(P_{\text{отк}} + 1/2)(I_u - I_n) + \sigma^2 (1/2I_u - 1/2I_n) \right] + Q_y \left[(P_{\text{отк}} + 1/2)(I_u - I_y) + \sigma^2 (1/2I_u - 1/2I_y) \right], \quad (1.39)$$

де Q_n – число пасажирів, які користуються зупиночними пунктами основного (повного) маршруту;

Q_y – число пасажирів, які користуються тільки зупиночними пунктами скороченої частини маршруту;

I_u – вихідний інтервал руху автобусів (до організації скороченого маршруту);

I_n – інтервал руху автобусів на основному (повному) маршруті (після організації скороченого маршруту);

I_y – інтервал руху автобусів на скороченому маршруті.

При регулярному русі ($\delta = 0$) і при відсутності відмов в посадці ($P_{отк} = 0$)

$$\Delta T = [Q(I_u - I_y) - Q_n(I_n - I_y)]/2. \quad (1.40)$$

Аналогічно визначають і інші параметри скороченого маршруту.

Організація скорочених маршрутів дозволяє значно збільшити кількість рейсів автобусів на найбільш завантажених ділянках маршруту без збільшення загального числа автобусів на маршруті. При цьому розподіл автобусів на маршруті відповідає розподілу пасажиропотоку. Тому при рішенні питань щодо організації швидкісних(експресних) і скорочених маршрутів треба користуватися результатами натурних обстежень відповідних маршрутів, що виконуються робітниками транспортних підприємств [2].

1.5.3 Організація експресних маршрутів

Експресний режим руху має принципову відмінність від звичайного (постановочного) і від швидкісного режимів руху [3]:

- організація експресного руху забезпечує можливість максимального збільшення швидкості сполучення автобусів на маршруті. Відповідно, зменшуються і витрати часу пасажирів. Ще більший ефект дає організація експресних автобусних маршрутів при наявності спеціалізованих смуг або магістралей безперервного руху для автобусів – експресів [3].

- організація експресного руху автобусів дозволяє значно скоротити витрати палива. В експресному режимі витрати палива скорочуються в 1,5 рази порівняно із швидкісним режимом руху і в 2 рази – порівняно із звичайним режимом руху [3].

- організація експресного руху автобусів дозволяє організувати рух автобусів по найбільш короткому шляху між початковим та кінцевим пунктами маршруту, тобто для експресного сполучення зазвичай обирається коротший шлях між пунктом відправлення і пунктом призначення, тому довжина експресного автобусного маршруту зазвичай на 20 – 30% менша за довжину відповідного швидкісного або звичайного автобусного маршруту [3].

- організація експресних перевезень забезпечує зручність посадки (висадки) пасажирів кожного автобуса протягом усього рейсу. Це дозволяє, з однієї сторони, значно покращити умови проїзду пасажирів, а з іншої – забезпечує найбільш повне використання пасажиромісткості автобусів [3].

Автобус-експрес із кінцевого пункту пройденого експресного маршруту не повинен повертатися в початковий пункт даного маршруту, а навпаки, повинен слідувати новим експресним маршрутом, що визначається обумовленою відповідною пасажирською кореспонденцією. Продовжуючи даний процес, отримуємо ланцюг взаємопов'язаних (послідовних) експресних автобусних маршрутів, у якому кінцевий пункт одного експресного маршруту служить початковим пунктом другого. Отриманий ланцюг дозволяє зв'язати експресними автобусними маршрутами різні пункти міста, забезпечивши достатнє наповнення автобусів на перегонах [3].

Для організації оптимального експресного автобусного маршруту (рейсу) по обслуговуванню пасажирської кореспонденції h_{ij}^t , що кількісно дорівнює числу пасажирів, які повинні прибути з пункту i в пункт j до часу t , необхідно, щоб об'єм h_{ij}^t пасажирської кореспонденції був не менше пасажиромісткості одного автобусу q_n , тобто $h_{ij}^t \geq q_n$ [3].

Особливе значення має організація експресних автобусних перевезень для обслуговування трудових кореспонденцій.

Системи експресних маршрутних ланцюгів будують на основі динамічної моделі міських пасажирських кореспонденцій, що описує розподіл пасажирських кореспонденцій на території міста за добу.

При визначенні матриці міських пасажирських кореспонденцій треба враховувати те, що не всі пересування пасажирів між двома пунктами міста здійснюються на автобусі. Частина мешканців користуються іншими видами громадського транспорту. Тому при розрахунку системи експресних автобусних перевезень слід враховувати імовірність використання пасажирами автобусів [2, 3]. Ця імовірність залежить від ряду факторів:

- мета поїздки;
- дальність пересування;
- години доби;
- кліматичних умов.

Врахування імовірності використання пасажирами автобусів виконується через операцію суперпозиції (поелементного множення) просторової матриці міських пасажирських кореспонденцій $[h_{ij}^t]$ і просторової матриці імовірності поїздок на автобусі $[p_{ij}^t]$:

$$[R_{ij}^t] = [h_{ij}^t](\cdot)[p_{ij}^t] = [h_{ij}^t p_{ij}^t], \quad (1.41)$$

Імовірність здійснення поїздки залежно від дальності та мети пересування визначається коефіцієнтом користування транспортом k_t (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Коефіцієнт користування транспортом в містах [2, 3]

Види пересувань	Дальність пересування, км					
	до 1	1,1-1,5	1,6-2,0	2,1-2,5	2,6-3,0	більше 3
Трудові	0,30	0,65	0,90	1,00	1,00	1,00
Культурно-побутові	0,15	0,40	0,65	0,80	0,90	1,00

При організації системи експресів автобусних маршрутів територію міста чи частину міста розбивають на транспортні райони площею близько 3км^2 кожний. На наступному кроці визначають пасажирські кореспонденції та імовірності поїздок між виділеними транспортними районами, після чого формують просторову матрицю міських пасажирських кореспонденцій $[R_{ij}^t]$. Кожна пасажирська кореспонденція, що занесена у просторову матрицю визначає відповідний експресний автобусний маршрут (рейс) [2, 3].

Для визначення необхідної кількості автобусів-експресів на отриманих маршрутах виконується операція декомпозиції (поелементного поділу) просторової матриці $[R_{ij}^t]$ та просторової матриці $[q_{ij}^t]$, елементами якої є пасажиромісткості автобусів, що працюють на відповідних маршрутах. Операція декомпозиції виконується таким чином [2, 3]:

$$[A_{ij}^t] = [R_{ij}^t] (\div) [q_{ij}^t] = [R_{ij}^t / q_{ij}^t]. \quad (1.42)$$

Для однотипних транспортних засобів $q_{ij}^t = q$ і отримання матриці $[A_{ij}^t]$ достатньо просторову матрицю $[R_{ij}^t]$ поділити на число q .

Отримана просторова матриця $[A_{ij}^t]$ є динамічної моделлю розподілу автобусів-експресів на маршрутах.

Число автобусів-експресів [2, 3] після прибуття в i -й район міста у визначений період часу:

$$A_{in}^t = \sum_{k=1}^n A_{ki}^t. \quad (1.43)$$

Число автобусів-експресів [2, 3], що відправляються із i -го району міста у визначений період часу:

$$A'_{ie} = \sum_{j=1}^n A'_{ij} + t_{ij}, \quad (1.44)$$

де t_{ij} – час їздки автобуса-експреса із i -го в j -й район міста.

Різниця між числом прибування і відправлення автобусів визначає транспортний баланс i -го району у визначений період часу [2, 3]:

$$\Delta A'_i = A'_{ie} - A'_{ie}. \quad (1.45)$$

При $\Delta A'_i = 0$ (нульовий транспортний баланс) в i -тому районі у визначений період часу число прибуваючих автобусів-експресів дорівнює числу які відправляються. У цьому разі всі прибуваючі автобуси-експреси направляються далі, в інші райони міста без затримки. Маршрути цих автобусів і відповідну кількість автобусів на кожному маршруті визначають просторовою матрицею $[A'_{ij}] = 0$ [2, 3].

При $\Delta A'_i > 0$ (позитивний транспортний баланс) в i -тому районі у визначений період часу число прибуваючих автобусів-експресів перевищує число відправлених і утворює недолік (дефіцит) транспортних засобів в кількості $A'_i > 0$ автобусів [2, 3].

При $\Delta A'_i < 0$ (від'ємний транспортний баланс) в i -тому районі у визначений період часу число прибуваючих автобусів-експресів є меншим за число убиваючих, що призводить до створення дефіциту транспортних засобів у кількості $|A'_i| > 0$ автобусів [2, 3].

Необхідна кількість автобусів для виконання всіх експресних перевезень, оптимальні експресні автобусні маршрути, раціональні шляхи використання надлишку и покриття дефіциту автобусів визначаються спеціальними алгоритмами [2, 3].

Пасажири, які користуються маршрутами, що належать до експресного ланцюга, отримують всі переваги «класичного» експресного сполучення: максимальну швидкість сполучення автобусів, рух по найкоротшому шляху від пункту посадки до пункту висадки, відсутність проміжних зупинок на шляху прямування та ін.

Реалізація наукового напрямку удосконалення міських пасажирських перевезень стикається з деякими труднощами, якими є відсутність характеристик транспортного процесу, відсутність критеріїв ефективності, що відповідають вимогам на ринку міських пасажирських перевезень та недостатність теоретичних розробок з організації експресних перевезень.

У роботі [82] запропоновано використання критерію оцінки ефективності експресних маршрутних перевезень пасажирів, що враховує соціально-економічні наслідки транспортного процесу:

$$B_{\text{сусп}} = B_{\text{мд}} + B_{\text{пр}} + B_{\text{екол}} \quad \rightarrow \min, \quad (1.46)$$

$$A^{(3)} + A^{(e)} = \text{const}$$

$$H_{ij} = \text{const}$$

$$H_{ji} = \text{const}$$

де $B_{\text{сусп}}$ – загальні витрати суспільства на транспортний процес, грн;

$B_{\text{мд}}$ – зниження міського доходу внаслідок транспортного процесу, грн;

$B_{\text{пр}}$ – витрати пасажирів на проїзд у транспортному засобі, грн;

$B_{\text{екол}}$ – витрати на покращення екологічної ситуації в місті, грн;

$A^{(3)}$ – кількість автобусів на маршруті, які працюють у звичайному режимі руху, од.;

$A^{(e)}$ – кількість експресних автобусів на маршруті, од.;

H_{ij} – сумарна кореспонденція пасажирів з i -го району в j -й за період „пік”, пас.;

H_{ji} – сумарна кореспонденція пасажирів з j -го району в i -й за період „пік”, пас.

У роботі зниження міського доходу внаслідок транспортного процесу визначалось за математичною моделлю, що розроблена і надана в роботах [59].

При оцінці екологічних характеристик транспортних засобів, які працюють на міських маршрутах при різних режимах руху треба враховувати, що при використанні пасажирами інших шляхів пересування при відмові від даного маршруту частіше складається ситуація, коли екологічна складова збільшується у 1,5 разу в порівнянні з використанням транспортних засобів, які працюють у звичайному режимі руху [82].

Розроблена в роботі модель оцінки ефективності організації експресних маршрутів міського автомобільного транспорту дозволяє мінімізувати сумарні витрати суспільства при визначених витратах транспортних підприємств.

Запропонований в роботі підхід дозволяє визначити раціональне застосування комбінованого режиму руху на автобусних маршрутах міського пасажирського транспорту з урахуванням соціально-економічних наслідків транспортного процесу [82].

1.6 Типові схеми управління транспортним процесом міського пасажирського транспорту

Після формування раціональної (оптимальної) схеми маршрутів МПТ, їх потужності, розкладу руху ТЗ, вибору їх видів і марок і особливе значення набуває система поточного управління транспортним процесом. Метою такого управління є:

- забезпечення регулярності руху, виконання графіку руху ТЗ;
- доведення до водіїв інформації про відхилення від розкладу руху, доведення до пасажирів інформації про терміни прибуття на зупинку пунктів ТЗ;
- дослідження заповнення ТЗ в реальному режимі часу;

Система управління транспортним процесом на теперішній час має три етапи розвитку [6, 83-96].

До першого покоління відносяться системи з малим обсягом оперативної пам'яті та розташуванням ЕОМ на окремому транспортному засобі, протягом доби отримана інформація знаходилась на даній одиниці ТЗ і не була у розпорядженні диспетчера, який, відповідно, не міг обробити її в реальному масштабі часу [84-90]. Для даних систем управління характерні індукційно-провідні канали, розміщення яких вимагало розкриття дорожнього полотна і значних витрат на будівельно-монтажні роботи.

У вітчизняній практиці набули поширення автоматизовані системи управління рухом автобусів – система «Нежан» – інформаційно-довідкова система, що призначена для регулювання і контролю роботи автобусів на маршрутах в містах з населенням до 50 тис. чол. Вона включає агрегований комплекс технічних засобів обчислювальної техніки і системи інформаційного і програмного забезпечення. Комплекс технічних засобів забезпечує виконання наступних функцій:

- прийом і передачу мовних повідомлень між водіями автобусів і диспетчерами центру управління перевезеннями (ЦУП);
- передачу цифрової інформації з автобусів;
- переробку і виведення інформації відповідно до технологічного алгоритму функціонування міського пасажирського транспорту і системи його управління.

Система «Нежан» припускає роботу чотирьох диспетчерів, які обслуговують до 54 контрольних пунктів, при максимальному видаленні їх від ЦУП на відстані 15 км. Найбільше число автобусів на маршрутах 300 од. [6, 84, 85].

Система «Пальмас-Дістон» призначена для оперативного регулювання рухом автобусів на маршрутах в містах з населенням до 200 тис. чол. Основними функціями системи є:

- встановлення гучномовного телефонного зв'язку між диспетчерами ЦУП і водіями автобусів;
- організація двостороннього симплексного телефонного зв'язку диспетчерів ЦУП і водіїв;
- формування інформації для ЦУП про роботу автобусів на лінії за часом доби;
- нормування часу сеансу зв'язку диспетчерів ЦУП з кожним водієм.

Ця система має пристрої управління, що обслуговують старшого і лінійних диспетчерів контрольних пунктів і водіїв рухомих одиниць. Вона контролює до 100 автобусів одночасно і може обслуговувати до 22 контрольних пунктів з граничною відстанню зв'язку до 15 км [6, 84, 86].

Система «Інтервал» призначена для диспетчерського регулювання рухом автобусів на маршрутах значних міст з населенням понад 500 тис. чол. [6, 84-96].

Основні функції системи:

- постійний контроль за регулярністю руху автобусів і отримання оперативної інформації про роботу автобусів на маршруті;
- регулювання роботи автобусів;
- формування масивів інформації за наслідками роботи автобусів за зміну;
- облік і аналіз роботи водіїв;
- аналіз виконання виробничої програми на міських автобусних перевезеннях;
- планування термінів технічного обслуговування автобусів;
- розрахунок і нарахування заробітної платні водіям;
- оперативний контроль відробітку балансу робочого часу водієм.

Система «Інтервал» забезпечує [6, 84-93]:

- зіставлення планових і фактичних інтервалів проходження автобусами контрольних пунктів на маршрутах з урахуванням черговості їх проходження;
- оперативну передачу дій водіям, які керують при роботі за розкладом;
- автоматизацію передачі дій водіям, які керують безпосередньо через світлове табло контрольного пункту;
- інформування пасажирів про час відправлення чергового автобуса з контрольних пунктів маршрутів.

Технологічні недоліки даних систем не дозволяли в режимі реального часу здійснювати контроль параметрів роботи транспортного процесу, обсягів транспортних послуг МПТ та потреб населення у транспортному обслуговуванні. Системи першого покоління застосовувалися для управління і суб'єктивного контролю за транспортним процесом у малих містах з населенням до 50 тис. чоловік.

Системи другого етапу покоління («Рейс», АСДУ-А, «ТРТ-ПАРИЖ СЕДЕК» Франція, «Сіменс» Швеція та ін.) призначені для управління транспортним процесом МПТ у великих та середніх містах і дозволяли вирішувати завдання – автоматизованого контролю і управління рухом МПТ [83-94]. Зв'язок з диспетчерським пунктом здійснювався по телефонному кабелю, що збільшувало вартість устаткування, однак дана система не передбачала оперативного зв'язку диспетчерського пункту з транспортним підприємством для аналізу технічного стану ТЗ і виходу одиниць МПТ на маршрут.

Системи управління транспортним процесом МПТ третього покоління: Югославії; Швейцарії (м. Цюрих); SAPHIR Франція (м. Орлеан); система «Слідкування за кожною одиницею транспорту» Угорщина; США (м. Лос-Анджелес, м. Нью-Йорк, м. Чикаго) та ін. [84-88]. Дані системи мають значну вартість, і в більшості орієнтовані на підвищення організації дорожнього руху на вулично-дорожній мережі, при цьому суттєво не впливають на управління технологією перевізного процесу МПТ:

- не дає точну інформацію про місце знаходження транспортного засобу;
- не дає суттєвого впливу на підвищення задоволення потреб пасажирів,

не надає достовірної інформації про пасажиропотоки.

Типова принципова схема управління рухом ТЗ на маршрутах МПТ (рис. 1.8) поєднує в собі сукупність датчиків, каналів зв'язку, бортових і центральних комп'ютерів, інформаційних моніторів.

Система управління міськими пасажирськими перевезеннями принципово ґрунтується на зв'язку ТЗ з ЦУП. В ТЗ фіксується інформація про його місце знаходження і заповнення салону. В реальному режимі часу ця інформація передається в ЦУП. В ЦУПі ця інформація обробляється, звіряється з плановою, відображається на мнемосхемі (монітор). Також інформація про режими руху ТЗ передається на каналах зв'язку на зупинкові пункти, де пасажирів інформують про час прибуття ТЗ того, чи іншого маршруту.

Крім того, наявність в ТЗ бортового комп'ютера і монітора, дозволяє в салоні будь-якому пасажирові визначити пункт свого прибуття і пасажиру може

бути надана інформація про те, де і коли він вийде на зазначеній зупинці, коли і на який ТЗ він перейде і коли прибуде в пункт призначення.

Сучасні досягнення науки і практики дозволяють сформувати таку систему управління МПТ, яка б враховувала особливості конкретної міської транспортної мережі, потреби перевізників, прагнення пасажирів тощо. Разом з цим ще не в повній мірі визначені методи формування щільності маршрутної мережі, раціонального співвідношення попиту і пропозиції на перевезення, порядку формування тарифів на перевезення і відшкодування витрат за транспортну роботу.

Запитання для самоконтролю

1. Назвіть основні типові схеми міських транспортних мереж.
2. Для яких міст характерна радіальна схема транспортної мережі?
3. Назвіть основні недоліки прямокутної схеми транспортної мережі.
4. На які періоди поділяється історія розвитку міського пасажирського транспорту. Надайте характеристику цим періодам.
5. На які основні групи поділяються методи удосконалення міських пасажирських перевезень? Надайте їх характеристику.
6. Що таке маршрутна система?
7. Назвіть основні вимоги, яким має відповідати маршрутна система.
8. Які показники функціонування маршрутної системи дозволяють оцінити рівень її ефективності?
9. Назвіть основні режими руху транспортних засобів на міських пасажирських маршрутах.
10. На яких основних цілях ґрунтуються підходи до вибору транспортних засобів для роботи на маршрутах міста?
11. За яких умов на маршруті можуть бути організоване швидкісне та експресне сполучення?
12. За яких умов на маршруті може бути впроваджена комбінована організація руху транспортних засобів? В чому полягає сутність організації комбінованого режиму руху на міських пасажирських маршрутах?
13. Що є метою поточного управління транспортним процесом?
14. Охарактеризуйте етапи розвитку систем управління транспортним процесом.

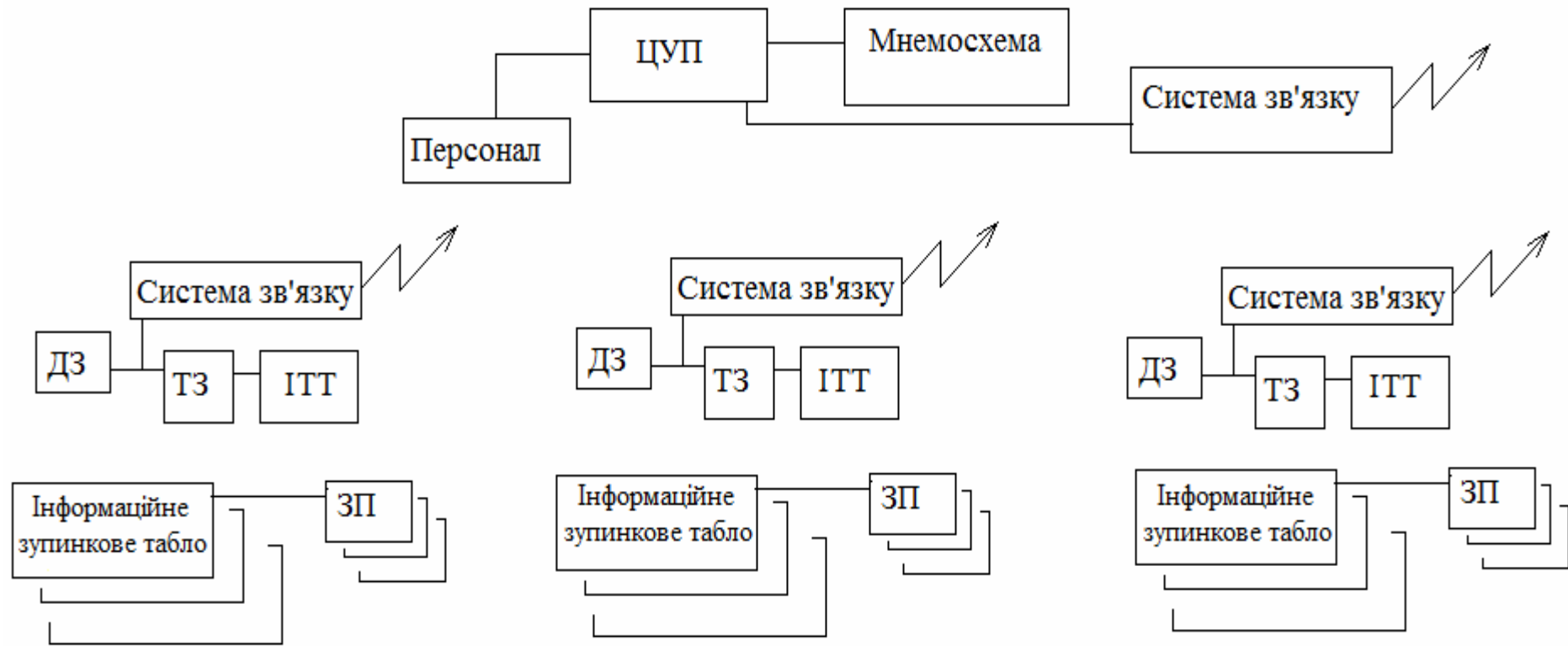


Рисунок 1.8 –Типова схема управління міськими пасажирськими перевезеннями:

ЦУП – центр управління перевезеннями;

ДЗ – датчики заповнення транспортних засобів;

ЗП – зупинковий пункт;

ІТТ – інформаційне табло (монітори).

РОЗДІЛ 2

ПАСАЖИРОПОТОКИ, ЇХ ЗНАЧЕННЯ В УПРАВЛІННІ МІСЬКИМ ПАСАЖИРСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ

2.1 Формування потоків пасажирів в містах

2.1.1 Методи математичного опису транспортної мережі міста

Транспортною мережею називають сукупність транспортних зв'язків, за якими здійснюються міські пасажирські та вантажні перевезення.

Міську транспортну мережу утворює сукупність вулиць і транспортних проїздів, що обслуговуються різними видами міського транспорту, а також підземні, наземні і надземні транспортні лінії, пов'язані з вуличною мережею лише частково або не пов'язані з нею (мережі метрополітенів, монорейкові дороги, міські швидкісні залізниці, естакадні автомагістралі та ін.) [1-7, 18, 19].

Існують два основні методи математичного опису транспортної мережі.

Перший метод опису мережі заснований на її зображенні у вигляді сукупності вузлів, що мають свої координати і так званих «бар'єрів», які являють собою природні або штучні перешкоди (річки, яри, парки), проходження транспортних сполучень між якими неможливе. При такому методі опису мережі стає можливим визначення приблизної відстані між вузлами мережі з використанням коефіцієнта непрямої лінійності транспортної мережі. Крім відстаней, на мережі можна розраховувати приблизний час сполучення між вузлами виходячи з допущення про сталість швидкості транспортних засобів [18, 19]. Достоїнствами цього методу можна вважати простоту збору й невеликий обсяг вихідної інформації. Одержувана точність придатна для виконання деяких інженерних розрахунків, але при вирішенні мережного завдання розподілу пасажирських потоків її застосування неможливе через відсутність інформації про поведінку об'єкта, тобто пасажирського потоку на окремих ділянках й у вузлах мережі [18, 19].

Другий метод опису мережі заснований на зображенні її у вигляді графа. Вузлами мережі є перехрестя доріг і пункти транспортного тяжіння, ланками - перегони між перехрестями транспортної мережі міста. При цьому в топологічну схему входять тільки ті ділянки вулиць, на яких можливий рух транспортних засобів загального користування. Кожна ділянка мережі може

описуватися у вигляді впорядкованого набору кодів з визначеними зовнішніми характеристиками й параметрами руху. Цей метод набув найбільш широкого поширення при вирішенні багатьох інженерних транспортних завдань завдяки високій точності [18, 19].

Вимоги до топологічної схеми [18, 19]: має бути дотримана вимога про коректність зображення реальних об'єктів точкою на графі транспортної мережі; рівень деталізації об'єктів, які входять у транспортну систему, обмежений можливістю одержання об'єктивної інформації про них.

Величина пасажиропотоку на ланках мережі формується під дією транспортного попиту, найважливішим проявом якого є обсяги відправлення й поглинання в транспортних вузлах мережі. Ємність транспортних районів може бути визначена шляхом проведення натурних спостережень за пасажирообміном зупинкових пунктів. Для прогнозування ємності районів за відправленням необхідно спочатку провести мікрорайонування міста [18, 19].

Призначення меж і центрів транспортних районів при вирішенні завдань міських пасажирських перевезень повинне виконуватися так, щоб всі пересування всередині транспортного району здійснювалися пішки, всі пересування між транспортними районами зводилися до пересувань між їхніми центрами. Для виконання цієї вимоги існують два підходи до призначення центрів транспортних районів [18, 19]: 1) призначаються в зупинкових пунктах з найбільшим пасажирообміном; 2) призначаються так, щоб середні відстані поїздки пасажирів між районами дорівнювали відстані між їхніми центрами.

Другий спосіб здійснюється не стільки вибором центрів транспортних районів, скільки калібруванням відстаней між центрами [18, 19].

Найчастіше при розподілі міста на транспортні райони за основу приймають території поштових відділень зв'язку.

При мікрорайонуванні міста мають дотримуватися такі правила [18, 19]:

1. Максимальна площа транспортного району $2,5 \text{ км}^2$, відстань і час підходу пасажирів до зупинки не більше 800 м або 10 хв.

2. Річки, залізничні колії, яри й інші природні перешкоди, а також межі адміністративних районів міста служать природними межами транспортних районів і не повинні проходити всередині нього.

3. Межі транспортних районів не повинні ділити будинки, парки, заводські території.

4. Великі пасажиропоглинаючі об'єкти (підприємства, вокзали всіх видів транспорту, великі пересадні пункти МПТ, станції метро) із прилеглими до них територіями виділяються в транспортні райони.

5. Межа транспортного району не може проходити по великих магістралях з маршрутом МПТ і мусить перетинати їх під прямим кутом.

6. Зв'язок між двома сусідніми транспортними районами має здійснюватися на одній транспортній магістралі, виключення становлять дві паралельні вулиці з зустрічним однобічним рухом.

7. Межі транспортних районів не можуть перебувати поблизу зупинкового пункту з великим пасажирообміном.

8. Усі тупикові ділянки транспортної мережі із прилеглими до них територіями виділяються в окремі транспортні райони.

9. На території транспортного району має бути не більше одного перетинання транспортних ліній.

10. Якщо рух МПТ здійснюється двома вулицями з різною пропускною здатністю, то в деяких випадках доцільно вулицю з меншою пропускною здатністю охопити територією транспортного району і не розглядати її як окрему транспортну магістраль.

11. У транспортних районах з вузлом перетинання транспортних ліній за центр приймається точка цього перетинання.

12. Центри транспортних районів мають по можливості розташовуватися рівновіддалено від меж між транспортними районами не тільки за відстанню, але й за часом підходу, зручністю й т.д.

13. За центр транспортного району приймається одна із зупинок МПТ, що входить до нього, як правило, з найбільшим пасажирообміном.

Після проведення розбивки міста на транспортні райони необхідно визначити шляхом натурних спостережень пасажирообмін кожного транспортного району міста. Отримані значення є ємностями транспортних районів, що дозволяють визначити матрицю кореспонденцій пасажирів між транспортними районами міста.

2.1.2 Рухливість населення

Переміщення людей у міському просторі, які пов'язані з їх виробничими, культурно-побутовими потребами починаються і закінчуються в квартирах житлових будинків, біля робочих місць, у магазинах і супермаркетах, в театрах і кінотеатрах, в місцях масового відпочинку і т. д. Всі ці об'єкти називають центрами тяжіння або центрами транспортного тяжіння. Основними поняттями, що характеризують переміщення людей у міському просторі – є пересування та поїздки.

Пересування можуть бути простими, складними, пішохідними, транспортними і складати ланцюги пересувань [1-7, 19, 21].

Простими називають пересування від дверей до дверей, що здійснюється пішки (без відвідування інших центрів тяжіння), або у вигляді безпересадочної транспортної поїздки на тому чи іншому виді транспорту [1-7, 19, 21].

Складними називають пересування від дверей до дверей (без відвідування інших центрів тяжіння), що складаються з пішохідних і транспортних або тільки транспортних, але з пересадками [1-7, 19, 21].

Транспортними називають пересування з використанням різних видів міського пасажирського транспорту або власного транспортного засобу [1-7, 19, 21].

Інтенсивність пересувань кількісно виражають показником, який називають **рухливістю населення**. Розрізняють поняття потенційної, реалізованої, абсолютної, загальної, пішохідної та транспортної рухливості. У загальному разі під рухливістю розуміють кількість пересувань, що припадають на одну людину з розглянутої групи людей за той або інший розрахунковий проміжок часу [1-7, 19, 21].

Потенційною називають рухливість, що відповідає потребам населення на пересування, визначається його біологічною та суспільною потребою, соціально-економічними характеристиками епохи, виробничою необхідністю, історично сформованим укладом життя, розвитком засобів інформації і зв'язку, культурними потребами. Внаслідок багатофакторності та складності взаємозв'язків визначити потенційну рухливість розрахунковим методом не є можливим [1 – 7, 19, 21].

Реалізованою називають фактичну рухливість, що здійснюється в заданих умовах місця і часу. Вона залежить від труднощів сполучення, від планувальних особливостей міст, їх розмірів і компактності, розміщення в них центрів тяжіння, розвитку обслуговуючих їх транспортних систем та може бути визначена через натурні обстеження. Рухливість, як кількісна міра пересувань міського населення, залежить від належності мешканців до тієї або іншої соціально-культурної групи, від просторово-часових характеристик зон їх проживання, роботи і задоволення культурно-побутових потреб, від темпів життєдіяльності міста, визначаються його функціональною характеристикою, що включає в себе рівень культурно-побутового і транспортного обслуговування [1 – 7, 19, 21].

Транспортна рухливість населення – це основна вихідна величина у транспортних розрахунках при проектуванні роботи транспорту [1-7, 19, 21].

Розрахункову транспортну рухливість населення визначають з урахуванням того, що при інших рівних умовах вона залежить в основному від соціального складу населення та розподілу кореспонденції за цілями. За соціальним складом міське населення зазвичай поділяють на три або чотири групи [5]: 1. Працівники (робітники і службовці) містоутворюючих підприємств і установ, тобто підприємств і установ, на базі яких створюється місто: заводів та фабрик добувної або переробної промисловості, морських або річкових портів, курортних комплексів та ін.; 2. Працівники (робітники і службовці) обслуговуючих підприємств і установ житлово-комунального господарства, торгових центрів, культурно-побутових центрів та ін.; 3. Учні вузів, технікумів і технічних училищ; 4. Несамодіяльне населення (діти дошкільного і шкільного віку, пенсіонери, домогосподарки, інваліди).

За цільовою ознакою пересування населення поділяють як мінімум на дві групи:

I група *Трудові пересування* робітників і службовців від місць проживання до місць прикладення праці і назад, пересування учнів вузів, технікумів та технічних училищ до місць навчання і назад, пересування школярів до шкіл і назад. У транспортних розрахунках важливо враховувати розподіл пересувань не тільки за цілями і напрямками, але і за часом, так як вони можуть створювати пікові навантаження МПТ [1-7, 19, 21].

Трудова рухливість визначається за залежністю [1-7, 19, 21]:

$$P_T = 2(D_P - D_B - D_{CB} - D_{ВП} - D_{XB}), \quad (2.1)$$

де D_P – число днів у році;

D_B – число вихідних днів на рік, $D_B = 52$ при шестиденному робочому тижні та $D_B = 104$ при п'ятиденному робочому тижні;

D_{CB} – число святкових днів на рік. Іноді свята збігаються з вихідними днями, $D_{CB} = 6$;

$D_{ВП}$ – середнє число робочих днів відпустки, $D_{ВП} = 18$;

D_{XB} – середнє число робочих днів хвороби, $D_{XB} = 7$.

Для шестиденного робочого дня $P_T = 576$ пересувань/рік.

Для п'ятиденного $P_T = 460$ пересувань/рік.

II група *Культурно-побутові* пересування населення всіх соціальних груп до підприємств культурно-побутового обслуговування та торгових центрів (75%), видовищних закладів та закладів, пов'язаних з відпочинком

(13%), та інші пересування не пов'язані з їх трудовою діяльністю населення (12%) [1-7, 19, 21].

Загальну рухливість населення міста можна визначити, як суму рухливості трудової та культурно-побутової. Як трудові, так і культурно-побутові пересування можуть здійснюватись пішки або з користуванням транспортними засобами.

Коефіцієнт користування транспортом визначають [1-7, 19, 21], як відношення:

$$\varphi_{mp} = \frac{P_{mp}}{P_{заг}}, \quad (2.2)$$

де φ_{mp} – коефіцієнт користування транспортом;

P_{mp} – загальна кількість пересувань на транспорті;

$P_{заг}$ – загальна рухливість населення.

Слід зазначити, що транспортні пересування можуть здійснюватись як на особистому транспорті, відомчому транспорті, велосипедах, так і на транспортних засобах масового пасажирського транспорту.

Коефіцієнт користування масовим пасажирським транспортом визначають, як відношення [1 – 7, 19, 21]:

$$\varphi_{МПТ} = \frac{P_{МПТ}}{P_{mp}}, \quad (2.3)$$

де $P_{МПТ}$ – кількість транспортних пересувань на масовому пасажирському транспорті.

Просте транспортне пересування з використанням МПТ розглядається як цикл від моменту входу пасажира в транспортний засіб на якому-небудь зупинковому пункті до моменту виходу з нього на іншому зупинковому пункті, називають **маршрутною поїздкою** [1-7, 19, 21].

Маршрутна поїздка характеризується незмінюваністю транспортного засобу, в якому вона відбувається. Транспортне пересування між пунктами відправлення та призначення, що складається з однієї або кількох маршрутних поїздок, одного або різних видів МПТ (трамвая і тролейбуса, метрополітену та автобуса та ін.) називають **мережною поїздкою** [1-7, 19, 21].

Мережна поїздка може бути простою і складною.

Складні мережні поїздки відрізняються від простих пересадністю, тобто наявністю пересадок з одного транспортного засобу в інший. При цьому неважливо, чи здійснюються вони в транспортних засобах різних маршрутів одного або різних видів МПТ. Зміна одного транспортного засобу на інший (пересадка) завжди означає кінець однієї маршрутної поїздки і початок іншої [1-7, 19, 21].

Показником, що визначає пересадність мешканців міста є коефіцієнт пересадності [1-7, 19, 21]:

$$k_{пер} = \frac{P_M}{P_{МПТ}}, \quad (2.4)$$

де P_M – кількість маршрутних поїздок.

Коефіцієнт пересадності залежить від категорії міста, складності його дорожньої мережі, придатної для організації перевезень пасажирів, і провізних можливостей парку рухомого складу пасажирського транспорту.

2.1.3 Функція тяжіння

Закономірності розселення і тяжіння різні, але визначають один одного, тому що пов'язані між собою функцією тяжіння і виступають як закони транспортного тяжіння між відповідними міськими об'єктами за витратами часу на пересування населення. Тому вивчення закономірностей розселення - одна з головних задач теорії МПТ.

Функції розселення вивчаються за категоріями пересувань (трудових, культурно-побутових), та в різних будівельно-транспортних умовах є різними. Найбільш детерміновані з них – це функції трудового розселення населення щодо місць прикладання праці, які мають найбільш важливе значення в житті суспільства, визначають завантаження транспортної мережі і відрізняються постійністю, тому їх наполегливо вивчають [1-7, 19, 21].

Враховуючи багатofакторний характер формування зв'язків міського населення з центрами тяжіння, Гольц Г. А. запропонував нормально-імовірнісну функцію розселення і підтвердив натурними обстеженнями її високу збіжність з фактичним розселенням [5, 18, 19]:

$$d_F = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-t^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.5)$$

де σ – параметр закону розподілу певної функції прийнятих граничних труднощів сполучення [5, 18, 19]:

$$\sigma = \frac{T_{max}}{3}, \quad (2.6)$$

де T_{max} – граничні задані труднощі сполучення для центра тяжіння, що розглядається.

Велике поширення отримала експоненціальна модель розселення, яка може бути обґрунтована теоретично за критерієм максимізації ентропії моделювання міської системи [18, 19] та імовірнісної поведінки її мешканців при виборі розташування місць проживання щодо центрів трудового і культурно-побутового тяжіння (модель «зіткнення можливостей») та ін. [5]:

$$d_F = ae^{-bt}, \quad (2.7)$$

де a – поверхнева щільність населення в центрі тяжіння;

b – ступінь експоненціального зменшення щільності розселення із збільшенням труднощі сполучення з центром побудови.

Функція тяжіння характеризує узагальнену оцінку мешканців умов зв'язку місць проживання з місцями прикладання праці і культурно-побутовими центрами тяжіння [5, 18, 19]. У цей час її розглядають переважно як функцію витрат часу на пересування за трудовими зв'язками.

Іноді поняття функції тяжіння характеризується як ймовірність вибору пересування в район j населенням, що виїжджає з району i . Залежність визначення функції тяжіння має наступний вигляд [5, 18, 19]:

$$d_{ij} = \frac{k_k H_{ij}}{HO_i HP_j}, \quad (2.8)$$

де H_{ij} – кількість кореспонденцій з i в j ;

HO_i – ємність району i за відправленням;

HP_j – ємність району j за прибуттям;

k_k – коефіцієнт балансування розмірностей.

Сума ймовірностей пересувань, що відправляються з району i , не дорівнює одиниці

$$\sum_{j=1}^n d_{ij} \neq 1,$$

де n – кількість транспортних районів.

У результаті обстежень розселення і пересувань населення в плані міста отримано ряд функцій тяжіння, апроксимованих гіперболічними, експоненціальними та іншими залежностями. Зокрема, Поляков О. О., Черепанов В. О. запропонували функцію гіперболічного тяжіння [5, 18, 19]:

$$d_{ij} = \frac{a}{t_{ij}^k}, \quad (2.9)$$

де a і k – емпіричні коефіцієнти, що визначаються за допомогою обстежень («калібруванням» моделі у натурних обстеженнях розселення і пересування за різними цілями);

t_{ij} – витрати часу на пересування з району i до центру тяжіння j .

Модифікація моделі (2.9) надана гіперболічними функціями тяжіння, що запропоновані Писаревим С. Г. [5, 18, 19]:

$$d_{ij} = \frac{1}{t_{ij}}; \quad (2.10)$$

і функція тяжіння Якшина А. М.

$$d_{ij} = \frac{1}{t_{ij}^2}. \quad (2.11)$$

Ряд авторів пропонують експоненціальні моделі функції тяжіння [5, 18, 19]:

$$d_{ij} = ae^{-bt_{ij}}, \quad (2.12)$$

$$d_{ij} = ae^{-bt_{ij}^k}, \quad (2.13)$$

де a , b , k – калібруючі коефіцієнти.

Слід зауважити, що функції тяжіння з культурно-побутовими цілями можуть істотно відрізнятися від функції тяжіння за трудовими. Як правило, вони крутіше для повсякденних культурно-побутових пересувань, що реалізуються в мікрорайонах проживання, схожі на культурно-побутові пересування періодичного типу (внутрішньорайонні) та наближаються до рівноймовірного тяжіння $\sum_{j=1}^n d_{ij}=1$ для культурно-побутових пересувань епізодичного характеру (міських) [5, 18, 19].

2.1.4 Аналіз методів визначення матриці кореспонденцій пасажирів

Існує чітке розділення методів визначення кореспонденцій пасажирів (рис. 2.1). Найбільше поширення при визначенні кореспонденцій пасажирів отримав гравітаційний метод, в рамках якого моделі запропоновані в роботах [18, 19] дозволяють отримати збалансовану матрицю кореспонденцій.

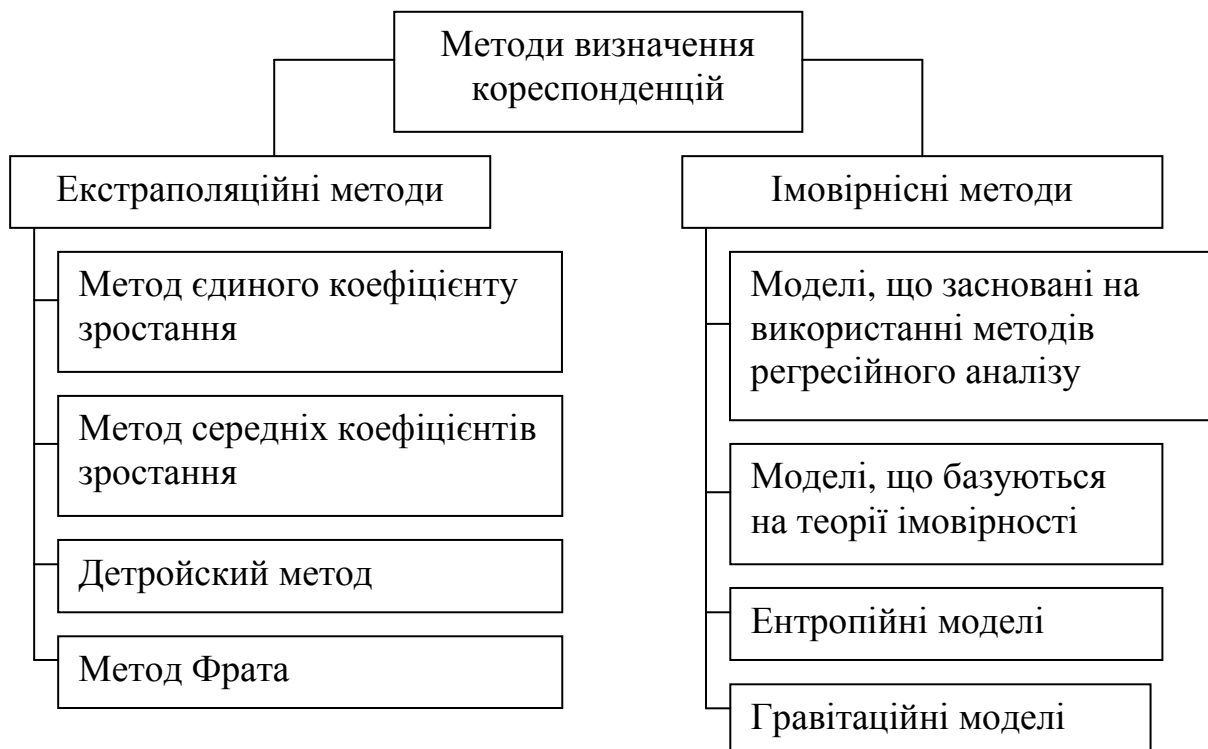


Рисунок 2.1 – Основні методи визначення кореспонденцій пасажирів

Традиційна і найбільш поширена гравітаційна модель побудована на основі гіпотези [18, 19]:

$$B_{ij} = k \cdot HO_i \cdot HP_j \cdot f(c_{ij}), \quad (2.14)$$

де B_{ij} – потенціальні кореспонденції між районами, пас.;

HO_i – об'єм виїзду з району i , пас.;

HP_j – об'єм в'їзду в район j ;

$f(c_{ij})$ – функція повних витрат пасажирів на пересування з району i в район j ;

k – калібровочний коефіцієнт.

Співвідношення (2.14) має виконуватись сумісно з

$$\sum_j^n B_{ij} = HO_i, \quad (2.15)$$

$$\sum_i^n B_{ij} = HP_j, \quad (2.16)$$

де n – кількість районів.

Ця умова забезпечує збалансованість матриці кореспонденцій.

Стандартна модель може мати наступний вигляд [18, 19]:

$$H_{ij} = \frac{HO_i \cdot HP_j \cdot k_j \cdot d_{ij}}{\sum_{j=1}^n (HP_j \cdot k_j \cdot d_{ij})}, \quad (2.17)$$

де H_{ij} – кореспонденції між пунктами i і j , пас.;

HO_i – ємність району i по відправленню, пас.;

HP_j – ємність району j по прибуттю, пас.;

k_j – вирівнюючий коефіцієнт тяжіння поїздок з зоні i в j ;

d_{ij} – функція тяжіння між районами i і j ;

n – число районів;

i – номер району зародження поїздок.

Вирівнюючий коефіцієнт тяжіння поїздок визначається за формулою [18, 19]:

$$k_{jk} = \frac{HP_{jk}}{\sum_{j=1}^n h_{ij}}, \quad (2.18)$$

Розрахунок матриці кореспонденцій виконується способом ітерацій, вирівнюючий коефіцієнт тяжіння поїздок розраховується після кожної ітерації. Після кожної ітерації при використанні вирівнюючого коефіцієнту тяжіння поїздок, що отриманий на попередній ітерації, рівняння моделі набуває наступний вид [18, 19]:

$$H_{ijk} = \frac{HO_i \cdot HP_{jk} \cdot k_{jk} \cdot d_{ij}}{\sum_{j=1}^n (HP_{jk} \cdot k_{jk} \cdot d_{ij})}, \quad (2.19)$$

де H_{ijk} – кореспонденція між районами i і j на ітерації k .

Розрахунок проводиться доти, доки $k_{jk}=1$.

Переваги традиційної гравітаційної моделі: доступність початкової інформації; простота проведення розрахунків; гнучкість.

Однак наведена модель має й ряд недоліків: реалізації гравітаційної моделі не є строго обґрунтованими, з математичної точки зору, і відхилення значення кореспонденцій, що отримані в розрахунках від потенційних кореспонденцій не є мінімальним; розрахункова формула тільки відображає загальні зв'язки між параметрами моделі.

Виходячи з вихідних даних розглянутого методу розрахунку кореспонденцій (метод коректувальних коефіцієнтів) в роботі [18], запропоновано інший варіант отримання кореспонденцій, що базується на гіпотезі про існування таких кореспонденцій, при яких сума квадратів відхилень цих кореспонденцій від потенційних, буде мінімальною, при цьому використовується умова збалансованості (2.15) і (2.16) :

$$F(h_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (B_{ij} - H_{ij})^2 \rightarrow \min, \quad (2.20)$$

де $F(h_{ij})$ – функція квадратного відхилення кореспонденцій від потенційних кореспонденцій;

B_{ij} – потенційні кореспонденції між районами, одержані відповідно до повної аналогії гравітаційного закону тяжіння тіл, пас.;

H_{ij} – фактичні кореспонденції між транспортними районами, пас.

Збалансованість матриці кореспонденцій за ємністю транспортних районів виконується відповідно до (2.15), (2.16).

2.1.5 Пасажиропотоки, їх коливання у часі та просторі

Основним параметром, що визначає потоки пасажирів у містах, є кореспонденції між транспортними районами міста, що є змінними в часі доби, дня тижня, пори року.

Відносна постійність і закономірність транспортних кореспонденцій у містах разом з постійно діючими маршрутами обумовлює наявність закономірно змінних потоків пасажирів.

Пасажиропотік – це кількість пасажирів, які прямують у визначеному напрямку чи перетині транспортного сполучення в одиницю часу.

Для оцінки коливань пасажиропотоків у часі й просторі використовують показники чи коефіцієнти нерівномірності [1-7, 19, 21].

Сезонна нерівномірність пасажиропотоків оцінюється коефіцієнтом сезонної нерівномірності $k_{сн}$ [19]:

$$k_{сн} = \frac{Q_{mi}}{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^n Q_{mi}}, \quad (2.21)$$

де Q_{mi} – обсяг перевезень за i -тий місяць, пас.

Колівання пасажиропотоків за днями тижня характеризуються коефіцієнтом нерівномірності $k_{ном}$, який визначається за формулою [19]:

$$k_{ном} = \frac{Q_{oi}}{\frac{1}{7} \sum_{i=1}^n Q_{oi}}, \quad (2.22)$$

де Q_{oi} – обсяг перевезень в i -тий день тижня, пас.

Характер зміни пасажиропотоків за днями тижня більш стійкий, ніж за місяцями року. На нього впливають такі фактори, як режими роботи підприємств, близькість свят та ін.

Кількісне коливання пасажиропотоків протягом доби оцінюється коефіцієнтом денної нерівномірності [19]:

$$k_{нд} = \frac{Q_{max}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (2.23)$$

де Q_{max} – максимальний годинний обсяг перевезень, пас.;

n – кількість годин функціонування пасажирської маршрутної мережі.

Пасажиропотоки змінюються і протягом будь-якої години періоду перевезень пасажирів. Ці коливання оцінюються коефіцієнтом внутрішньогодинної нерівномірності. Ступінь нерівномірності пасажиропотоків оцінюється за допомогою коефіцієнта нерівномірності. Він визначається відношенням максимальної потужності пасажиропотоку Q_{max} за певний період часу до середньої потужності пасажиропотоку Q_{cp} за той же період [19]:

$$k_n = \frac{Q_{max}}{\bar{Q}}, \quad (2.24)$$

де Q_{max} – максимальна потужність пасажиропотоку за i -й період, пас.;

\bar{Q} – середня потужність пасажиропотоку за i -й період, пас.

Пасажиропотоки змінюються не тільки в часі, а й у просторі, вони нерівномірні за напрямками та довжиною маршрутів. Нерівномірність пасажиропотоків за довжиною маршруту характеризується коефіцієнтом нерівномірності пасажиропотоків за довжиною маршруту, або коефіцієнтом ефективності маршруту [19]:

$$k_{nl} = \frac{F_{max} \sum_{i=1}^n l_i}{\sum_{i=1}^n F_i l_i}, \quad (2.25)$$

де F_{max} – максимальний пасажиропотік на маршруті, пас.;

l_i – довжина i -го перегону маршруту, км;

n – кількість перегонів на маршруті.

Для управління роботою міського пасажирського транспорту, що в результаті міграції населення, введення в експлуатацію нових житлових районів чи виробничих і культурних центрів, перестали задовольняти вимоги пасажирів і транспортних підприємств, тому необхідна вихідна інформація про

ступінь використання транспортних засобів і задоволення вимог пасажирів. Таку інформацію можна одержати шляхом обстеження пасажиропотоків.

2.2 Методи обстеження пасажиропотоків

Для ефективного функціонування ринку транспортних послуг першочергове значення має повна інформація про попит на них, тобто про транспортні потреби мешканців міста. Для вивчення пасажиропотоків на маршрутах пасажирського транспорту використовують різні методи визначення пасажиропотоків, що представлені на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Класифікація методів визначення пасажиропотоків

Завдяки меншій похибці встановлення значень параметрів, що характеризують потоки пасажирів, найчастіше при плануванні і організації перевезень використовують **натурні обстеження пасажиропотоків**. Натурні обстеження включають в себе (рис. 2.2): методи обстеження пасажиропотоків за допомогою обліковців, анкетні методи вивчення попиту на пасажирські перевезення, автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків. Розглянемо кожен з них більш детально.

Табличний метод обстеження проводиться обліковцями, які розташовуються в автобусі біля дверей, кількість обліковців має відповідати кількості дверей. Даний метод полягає у реєстрації обліковцями кількості пасажирів, які входять в ТЗ та виходять з нього на кожному зупинковому пункті (ЗП). Обліковці забезпечуються таблицями обстеження (рис. 2.3), в яких, окрім даних по ТЗ, його виходу і зміні, вказуються номери рейсів в прямому і зворотному напрямках, час відправлення їх і ЗП. По кожному ЗП рейсу обліковці заносять у відповідні графи кількість пасажирів, які увійшли і вийшли, а потім підраховується наповнення на перегонах маршруту. Облік і реєстрація пасажирів, які переміщуються, ведеться окремо кожним обліковцем, а обробка отриманих даних - спільно.

Маршрут № ____

Дата проведення _____ Час проведення _____

Напрямок руху: _____

Марка автобуса _____

Напрямок: від _____

Двері передні

 задні

№ п/п	Час відправлення	__ год. __ хв.		__ год. __ хв.	
		Кількість пасажирів			
Зупинки		З	В	З	В
1					
2					
.....					
23					
Час прибуття		__ год. __ хв.		__ год. __ хв.	

Рисунок 2.3 – Бланк обстеження

Обробка таблиць (рис. 2.3) обстеження пасажиропотоків на маршруті починається з того, що всі таблиці обліковців одного ТЗ зводяться в загальну за напрямками, що дає можливість визначити пасажирообмін на маршруті. При цьому сумарна кількість пасажирів, що ввійшли в ТЗ, має відповідати сумарній кількості пасажирів, що вийшли з ТЗ.

Отримані дані дозволяють визначити: обсяг перевезень за годинами доби; пасажиропотоки на перегонах за годинами доби; коефіцієнти заповнення салонів ТЗ в будь-яку годину доби, що дозволить зробити висновки про надолік чи надлишок ТЗ на маршруті у визначений проміжок часу.

Табличний метод можна застосовувати при систематичному і разовому, суцільному і вибірковому обстеженнях. При суцільному і систематичному обстеженнях форма таблиць має дозволяти обробку даних обстеження з використанням ЕОМ. З цією метою проводять угруповання таблиць, а потім сортують їх за маршрутами, годинами доби та днями тижня. [1-7, 19, 21].

Талонний метод – це один з найбільш складних методів обстеження з високою трудомісткістю обробки первинних матеріалів.

Обстеження проводять з метою визначення кількісних і якісних показників пасажирських перевезень: числа пасажирів, які входять та виходять на зупинкових пунктах і проїжджають на перегонах маршруту; загального числа пасажирів, які користуються маршрутом; кореспонденції в межах даного маршруту; середньої дальності поїздки; коефіцієнта заповнення ТЗ на перегонах маршруту; регулярності руху на маршруті.

Талонне обстеження полягає у виконанні таких основних операцій: кожному пасажирові, який входить в ТЗ, працівник обліку вручає талон (індивідуальну анкету), на якому олівцем зафіксований номер пункту посадки. При виході пасажир віддає талон працівникові обліку, який закреслює в ньому номер пункту закінчення поїздки. При цьому від пасажирів вимагається висока організованість при посадці і висадці [1-7, 19, 21].

Обробка матеріалів талонного обстеження виключно трудомістка. Основною операцією обробки є розкладка талонів за номерами пунктів початку і закінчення кожної поїздки. Така робота виконується по таблиці-матриці трикутної форми, за рядками і стовпцями якої в однаковій послідовності заносяться найменування зупинних пунктів одного напрямку маршруту і їх номери [1-7, 19, 21].

У годинних таблицях змінюється дійсний характер зв'язків у часі, оскільки кожна з поїздок при обробці талонів умовно віднесена до однієї години за ознакою часу початку (або закінчення) незалежно від дійсного

переходу ряду поїздок з години в годину, коли одну частину перегонів маршруту пасажир проїжджає в одній годині, а іншу – в подальшому. Тим самим не виправдано балансується число пасажирів, які увійшли і вийшли в одній годині, а звідси змінюється і число тих, що проїхали, тобто наявність похибки у визначеній потужності пасажиропотоку. Відповідно до цього потребу в ТЗ на кожен годину таким методом не визначають [1-7, 19, 21].

Відмінною рисою талонного методу обстеження пасажиропотоків є те, що він дозволяє оцінити матрицю маршрутних поїздок при визначенні тих самих параметрів, що й при табличному методі обстеження [1-7, 19, 21].

Таблично-опитувальний метод дозволяє уникнути недоліки талонного та табличного методів обстеження пасажиропотоків, зберігши переваги. При даному методі обстеження замість талонів, використовують опитувальні таблиці, що заповнюють обліковці біля дверей ТЗ зі слів пасажирів. Обробка матеріалів здійснюється аналогічно табличному методу.

При цьому використання табличного, талонного та таблично-опитувального методів обстеження пасажиропотоків не дозволяє синтезувати матрицю пересувань по місту в цілому, тобто вирішувати системні питання пасажирського транспорту на підставі даних методів важко. У випадках, коли необхідно отримати оперативну інформацію про пасажиропотоки на маршрутах застосування цих методів є не раціональним. У такому разі, для швидкого реагування на зміни транспортної ситуації застосовують візуальні методи обстеження пасажиропотоків.

Візуальний метод найчастіше застосовується на ЗП для визначення потужності пасажиропотоку на максимально напруженому перегоні маршруту і оцінки регулярності руху в контрольному перетині. Обліковці візуально визначають наповнення автобусів за умовною бальною системою і ці відомості заносять в спеціальні таблиці.

Наприклад, **1 бал** привласнюється, коли в салоні автобуса є вільні місця для проїзду сидячи; **2 бали** – всі місця для проїзду сидячи зайняті; **3 бали** – зайняті всі сидячі місця і пасажирів стоять вільно в проходах і накопичувальних майданчиках; **4 бали** – номінальна місткість використана повністю; **5 балів** – автобус переповнений, і частина пасажирів залишається на зупинці. Бали в таблицю заносять згідно з маркою і моделлю автобуса. Знаючи число місць для проїзду сидячи і місткість конкретної марки і моделі автобуса, можна від балів перейти до пасажирів, які переміщуються.

Візуальний метод у бальній оцінці наповнення дозволяє користуватися ним водіям або кондукторам автобусів, яким видається облікова таблиця. Цей

метод дозволяє оцінити ступінь заповнення салону ТЗ, відстежити регулярність руху ТЗ, що дає можливість оперативно змінювати графік руху ТЗ на маршрутах для збільшення провізних можливостей на перевантажених маршрутах і напрямках [1-7, 19, 21].

Силуетний метод є різновидом візуального з такими ж сферами використання. Замість бальної оцінки наповнення автобусів застосовують систему силуетів щодо типів автобусів, що знаходяться постійно у обліковців, які підбирають номер силуету, співпадаючий з наповненням автобуса, і заносять в таблицю. Кожному силуету відповідає певне число пасажирів, які переміщуються [1-7, 19, 21].

Обстеження роботи транспортних засобів, виявлення величин пасажиропотоків трудомісткі і вимагають залучення великого числа обліковців, крім того, дані, що збираються в результаті обстежень, піддаються обробці. Отримання результатів обстеження вимагає значного часу, і відображають характер зміни пасажиропотоків за минулий період.

У зв'язку з цим, розробляються і упроваджуються автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків.

Автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків забезпечують постійне і безперервне отримання інформації про об'єми перевезень з відносно малими витратами і без залучення обліковців.

Автоматизована система, розроблена Середньо-уральським об'єднанням, включає фотодатчики, вмонтовані в дверних отворах автобуса. При вході або виході пасажир перетинають пучок світлових променів, що поступають до фотодатчиків, які фіксують рух пасажирів. Електричні імпульси від фотодатчиків поступають в блок дешифровки і залежно від черговості надходження прямують в реєстр вхідних пасажирів, які виходять. Блок цифрової індикації підсумовує число пасажирів, які увійшли і вийшли на кожній зупинці [7].

Київським автомобільно-дорожнім інститутом спільно з Дніпропетровським пасажирським об'єднанням розроблений метод автоматизованого обліку пасажирів за допомогою контактних сходинок, які кріпляться до нижньої і верхньої платформ підніжок біля кожних дверей автобуса. Датчики контактних сходинок пов'язані з логічним блоком, де всі пасажирі діляться на тих, які входять і виходять. Всі дані фіксуються на реєстраційному приладі, який виконаний у вигляді друкуючого пристрою. Така система дозволяє отримати (за рахунок датчика шляху і датчика відкриття дверей) дані про номер зупинкового пункту, шляху, пройденого транспортним

засобом на перегонах, час прибуття і відправлення із зупинок, про число вхідних і вихідних пасажирів на кожній зупинці. Розміщення пристроїв автоматизованих методів обстеження усередині рухомого складу не дозволяє мати достовірної інформації в години пік при наповненні, що перевищує номінальну місткість. А саме по пасажиропотоках в ці години визначається необхідне число транспортних засобів на маршрутах. Зважаючи на це, сьогодні апробовано пристрої автоматизованого обстеження знімального типу, умонтовувані ззовні транспортного засобу навпроти кожної двері [8].

Характеристика і недоліки автоматизованих методів обстеження пасажиропотоків надані на рисунку 2.4.

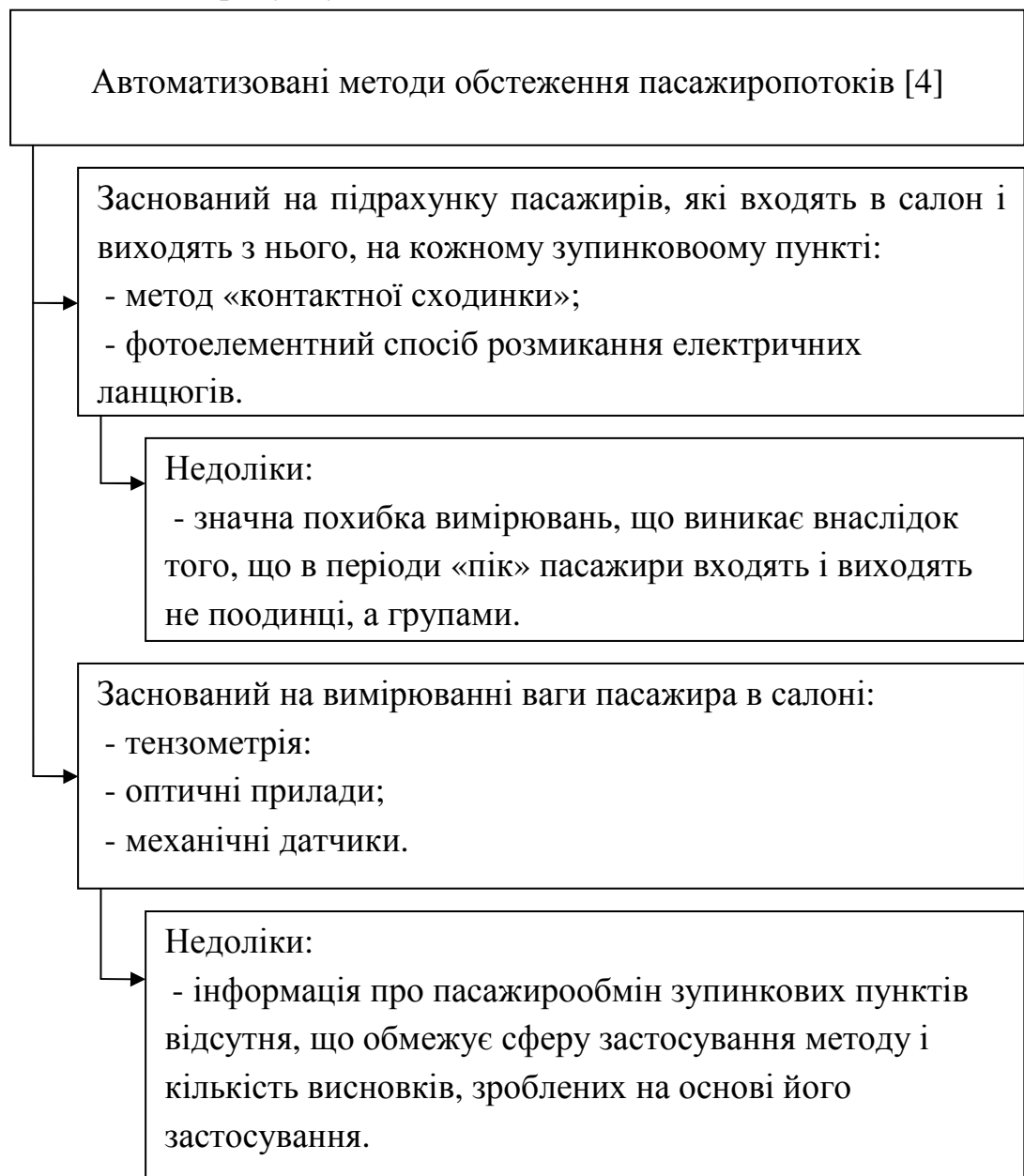


Рисунок 2.4 – Характеристика і недоліки автоматизованих методів обстеження пасажиропотоків

Анкетні методи вивчення попиту пасажирських перевезень, як правило, охоплює всю маршрутну мережу обслуговуваного району і дозволяє виявити пасажиропотоки за всіма видами транспорту. Для нього характерна можливість встановлення потреби населення в перевезеннях за напрямками незалежно від маршрутної мережі, що склалася. Цей метод передбачає отримання необхідних відомостей за допомогою попередніх розроблених спеціальних опитних анкет. Успіх анкетного обстеження і достовірність отриманих даних багато в чому визначаються характером, простотою і ясністю поставлених питань. Тому форма анкети повинна бути ретельно продумана згідно з поставленою метою.

Найбільший ефект анкетне обстеження дає при опитуванні населення за місцем роботи основних пасажироутворюючих і пасажиропоглинаючих пунктів (з підключенням відділу кадрів) обслуговуваного району, хоча воно може проводитися безпосередньо в ТЗ або на ЗП. Складність представляє обробка анкет. З метою зниження трудомісткості їх обробки питання і відповіді кодуються і потім обробляються із застосуванням ЕВМ [1-7, 19, 21].

Вивчення пасажиропотоків дозволяє виявити основні закономірності їх коливання для використання результатів обстежень в плануванні і організації перевезень. Інакше кажучи, характер зміни пасажиропотоків на маршрутах і в цілому по конкретному населеному пункту підкоряється певній закономірності. Тому систематичне виявлення розподілу величини пасажиропотоків за часом, довжині маршрутів і напрямкам є основним завданням служби експлуатації. Результати обстежень пасажиропотоків використовують як для поліпшення організації перевезень пасажирів на маршрутах, що діють, так і для реорганізації транспортної мережі в цілому [5].

Робота з обстеження пасажиропотоків при будь-якому способі і незалежно від тривалості і широти обхвату повинна здійснюватися по заздалегідь складеному і затвердженому плану. План розробляється з урахуванням конкретних умов і має бути реальним по термінах виконання, об'єму роботи і кількості виконавців. План, як правило, складається з трьох частин: підготовка проведення обстеження; робота з виконання обстеження і статистична обробка зібраних відомостей.

Для керівництва проведенням обстежень транспортні підприємства і об'єднання виділяють як інспекторів частину своїх співробітників. При масових обстеженнях населення оповіщається про початок і цілі обстежень за два-три тижні. Під час обстежень необхідно уникати порушення в роботі інших видів транспорту за рахунок чіткої координації в управлінні ними.

2.3 Основні завдання системи управління міським пасажирським транспортом

Система управління МПТ передбачає основне завдання, яке полягає в тому, щоб створити для мешканців міст такі умови, коли вони обирали б спосіб пересування на МПТ, а не у власному автомобілі. Таку основну мету обумовила динаміка збільшення рівня автомобілізації і в той же час зменшення швидкості сполучення внаслідок зростання чисельності і тривалості заторів на мережах міст.

Дослідження закономірності розподілу пасажиропотоків між видами транспорту і їх маршрутами свідчить про те, що імовірність вибору пасажиром способу пересування залежить від співвідношень середніх і конкретних параметрів тривалості і умов поїздки (див. ф-лу 1.3).

Базуючись на представленому науковому підході можна стверджувати, що співвідношення вибору способу пересування між МПТ і власним автомобільним транспортом може мати вигляд [18-20]:

$$P_{ijМПТ} = f\left(\frac{\tau_{ija}}{\bar{\tau}_{ijМПТ}}; \frac{P_{zija}}{\bar{P}_{zijМПТ}}; \frac{B_{ija}}{B_{ijМПТ}}\right), \quad (2.26)$$

де τ_{ija} – час пересування з i в j на власному автомобілі;

P_{zija} – рівень зручності пересування з i в j на власному автомобілі;

B_{ija} – зведені витрати пасажирів (водія, власника автомобіля) при пересуванні з i в j на власному автомобілі.

$\bar{\tau}_{ijМПТ}$ – час пересування того ж пасажирів з i в j на МПТ;

$\bar{P}_{zijМПТ}$ – рівень зручності з i в j при пересуванні на МПТ;

$B_{ijМПТ}$ – витрати пасажирів при пересуванні на МПТ з i в j .

Наведене свідчить, що мешканці міста, з урахуванням теорії великих чисел, мають схильність до того, чи іншого способу пересування в залежності від співвідношення наведених параметрів. Не потребує доказів те, що поїздка в МПТ має бути більш швидкою, ніж у власному автомобілі. Для цього використовують спеціальні методи регулювання дорожнім рухом, які забезпечують пріоритетність проїзду МПТ відносно інших учасників дорожнього руху.

Вартість проїзду у власному автомобілі значно більше ніж у МПТ, але при цьому це компенсується рівнем зручності поїздки у власному автомобілі.

Для забезпечення зростання питомої ваги поїздки у МПТ відносно власного транспорту обумовило три основні завдання роботи системи управління міськими пасажирськими перевезеннями [5, 8-17, 20, 46, 47]: зменшення терміну поїздки в МПТ в порівнянні з аналогічною поїздкою у власному автомобілі; значне здешевлення поїздки в МПТ у порівнянні з використанням власного автомобіля; забезпечення такого рівня зручності поїздки в МПТ, який би обумовив прийнятне співвідношення рівня транспортної втоми при використанні власного автомобіля і МПТ.

У свою чергу, як свідчать досягнення сучасної науки і практики, ці завдання мають вирішуватись соціальними, технічними, економічними і технологічними засобами. Так, стосовно останніх технічних методів особливу увагу заслуговують такі [5, 8-17, 20, 46, 47]: формування оптимальної маршрутної схеми, яка забезпечить мінімум загальної транспортної роботи, мінімум загальних і локальних термінів пересування, формування раціонального коефіцієнту пересадності, формування прийняттого для сприйняття людиною коефіцієнту використання пасажиромісткості, прийнятних параметрів пішого підходу до маршрутної мережі тощо; використання раціональних видів транспорту і конкретних марок транспортних засобів на конкретних маршрутах; урахування мереж пасажирських транспортних систем, що здійснюють зовнішні пасажирські зв'язки населення міста: авіаційні, залізничні, морські, річні та ін.

З наведеного можна припустити, що типова схема завдань управління МПТ складається з таких основних зв'язків (рис. 2.5).

Слід зазначити, що наведені на рисунку 2.5 завдання управління МПТ базуються на основному параметрі, що визначає потоки пасажирів, це кореспонденції між транспортними районами. На підставі пасажиропотоків визначається раціональна кількість і місткість транспортних засобів для роботи на маршрутах, техніко-економічні та техніко-експлуатаційні показники роботи маршрутів, тобто першочерговим при вирішенні завдань при управлінні міським пасажирським транспортом є визначення пасажиропотоків.

Завдання управління МПТ класично містять в собі функції організації, планування, мотивації і контролю. Поєднання наведених функцій якимось одним органом не завжди сприяє досягненню основної мети – якісне обслуговування населення. Наприклад, якщо поєднується функція організації і контролю, то складається передумова для перекосів у зворотних зв'язках між наведеними функціями, що деколи гальмує розвиток системи в цілому.

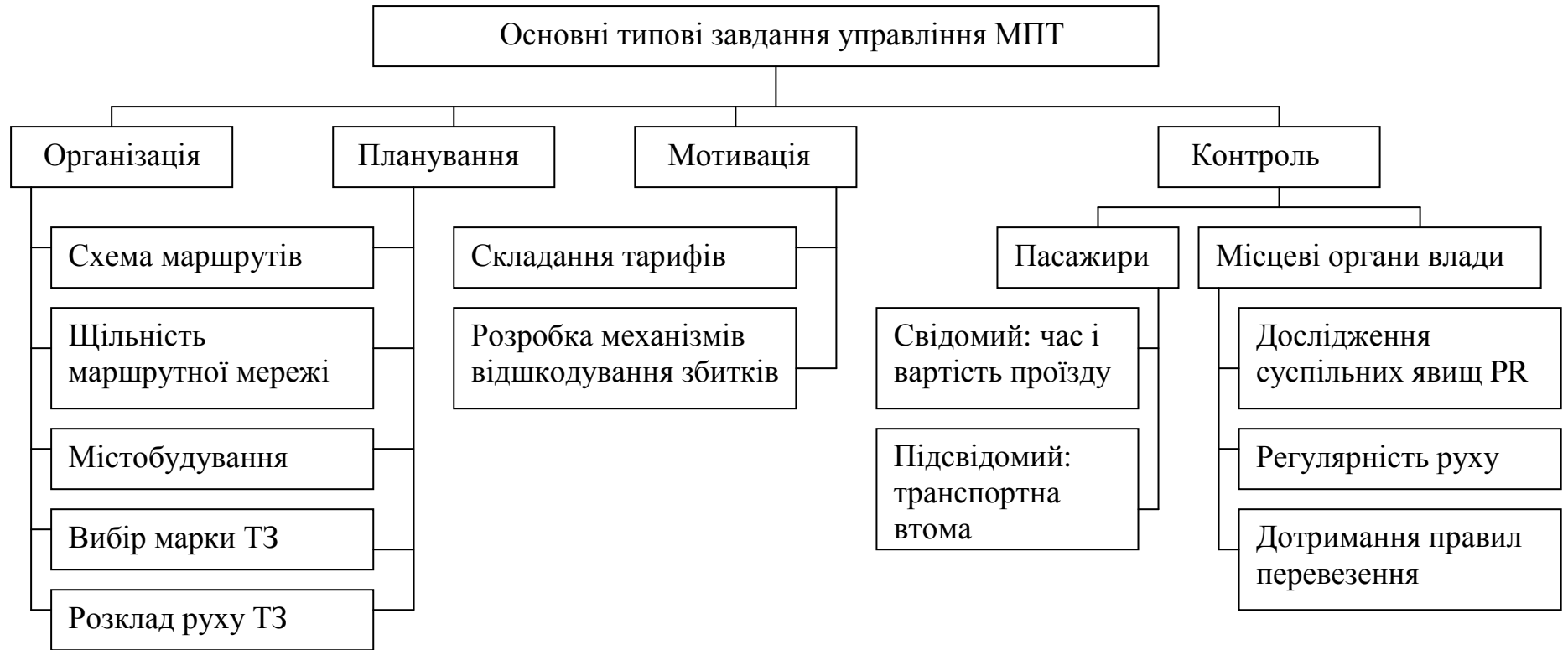


Рисунок 2.5 – Основні типові завдання управління МПТ [5, 47, 50, 99]

Запитання для самоконтролю

1. Що таке транспортна мережа?
2. Що таке кореспонденція?
3. Назвіть основні вимоги до формування топологічної схеми транспортної мережі.
4. Назвіть основні правила, яких слід дотримуватись при мікрорайонуванні міста.
5. Що таке транспортна рухливість населення?
6. В чому полягає різниця між маршрутною та мережною поїздкою?
7. Що характеризує функція тяжіння?
8. Що таке пасажиропотік та які існують коефіцієнти нерівномірності коливань пасажиропотоків у часі і просторі?
9. Надайте характеристику існуючим методам обстеження пасажиропотоків.
10. Назвіть основні завдання управління міським пасажирським транспортом.

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ МІСЬКИМИ ПАСАЖИРСЬКИМИ АВТОБУСНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ

3.1 Техніко-експлуатаційні параметри роботи маршрутів

Маршрутом називають ділянку міської транспортної мережі, спеціально обладнану для безпересадочного перевезення пасажирів транспортними засобами, що обслуговують цю ділянку [1-7, 19, 21].

Розрізняють маршрути [5]:

за видами транспорту – автобусні, тролейбусні, трамвайні і др.;

*за характером оберт*у транспортних засобів – з обертотом на кінцевих станціях (маятникові) і без обертоту на кінцевих станціях (кільцеві). У маятникових маршрутів обидва напрями руху обслуговуються одними і тими ж транспортними засобами, а у кільцевих – кожен напрям своїми ТЗ;

за поєднанням напрямів руху на міських проїздах – з двостороннім рухом і з одностороннім рухом;

за конфігурацією (розташуванню на плані міста) – радіальні, діаметральні, хордові, кільцеві, радіально-дугові, подовжні, поперечні, діагональні, кутові та ін. Радіальні маршрути в містах з радіально-кільцевою схемою транспортної мережі пов'язують периферійні райони з міським центром; діаметральні – периферійні райони через міський центр; хордові - периферійні райони, минаючи центр; кільцеві – периферійні райони в обхід міського центру; радіально-кутові – периферійні зони з центрами транспортного тягіння по радіальних і кільцевих напрямках. Подовжніми в містах з прямокутною схемою вулично-дорожньої мережі називають маршрути, що проходять по вулицях уздовж витягнутої сторони міста, поперечними – що проходять уздовж короткої сторони міста, діагональними – що проходять по діагональних напрямках, кутовими – що об'єднують периферійні райони вузької і широкої сторін міста по подовжніх і поперечних напрямках;

за класом транспортних зв'язків в місті – місцеві, що обслуговують внутрирайонні перевезення пасажирів, міжрайонні, що зв'язують різні райони міста між собою, центральні, що забезпечують перевезення пасажирів в міській, приміській і міжміській центри;

за класом перевезень пасажирів – основні (міжрайонні) і допоміжні, що підвозять і розвозять, призначені для підвезення пасажирів від пунктів відправлення до основних маршрутів і розвезення від них до пунктів призначення. Основними вважають маршрути швидкісного транспорту великої

провізної здатності, допоміжними – внутрішньорайонні маршрути МПТ невеликої провізної здатності;

за частотою зупинок – нормальні (звичайні) з частими зупинками (зі всіма зупинками), експресні, напівекспресні;

за режимом роботи – постійні і тимчасові, такі, що призначаються на певні години доби, дні тижня, сезони року або інші періоди часу;

за довжиною – нормальні (основні), укорочені і подовжені. Довжину нормальних маршрутів приймають так, щоб час руху по маршруту між кінцевими станціями складав близько однієї години;

за інтервалом руху – з частим рухом (інтервал руху не перевищує 10 хв.) і з рідкісним рухом (інтервал руху більше 10 хв.).

Основними елементами маршруту є:

- зупинкові пункти – заздалегідь визначені місця посадки і висадки пасажирів на маршруті. Суміжні зупинні пункти поділяють маршрут на перегони [1-7, 19, 21];

- оборотне кільце, що призначено для оберту транспортних засобів та формуються на маятникових маршрутах (на кільцевих маршрутах немає розворотних кілець) [1-7, 19, 21];

- технічні станції, що обладнуються на кінцевих зупинках маршрутів для контролю та регулювання рухом [1-7, 19, 21];

- проміжні станції, що обладнуються на проміжних контрольних ділянках маршруту для контролю та регулювання рухом [1-7, 19, 21].

Тривалість функціонування маршруту – це час доби, протягом якого на маршруті працюють транспортні засоби. Вона визначається з моменту початку першого рейсу до моменту закінчення останнього. Міський маршрут, як правило, функціонує з 5...6 години до 23...24 години, іноді до 1 години ночі.

Відомо, що при здійсненні пасажирських перевезень будь-який транспортний засіб завжди повертається в той пункт, звідки почався рух, тобто здійснюється повний оберт.

Час оберту дорівнює [1-7, 19, 21]:

$$t_{об} = t_{n-в} + t_з + t_{рух} + t_к, \quad (3.1)$$

де $t_{n-в}$ – посадка і висадка пасажирів на проміжних зупинкових пунктах, хв.;

$t_з$ – час затримки на перехрестях, перед зупинками, хв.;

$t_{рух}$ – час руху, хв.;

$t_к$ – час простою на кінцевих пунктах маршруту, хв.

Охарактеризуємо всі складові часу, що входять у час обертутранспортного засобу.

Час руху – це час, що витрачається транспортним засобом безпосередньо на рух і містить у собі час на розгін, час сталого руху та час уповільнення. Час руху становить основну частину обертутранспортного процесу [1-7, 19, 21].

Час посадки і висадки пасажирів – це час простою транспортного засобу на зупинкових пунктах, що включає в себе: час на відкриття і закриття дверей, посадку і висадку пасажирів. Якщо припустити, що для більшості міських пасажирських транспортних засобів час на закриття та відкриття дверей однаковий і складає 3...5 секунд, то стає зрозумілим, що час посадки і висадки пасажирів залежить в основному від пасажирообміну на зупинковому пункті, тобто суми пасажирів, що ввійшли та зійшли. Основний шлях зниження цього часу – застосування широких дверей ТЗ для зручної та швидкої посадки і висадки [1-7, 19, 21].

$$t_{n-в} = \sum_{i=1}^n t_{зni}, \quad (3.2)$$

де $t_{зni}$ – час, що витрачається на i -тій зупинці, хв.;

n – кількість зупинок.

На i -тій зупинці $t_{зni}$ визначається за залежністю [1 – 7, 19, 21]:

$$t_{зni} = t_{з-вi} + t_{n-вi}, \quad (3.3)$$

де $t_{з-вi}$ – час на закриття та відкриття дверей на i -тому зупинковому пункті, хв.;

$t_{n-вi}$ – час на посадку та висадку пасажирів на i -тому зупинковому пункті, хв.;

$$t_{n-вi} = \frac{t_{nac} (A_в + A_з) k_n}{n}, \quad (3.4)$$

де t_{nac} – час на посадку і висадку одного пасажира приймають $t_{nac} = 1$ сек.;

$A_в, A_з$ – кількість пасажирів, що ввійшли і вийшли відповідно, пас.;

k_n – нерівномірність входу/виходу пасажирів через рівні двері;

n – кількість дверей для входу і виходу пасажирів.

Час простою на кінцевих зупинках – час на пересування водія від свого робочого місця до диспетчерського пункту і назад, на реєстрацію виконаного рейсу, час на короткочасний відпочинок водія й огляд ТЗ. При цьому доцільно, щоб час простою на кінцевих пунктах складав не менше 5% загального часу оборту [1-7, 19, 21].

Час затримок ТЗ на перехрестях зумовлений інтенсивністю руху транспортних засобів на дорогах і часом циклів горіння сигналів світлофорів. Для зниження величин цих затримок набуває застосування різних систем автоматизованого керування рухом міського транспорту, у яких часто міському масовому пасажирському транспорту надається пріоритетне право проїзду, виділяються окремі смуги для руху та ін. Проте, частка часу затримок на перехрестях залишається значною і її зниження є істотним резервом у підвищенні якості обслуговування пасажирів [1-7, 19, 21].

Довжина оборту – це відстань, яку долає транспортний засіб за повний час оборту $t_{об}$. В загальному вигляді довжину оборту можна представити у вигляді [1-7, 19, 21]:

$$l_{об} = l_{mn} + l_{мзв} + l_{кз}, \quad (3.5)$$

де l_{mn} , $l_{мзв}$ – довжина маршруту в прямому та зворотному напрямках відповідно, км;

$l_{кз}$ – відстань, що проходить ТЗ при маневруванні на кінцевих зупинкових пунктах у період після висадки пасажирів і до посадки пасажирів наступного рейсу, км.

Довжина маршруту L_m – це відстань між початковим і кінцевим пунктами маршруту в одну сторону (характерно для маятникових маршрутів).

Рейс – процес пересування транспортного засобу за маршрутом [1-7, 19]. Відповідно **час рейсу t_p** – це час руху автомобіля за маршрутом, $t_p = t_m$.

Тому часто довжина маршруту ототожнюється з довжиною рейсу [19]:

$$l_p = L_m.$$

Оборотний рейс - процес пересування автобуса за оберт [1-7, 19].

Взаємозалежність сумарної довжини маршрутів у прямому і зворотному напрямках та довжини оборту маршруту визначається **коефіцієнтом використання пробігу** на оборотному рейсі. Коефіцієнт використання пробігу

є показником, що характеризує ступінь використання транспортного засобу в транспортному процесі і обумовлюється відношенням величини пробігу з пасажирами за оборотний рейс на маршруті до загальної довжини оборотного рейсу [1-7, 19]:

$$\beta_{об} = \frac{l_{мп} + l_{мзв}}{l_{об}} = \frac{l_{мп} + l_{мзв}}{l_{мп} + l_{мзв} + l_{кз}}. \quad (3.6)$$

Швидкість руху пасажирських транспортних засобів є одним з основних експлуатаційних показників. Розрізняють експлуатаційну, середню технічну та швидкість сполучення на маршруті [1-7, 19].

Експлуатаційна швидкість на маршруті визначає швидкість експлуатації транспортних засобів й обчислюється як відношення [1-7, 19]:

$$V_e = \frac{2L_M}{t_{об}} = \frac{l_{об}}{t_{об}}. \quad (3.7)$$

Швидкість сполучення на маршруті V_c характеризує швидкість, з якою пасажир на маршруті пересувається між кінцевими зупинковими пунктами [19]:

$$V_c = \frac{2L_M}{t_{об} - 2t_k} = \frac{l_{об}}{t_{об} - 2t_k}. \quad (3.8)$$

Середня технічна швидкість характеризує швидкість безпосередньо руху транспортного засобу на маршруті та визначається відношенням довжини оборту до часу руху і всіляких затримок [1-7, 19]:

$$V_T = \frac{2L_M}{t_{рух}}. \quad (3.9)$$

Тривалість перебування ТЗ в наряді T_n [1-7, 19] визначається з моменту виходу його з парку до повернення, за винятком часу обідньої перерви водія (якщо немає його підміни), а також часу міжпикового простою транспортного засобу.

$$T_{ni} = T_{заїздаi} - T_{виїздаi} - T_{пері(від)}, \quad (3.10)$$

де $T_{заїздаi}$ – час заїзду у транспортне підприємство, год;

$T_{виїздаi}$ – час виїзду з транспортного підприємства, год;

$T_{пері(від)}$ – час перерви або відстою.

Не слід ототожнювати поняття T_n – час перебування транспортного засобу в наряді, з часом у наряді водія $T_{нв}$, що містить у собі підготовчо-заключний час для медичного огляду водія, підготовки рухомого складу до експлуатації та постановки на збереження. Крім цього, час у наряді може складатися з часу в наряді декількох водіїв. Для всіх ТЗ і працюючих на них водіїв сума часу в наряді всіх ТЗ буде складатися із суми часу в наряді кожного водія без підготовчо-заключного часу [1-7, 19].

Час перебування маршрутних ТЗ у наряді складається з часу його роботи на маршруті T_m і часу T_0 проїзду нульових пробігів, до яких належать пробіги від автопарку до кінцевих зупинок маршруту, від них до парку після закінчення роботи на маршруті, а також заплановані заїзди [1-7, 19]:

$$T_n = T_m + T_0, \quad (3.11)$$

$$T_m = N_{об} \cdot t_{об}, \quad (3.12)$$

де $N_{об}$ – кількість оборотних рейсів.

Загальний пробіг транспортного засобу визначається, як пробіг, зроблений за час у наряді, складається з пробігу виконаних обертів ТЗ $L_{об}$ і нульових пробігів L_0 [1-7, 19]:

$$L_{заг} = L_{об} + L_0, \quad (3.13)$$

$$L_{заг} = n_{об} l_{об} + l_{01} + l_{02}, \quad (3.14)$$

де l_{01}, l_{02} – нульові пробіги, км;

$n_{об}$ – кількість обертів ТЗ.

Нульові пробіги являють собою шлях з парку (стоянки) транспортного підприємства, який пройшов транспортний засіб до проміжного чи початкового (кінцевого) пункту маршруту, а також пробіг автобуса з кінцевого чи проміжного пункту маршруту в парк (стоянку) транспортного підприємства. Крім того, до нульових пробігів належать пересування автомобіля, не пов'язані з транспортним процесом (заправлення, обід водіїв, технічне обслуговування тощо) [1-7, 19].

Пасажиromісткість транспортного засобу q_n визначається кількістю місць для сидіння q_{cd} з урахуванням можливих місць для стояння q_{cm} пасажирів [21]:

$$q_n = q_{cd} + q_{cm}. \quad (3.15)$$

Якщо кількість місць для сидіння в салоні є величиною постійною, залежною від моделі ТЗ, то кількість місць для стояння q_{cm} визначається як добуток вільної для стояння пасажирів площі салону F_{cm} на коефіцієнт її заповнення k_3 , що показує, скільки пасажирів може розташуватися на одному квадратному метрі вільної площі салону [19, 21]:

$$q_{cm} = F_{cm} \cdot k_3, \quad (3.16)$$

де F_{cm} – вільна для стояння площа салону, m^2 .

Здебільшого заповнення салону вважається номінальним, якщо всі місця для сидіння зайняті, а на кожному вільному для стояння пасажирів квадратному метрі розміщується 5 чоловік ($k_3 = 5$ пас/ m^2). У період пік допускається заповнення салону при $k_3 = 8$ пас/ m^2 . Іноді дані обстеження пасажиропотоків у міському пасажирському транспорті показували, що фактично коефіцієнт заповнення вільної площі k_3 перевищує значення 8 пас/ m^2 і досягає величини 10 пас/ m^2 [9].

Розрахункове число стоячих пасажирів встановлюють виходячи з норми 0,125 m^2 вільної площі підлоги салону автобуса на одного пасажирів, чи 8 пас/ m^2 [3, 19, 21]. При цьому під вільною площею підлоги розуміють площу, вільну від пасажирських сидінь, місць розташування водія і кондуктора, різноманітних виступаючих в салон елементів конструкції.

Для транспортних засобів, де передбачена вільна для стояння площа салону, пасажиромісткість салону для експлуатації транспортного засобу пропонується визначити таким способом. Номінальна пасажиромісткість автобуса вказана в його технічній характеристиці і згідно з [92] визначається сумою місць для сидіння і розрахункового числа пасажирів, які стоять:

$$q_n = q_{сид} + [(a \cdot b - 0,33 \cdot q_{сид}) \alpha] \cdot k_3, \quad (3.17)$$

де q_n – місткість транспортного засобу, місць;

$q_{сид}$ – кількість місць для сидіння, місць;

a – ширина транспортного засобу, м;

b – довжина транспортного засобу, м;

α – коефіцієнт використання площі.

Для вирішення багатьох завдань перевезень пасажирів у містах зручно використовувати номінальну q_n і максимальну q_{max} місткість транспортних засобів. При цьому їх не розраховують, а використовують довідкові дані.

Обсяг перевезень за один рейс Q показує [19], скільки пасажирів перевезено транспортом і визначається як

$$Q = \sum Z = \sum B, \quad (3.18)$$

де $\sum Z$ – кількість пасажирів, які зайшли у ТЗ за рейс, пас.;

$\sum B$ – кількість пасажирів, які вийшли з ТЗ за рейс, пас.

Транспортна робота P відображає [19] кількість пасажиро-кілометрів у загальному вигляді:

$$P = \sum_{i=1}^n F_i \cdot l_i, \quad (3.19)$$

де F_i – потужність пасажиропотоку на i -тому перегоні, пас.;

l_i – довжина i -того перегону, км.

Коефіцієнт заповнення салону транспортного засобу

Коефіцієнт заповнення салону транспортного засобу γ є безрозмірною величиною і визначається відношенням кількості пасажирів, які перебувають у салоні $Q_{сл}$ до номінальної місткості салону [19]:

$$\gamma = \frac{Q_{сл}}{q_n}. \quad (3.20)$$

У процесі перевезень кількість пасажирів у салоні постійно змінюється. З метою усунення цього недоліку використовують поняття середніх значень коефіцієнтів заповнення [19] – коефіцієнта середньостатичного використання місткості (3.21) і коефіцієнта динамічного використання місткості (3.22).

$$\gamma_c = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{n \cdot q_n}, \quad (3.21)$$

де γ_c – статистичний коефіцієнт використання пасажиромісткості ТЗ;

$\sum_{i=1}^n F_i$ – сумарний пасажиропотік на перегонах маршруту, пас.;

n – кількість перегонів, од.;

q_n – пасажиромісткість ТЗ, пас.

$$\gamma_o = \frac{P}{q_n L_M}. \quad (3.22)$$

За своїм фізичним змістом коефіцієнт статичного заповнення салону є відношенням суми пасажирів, які проїхали на кожному перегоні, до номінально можливої цієї величини, коефіцієнт динамічного використання місткості є відношенням виконаної транспортної роботи до номінально можливої.

Інтервал руху транспортних засобів на маршруті визначається, як проміжок часу між транспортними засобами, що рухаються один за одним [19]:

$$I = \frac{t_{об}}{A}, \quad (3.23)$$

або

$$I = \frac{2L_M}{A \cdot V_e}, \quad (3.24)$$

де A – кількість ТЗ на маршруті, од.

Кількість транспортних засобів на маршруті визначається виходячи з пасажиропотіку на найбільш пасажиронапруженому напрямку маршруту за період „пік” [19]:

$$A = \frac{F_{max} \cdot 2L_M}{V_e \cdot q_n \cdot \gamma_{en}}, \quad (3.25)$$

де F_{max} – пасажиропотік на найбільш пасажиронапруженому напрямку маршруту за період „пік”, пас.;

q_n – номінальна місткість транспортного засобу, пас.;

γ_{en} – коефіцієнт використання пасажиромісткості.

Продуктивність перевезень Продуктивність у загальному розумінні відображає кількість продукції в одиницю часу. Стосовно пасажирських

перевезень продуктивністю транспортних засобів є кількість перевезених пасажирів W_Q чи виконаних пасажиро-кілометрів W_P в одиницю часу [19].

Значною мірою продуктивність маршрутного міського пасажирського транспорту залежить від коефіцієнта змінюваності в ньому пасажирів $k_{зм}$, обумовленого відношенням кількості перевезених до середньої кількості використаних при цьому місць [19]. **Коефіцієнт змінюваності** можна виразити залежністю [19]

$$k_{зм} = \frac{L_M}{l_{cp}} \cdot \frac{\gamma_d}{\gamma_c}, \quad (3.26)$$

де l_{cp} – середня дальність їздки пасажирів, км.

Розглядаючи коефіцієнт змінюваності пасажирів як фізичну величину, можна легко математично описати продуктивність транспортного засобу. Так, кількості перевезених пасажирів за час рейсу можна подати у вигляді [19]:

$$Q = q_H \gamma_c k_{зм} \quad , \quad (3.27)$$

де $k_{зм}$ – коефіцієнт змінюваності за рейс;

γ_c – статистичний коефіцієнт використання пасажиромісткості ТЗ.

тоді продуктивність транспортного засобу складе:

$$W_Q = \frac{q_H \gamma_c k_{зм} \beta V_T}{L_M + V_T \beta (t_{nз} \cdot n_{nз} + t_K)}, \quad (3.28)$$

де $t_{nз}$, t_K – час простою на проміжних та кінцевих зупинках, хв.;

β – коефіцієнт використання пробігу;

$n_{nз}$ – кількість проміжних зупинок.

Продуктивність транспортного засобу, що виражається в транспортній роботі в одиницю часу W_P можна визначити виходячи з годинних обсягів перевезень з урахуванням середньої дальності поїздки [19]:

$$l_{cp} = \frac{P}{Q}, \quad (3.29)$$

тобто транспортну роботу на маршруті можна визначити наступним чином

$$P = l_{cp} \cdot Q,$$

враховуючи (3.26) та (3.27)

$$P = L_M \gamma_\partial q_H, \quad (3.30)$$

$$l_{cp} = \frac{L_M \gamma_\partial}{k_{zm} \gamma_c}. \quad (3.31)$$

Залежність годинної продуктивності в пасажиро-кілометрах набуває вигляду [19]:

$$W_P = \frac{q_H \cdot \gamma_\partial \cdot V_T \beta \cdot L_M}{L_M + V_T \beta (t_{nz} \cdot n_{nz} + t_k)}. \quad (3.32)$$

3.2 Вплив параметрів транспортного процесу на функціональний стан пасажирів

Соціальні цілі удосконалення міських пасажирських перевезень складаються із забезпечення урахування інтересів пасажирів як споживачів транспортних послуг, а також відображення суспільних інтересів. У першу чергу повинні бути враховані такі характеристики якості послуг з перевезення пасажирів, як безпека перевезень для життя і здоров'я пасажирів і персоналу, зручність перевезень, зберігання навколишнього середовища і майна.

Відомчі (економічні) цілі удосконалення міських пасажирських перевезень повинні відповідати господарському механізму, що застосовується на міському пасажирському транспорті й дозволяє удосконалювати економічні відносини з урахуванням ресурсних можливостей, що є у розпорядженні транспортних підприємств, розвивати конкуренцію перевізників на ринку транспортних послуг. За рахунок цього повинна створюватися економічна перевага перевізників.

Коли мова йде про втому з погляду сутності поняття і термінології, вірніше використовувати термін «стомлення» або «стомлюваність», тому що

втома – це суб'єктивне відчуття стомлення [100]. Стомлення визначається зміною ФС людини [101].

Стомлюваність (стомлення) – це «фізіологічний стан» організму, супроводжуючий тривалу й інтенсивну роботу, що виражається в тимчасовому розладі функцій нервових клітин кори головного мозку і розповсюджується на інші системи організму та визначає працездатність людини [102, 103].

Функціональний стан – це комплекс наявних характеристик тих функцій і якостей людини, які прямо або побічно обумовлюють виконання трудової діяльності [100, 104].

Незалежно від того, в якому ступені напруження знаходиться пасажир з прибуттям до зупинкового пункту, тривалість очікування транспорту приводить до зміни ФС, а отже до певного ступеня стомлення.

Зміну функціонального стану пасажирів в періоди очікування і здійснення поїздки в роботі Гюлева Н. У. [59] описано наступними транспортними параметрами:

$$P_1 = -0,21 + 1,045(P_2(1 - 0,14(k'\gamma_{mn} + 0,6) \ln t_{mn}) + k'\gamma_{mn}(k'\gamma_{mn} + 0,6) \ln t_{mn}), \quad (3.33)$$

де P_1 – многочлен, що описує ФС пасажирів транспортними параметрами, в кінці маршрутною поїздки (ПАРС);

$k'\gamma_{mn}$ – значення коефіцієнта заповнення салону під час маршрутною поїздки з урахуванням коефіцієнта пропорційності;

t_{mn} – час маршрутною поїздки, хв.;

P_2 – многочлен, що описує ФС пасажирів транспортними параметрами перед маршрутною поїздкою, тобто в кінці її очікування виражається такою залежністю:

$$P_2 = 0,33 + 0,915(P_n(1 - 0,28 \ln(t_{oc} + 1)) + 1,12 \ln(t_{oc} + 1)) + 0,00107t_{oc}, \quad (3.34)$$

де P_n – початковий ФС стан пасажирів по прибуттю з дому на зупинковий пункт (приймаємо $P_n = 2$ бали);

t_{oc} – час очікування маршрутною поїздки, хв.

Якщо підставити $P_n = 2$ бали в залежність (3.34), то отримаємо:

$$P_2 = 2,16 + 0,613 \ln(t_{oc} + 1) + 0,00107t_{oc}, \quad (3.35)$$

Оцінку адекватності проводили за показником середньої похибки апроксимації ξ . Для моделі (3.32) $\xi=2,3\%$, для моделі (3.34) $\xi=5,5\%$. Це свідчить про те, що моделі достатньо точно описують результати експериментальних досліджень [59].

Залежності від величини Π (в балах) визначають, в якому стані знаходиться людина: до 3 балів – нормальний стан, з 3 до 6 балів – стан напруження, більше 6-ти балів – стан перенапруження [59].

Пересування мешканців у міському просторі починається і закінчується в квартирах житлових будинків, на робочих місцях підприємств і об'єктах культурно-побутових закладів. Ці переміщення можуть бути пішохідними або з використанням транспортних засобів. У загальному випадку вони є комплексними. Основними характеристиками переміщень є їх відстань, швидкість сполучення і витрати часу на переміщення. Складовими витрат часу на транспортне пересування є піший підхід від місця відправлення до зупинки міського пасажирського транспорту, очікування транспорту на зупинці, рух у транспорті і піший підхід від зупинки до місця призначення. Для опису цих складових в теорії міських пасажирських перевезень запропоновано ряд моделей [5, 52, 96].

Для формалізації витрат часу на пішохідний рух до зупинки у теорії міських пасажирських перевезень використовують моделі, що описують рух з пункту виходу до зупинки міського транспорту. Ці моделі розрізняються геометричним представленням району відправлення (прибуття) і трасами пішохідного руху. Найбільшого поширення набула модель, що передбачає рух пішохода по найкоротшій відстані до траси маршруту і далі уздовж неї до зупинки транспорту [5, 28, 50, 52]:

$$t_{niu} = \frac{1}{V_{niu}} \left(\frac{1}{3\sigma_{mm}} + \frac{l_{nep}}{4} \right), \quad (3.36)$$

де V_{niu} – швидкість пішохода, км/год.;

σ_{mm} – щільність маршрутної мережі, км/км²;

l_{nep} – довжина перегону, км.

Витрати часу на очікування поїздки оцінюють через інтервал руху транспортних засобів (I) [4]:

$$t_{oc} = \frac{I}{2} = \frac{L_M}{A \cdot V_e}, \quad (3.37)$$

де L_M – довжина маршруту, км;

A – кількість транспортних засобів на маршруті, од.;

V_e – експлуатаційна швидкість транспортних засобів на маршруті, км/год.

Витрати часу пасажирів на поїздку визначають [4, 52] так:

$$t_{mn} = \frac{l_{cp}}{V_c}, \quad (3.38)$$

де l_{cp} – середня дальність поїздки, км;

V_c – швидкість сполучення, км/год.

Серед транспортних факторів, що входять у формули (3.33), неможливо встановити конкретні значення коефіцієнта заповнення салону транспортного засобу під час поїздки пасажирів γ_n , що складається із сукупності маршрутних поїздок зі своїми коефіцієнтами заповнення салону транспортних засобів $k' \gamma_{mni}$. Це пояснюється тим, що в переповненому салоні пасажир міг займати місце для сидіння і для нього пересування здійснювалося немовби в салоні з γ_{mn} обумовленою зайнятістю тільки місць для сидіння γ'_{mn} . Коли ж пасажир стоїть в салоні, то для визначення впливу умов поїздки на ПАРС пасажирів в кінці маршрутної поїздки треба використовувати γ_{mn} , що розраховується середньозваженим за часом руху відношенням числа пасажирів у салоні до його номінальної місткості.

Для визначення $k\gamma_n$ досить мати у розпорядженні значення k' кожної маршрутної поїздки, які різні для кожного транспортного засобу. Зіставивши середні значення k' для рухомого складу, що використовується у найбільших містах, встановлюємо зв'язок між k' і γ_{mn} за допомогою таблиці 3.1 [59].

Коефіцієнт пропорційності визначаємо за формулою [59]:

$$k' = 1 + \left(\frac{\gamma'_{mn}}{\gamma_{mn}} \right)^2 - \frac{\gamma'_{mn}}{\gamma_{mn}}. \quad (3.39)$$

Таблиця 3.1 – Співвідношення між коефіцієнтом заповнення салону транспортного засобу під час маршрутної поїздки пасажира γ_{mn} і коефіцієнтом пропорційності k' [59]

γ_{mn}	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9	0,6	0,3	$\gamma_{mn} = \gamma'_{mn}$
k'	0,89	0,88	0,85	0,83	0,82	0,79	0,77	1,0

Середньозважене значення $k\gamma_n$ знаходимо за формулою [64]:

$$k\gamma_n = \frac{\sum_{i=1}^n k' \gamma_{mni} \cdot t_{mni}}{\sum_{i=1}^n t_{mni}}, \quad (3.40)$$

де $k\gamma_n$ – середньозважене значення коефіцієнта заповнення салону транспортного засобу під час усієї поїздки пасажирів з урахуванням коефіцієнта пропорційності;

t_{mni} – час і-тої маршрутної поїздки, год.;

$k' \gamma_{mni}$ – значення коефіцієнта заповнення салону під час і-тої маршрутної поїздки з урахуванням коефіцієнта пропорційності.

Коли вважати, що поїздка пасажира складається з однієї маршрутної поїздки, то

$$k\gamma_n = k' \gamma_{mni} = k\gamma_{mn}, \quad (3.41)$$

де $k\gamma_{mn}$ – значення коефіцієнта заповнення салону транспортного засобу з урахуванням коефіцієнта пропорційності.

Висновки авторів [4, 5] підтверджують, що при виборі пасажиром шляху пересування треба враховувати інтервал руху транспортних засобів, тариф на перевезення, загальні витрати часу на переміщення, і наповнення салону.

Пасажир відчуває себе зручно і комфортно під час маршрутної поїздки, якщо займає місце для сидіння в салоні транспортного засобу. У зв'язку з цим, при виборі тієї або іншої марки транспортного засобу для роботи на маршрутах міста пропонується виходити з того, що експлуатуватися вона буде тільки при зайнятих місцях для сидіння. Для транспортних засобів, де передбачена вільна для стояння площа салону, пасажиромісткість салону для експлуатації транспортного засобу пропонується визначати наступним способом.

Номинальна пасажиромісткість автобуса вказана в його технічній характеристиці і згідно з [85] визначається сумою місць для сидіння і розрахункового числа пасажирів (3.16).

В експлуатаційній практиці набула великого поширення норма числа пасажирів, які стоять, – 5 пас./м², виходячи з якої проводять технологічну організацію перевезень. Ця норма наближається до європейських стандартів (наприклад, в Німеччині використовується норма 4 пас./м²) [19, 85].

Необхідною умовою підвищення комфорту поїздки в міському пасажирському транспорті є зниження наповнюваності ТЗ до норм три стоячих пасажирів на 1 м² вільної площі салону в години “пік”. Така норма забезпечує можливість поїздки на місцях для сидіння пасажирів, які здійснюють дальні поїздки, а не в години “пік” – для усіх пасажирів [21].

У роботі Долі В. К. [19, 28] встановлено, що оптимальною є середня заповнюваність салонів, при якій на 1 м² вільної площі підлоги за період поїздки пасажирів приходиться 3 чоловіки (4,5 – пас./м² в найбільш завантаженому перегоні), що відповідає коефіцієнту динамічного заповнення салону 0,33 (0,46 – у найбільш завантаженому перегоні).

Оскільки йдеться про комфортну поїздку пасажира і виходячи з ДБН 360-92 України, де сказано, що «провізна здатність різних видів транспорту, параметри пристроїв і споруд (платформи, посадочні майданчики і т.д.) визначаються при нормі наповнення рухомого складу на розрахунковий термін – 4 чол./м² вільної площі підлоги пасажирського салону для звичайних видів наземного транспорту і 3 чол./м² – для швидкісного транспорту» [105].

Оцінюючи ступінь транспортної втоми пасажира при різних умовах поїздки і фіксуючи кількість виробленої продукції, можна оцінити вплив транспортного процесу на продуктивність праці [71].

Продуктивність праці характеризує ефективність виробничої діяльності людей, що виражається кількістю продукції, виготовленої за одиницю часу [106].

Працездатність – величина функціональних можливостей організму, що характеризується кількістю і якістю роботи при напруженні максимальної інтенсивності або діяльності [100]. Тип працездатності й періодичність її зміни пов'язані з тривалістю фаз ФС людини [107].

Оцінюючи ФС, можна визначити ступінь стомлення, а стомлення дозволяє оцінити працездатність і продуктивність [59].

3.2.1 Методи оцінки вартості транспортного часу пасажирів

Забезпечення зручних умов поїздки пасажирів багато авторів [46, 47, 52] бачать у необхідності збільшення кількості й місткості транспортних засобів. Однак ці рекомендації зводились до економії часу пасажирів, якщо використовувалась жорстка система обмежень відомчих витрат.

Зрозуміло [5], що одночасно досягнути мети мінімізації відомчих витрат на перевезення пасажирів і максимуму комфортабельності їх поїздки неможливо. У зв'язку з цим, ряд авторів [30, 31, 108, 109] запропонували використання узагальненого критерію, складовими якого є, з одного боку, витрати на перевезення пасажирів, а з другого, – показник, що визначає в якійсь мірі ступінь якості перевезень, що виражається часом пересування [50, 110].

Визначення вартості пасажиро-години має умовний, усереднений характер, оскільки включає ряд чинників, фактичне значення яких або взагалі невідоме, або його дуже важко визначити (оцінка значущості грошових часових витрат у кожного члена суспільства суто індивідуальна).

Необхідність встановлення чисельного значення цього показника має значні підстави, оскільки перебування пасажирів у дорозі є не що інше, як втрата робочого і вільного часу. Вільний час є особливою соціально-економічною структурою, в рамках якої здійснюється процес відтворення робочої сили, яка є частиною загального процесу забезпечення життєдіяльності людей.

Однак значення першої складової виражається одиницями вартості, а другого – одиницями часу. Щоб їх зіставити, використовували оцінку пасажиро-години.

Вчені застосовували п'ять теоретичних підходів до економічної оцінки транспортного часу пасажирів (рис. 3.2) і економічної оцінки вільного часу.

Виходячи з наведених підходів до економічної оцінки транспортного часу пасажирів, були запропоновані методи економічної оцінки вільного часу [111-113], які базуються на тому, що частину вільного часу людина витрачає на підвищення свого культурно-освітнього рівня, що якісно впливає на суспільне виробництво [112].

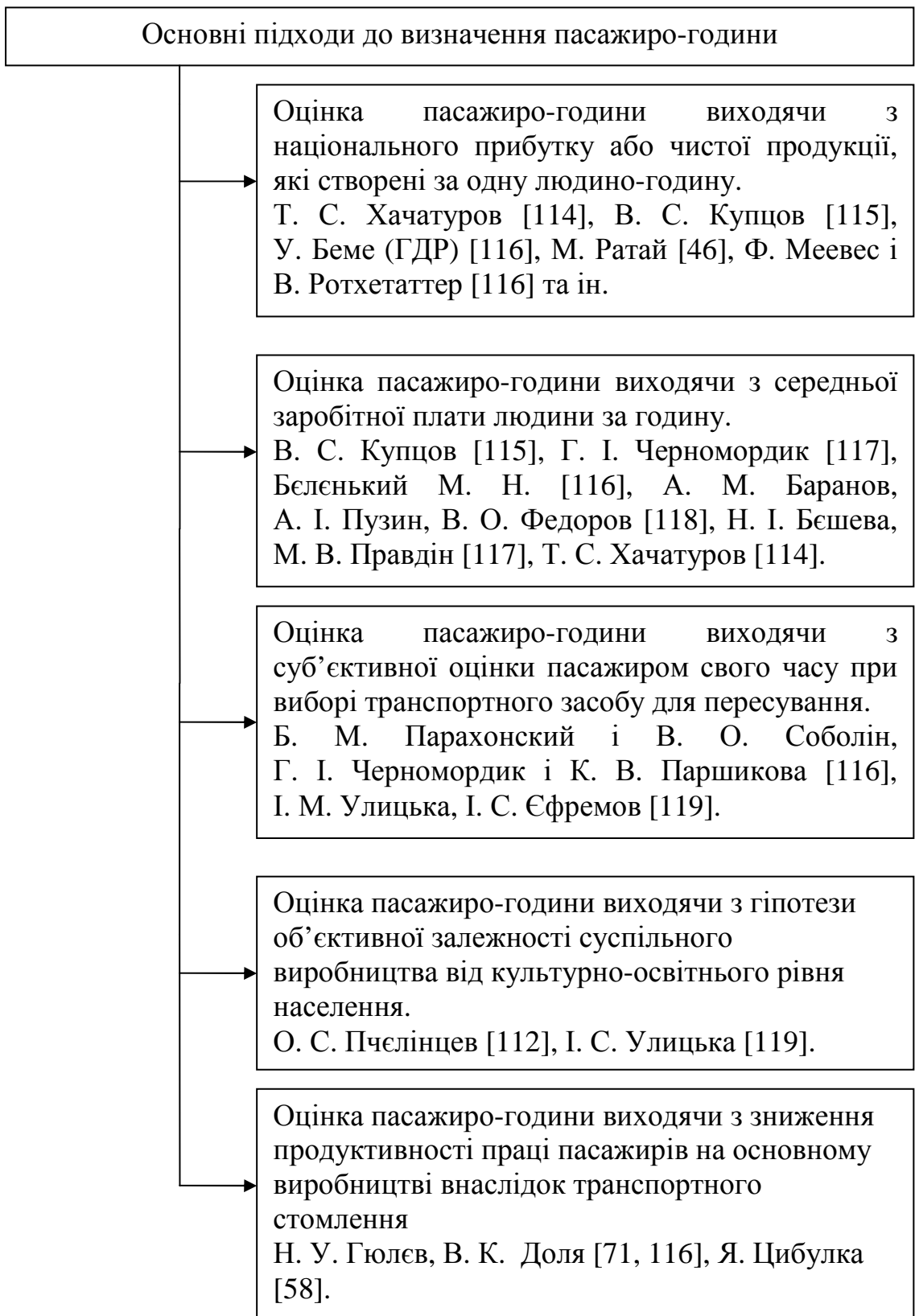


Рисунок 3.1 – Узагальнена характеристика основних підходів до визначення пасажиро-години

Оцінка вартості однієї пасажиро-години різними дослідниками коливається від 20 до 60% і більш годинної ставки заробітної плати пасажирів.

Окремі дослідники, крім середньої вартості однієї пасажиро-години для всього пасажиропотоку, вважають за доцільне виділити вартість «ділової» пасажиро-години, рекомендуючи оцінити її в межах 0,8-1,0 грошових одиниць (у цінах на 1986 р.) [78].

Американські дослідники визначили вартість однієї пасажиро-години близько 1,8-2 \$ у звичайний час і до 3 \$ в години “пік” [78].

Використання економічної оцінки однієї пасажиро-години дає можливість порівнювати ефективність використання різних видів міського транспорту. Тобто соціально-економічні наслідки транспортного процесу залежать не тільки від часу пересування пасажирів, а й від умов поїздки у МПТ.

3.2.2 Зниження доходу пасажирів на основному виробництві внаслідок пересування на транспорті

В роботах [56, 60] у вигляді залежностей наведені результати дослідження з оцінки втрат продуктивності праці виходячи з наповнення транспортного засобу і від часу пересування.

Наприклад, при зменшенні середнього числа стоячих пасажирів, які приходяться на 1м² вільної площі салону, з 6,5 до 4 пас./м² приймається 2%-ний приріст продуктивності праці на основному виробництві. Зниження витрат часу на пересування з 40 до 30 хв. приводить до зростання продуктивності праці на 2,5%.

Зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного пересування визначаємо за формулою [59]:

$$C_{ij} = \frac{D_m \cdot P_{ij}}{D_{pm} \cdot 100} + t_{пер} \cdot C_{вч}, \quad (3.42)$$

де D_m – доход середньостатистичного працездатного пасажирів за місяць, грн;

P_{ij} – відсоток зниження ефективності виробництва пасажирів внаслідок пересування з i -го району в j -й, %;

D_{pm} – кількість робочих днів у місяць, днів;

$t_{перij}$ – час пересування з i -го району в j -й, год.;

$C_{вч}$ – вартість 1 години вільного часу, грн/год.

Для визначення проценту зниження ефективності виробництва пасажира внаслідок пересування з i -го району в j -й для середньостатистичного працездатного пасажира використана модель, яка описана в роботі [59]

$$P_{ij_mp} = -0,0709 + 0,545(P_1 - 3)^2, \quad (3.43)$$

де P_1 – багаточлен, що описує транспортними параметрами ФС пасажира в кінці маршрутної поїздки.

Враховуючи (3.33), (3.34) P_1 дорівнює:

$$P_1 = -0,21 + 1,045 \left((2,16 + 0,513 \ln(t_{oc} + 1) + 0,00107 t_{oc}) (1 - 0,14(k' \gamma_{mn} + 0,6) \ln t_{mn}) + k' \gamma_{mn} (k' \gamma_{mn} + 0,6) \ln t_{mn} \right) \quad (3.44)$$

Для опису процента зниження ефективності виробництва пасажира внаслідок пішого пересування з i -го району в j -й для середньостатистичного працездатного пасажира використана модель, яка описана в роботі [59]

$$P_{ij_niu} = 0,0092 t_{ij_niu}, \quad (3.45)$$

де t_{ij_niu} – час пішого пересування з i -го району в j -й, год.

Виходячи із залежності (3.42), середнє зниження доходу пасажира на основному виробництві внаслідок пересування на транспорті:

$$C_{ij_mp} = \frac{D_m \cdot P_{ij_mp}}{100 D_{pm}} + t_{nep} \cdot C_{вч}. \quad (3.46)$$

Середнє зниження доходу пасажира на виробництві внаслідок пішого пересування визначається, враховуючи (3.41):

$$C_{ij_niu} = \frac{D_m \cdot P_{ij_niu}}{100 D_{pm}} + t_{ij_niu} \cdot C_{вч}. \quad (3.47)$$

3.3 Експериментальне дослідження параметрів транспортного процесу

3.3.1 Експертний метод оцінки організації пасажирських автобусних перевезень

Пересування пасажирів – це складний процес, для нормальної організації якого необхідно враховувати значну кількість факторів, що впливають в тій або іншій мірі на перевезення. Для оцінки організації транспортних послуг з перевезення пасажирів треба використовувати показники, що адекватно характеризують послугу. Ці показники повинні зважувати на вимоги пасажирів до даної послуги. Тому перевізник, формуючи відповідну підсистему показників якості транспортних послуг, має виходити з інтересів пасажирів.

У м. Харкові проведено опитування мешканців з метою виявлення факторів, що впливають на задоволеність пасажирськими автотранспортними послугами. У процесі опитування мешканцям потрібно було назвати фактори, що не дозволяють їм повністю задовольнити потреби в пересуваннях пасажирським автотранспортом, запропоновані мешканцями чинники занесли у спеціально розроблену анкету (рис. 3.2).

Анкета № _____	
Чи вважаєте Ви, що здійснюючи транспортні поїздки, Ви задовольняєте Ваші потреби в пересуванні з використанням пасажирського автотранспорту?	
Так	Ні
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Якщо ні, то назвіть причини, які не дозволяють Вам повністю задовольнити Ваші потреби в пересуванні пасажирським автотранспортом:	
1. _____	
2. _____	
3. _____	
4. _____	

Рисунок 3.2 – Анкета опитування мешканців про фактори, що впливають на задоволеність автотранспортними послугами

Надалі була виконана обробка даних опитування. Через різне формулювання, яке давалось мешканцями при вказівці на однакові критерії, вони були зведені в групи за загальною ознакою.

Надалі для відібраних груп визначали відсоткову частку від загальної кількості вказаних критеріїв (табл. 3.2).

Частка пасажирів, які повністю задоволені послугами, що надаються пасажирським автотранспортом, складає 37%, частка незадоволених – 63%.

У результаті аналізу даних таблиці 3.2 з подальшого розгляду були виключені фактори, що попадалися у відповідях мешканців рідко. Фактори, що залишилися, були відібрані для використання у подальших дослідженнях.

Таблиця 3.2 – Результати опитування мешканців щодо визначення факторів, які визначають незадоволеність в автотранспортних послугах

Фактори	Частка від загальної кількості вказаних чинників, %
Висока вартість проїзду	33,2
Заповнення салону	20
Відмова в посадці	16
Великі інтервали руху	15,4
Безпека руху	13,2
Незручна конфігурація маршрутної мережі	2,2

Для визначення факторів, які найбільшою мірою впливають на оцінку пасажирами якості транспортних послуг, необхідно виділити соціальні групи населення, бо представники цих соціально-вікових груп мають різну транспортну рухливість, яка залежить від професійно-ділової діяльності, позавиробничого спілкування, розміру сім'ї, віку, статі та інших індивідуальних характеристик. Рухливість населення залежить також від сезону року, місяця, дня тижня, часу доби та ін.

Для вирішення поставленого завдання була розроблена анкета, що наведена на рисунку 3.3.

На першому етапі обстеження в анкету заносили дані про належність до соціальної групи населення і основну мету поїздки в робочі дні.

На другому етапі мешканцям м. Харкова пропонувалося провести ранжирування запропонованих в анкеті чинників за їх вагомістю від найбільш до найменш значущого.

Номер анкети _____

За вашим соціальним положенням Ви є:

Студентом технікуму або ВУЗУ	Людина працезданого віку, яка виконує трудова діяльність	Безробітний	Працюючий пенсіонер	Непрацюючий пенсіонер	Інвалід

Проранжуйте фактори, що не дозволяють Вам повністю задовольнити Ваші потреби в пересуванні з використанням пасажирського автотранспорту від найбільш, на вашу думку, значущого до найменш:

Вартість проїзду	Відмова в посадці	Великі інтервали руху	Заповнення салону	Безпека руху

Рисунок 3.3 – Анкета опитування пасажирів

При цьому мешканці (пасажирів) виступали як експерти. Правомірність цього пояснюється специфікою обстеження, яке проводиться. Кількість анкет, що необхідна для репрезентативності вибірки, визначали з урахуванням рекомендацій, наведених в роботі [120, 121]. відповідно до яких для величини з вірогідністю рівною 0,95 і допустимою помилкою 0,05 число спостережень дорівнює 384. Внаслідок цього в ході обстеження було заповнено 400 анкет.

З метою визначення значущості чинників, що впливають на задоволення пасажирів при здійсненні поїздки, при обробці даних ранжирування застосовували метод рангової кореляції [120]. У результаті була побудована діаграма значущості чинників для всієї сукупності жителів м. Харкова (рис. 3.4).

З діаграми, яка наведена на рисунку 3.4, видно, що найбільш вагомим чинником для населення є вартість за поїзд.

Для пасажирів інтервал руху транспортних засобів є важливим показником, із зростанням якого випереджаючими темпами підвищуються витрати часу на очікування посадки, виникають відмови в посадці і, як наслідок, зростають витрати часу на поїздку.

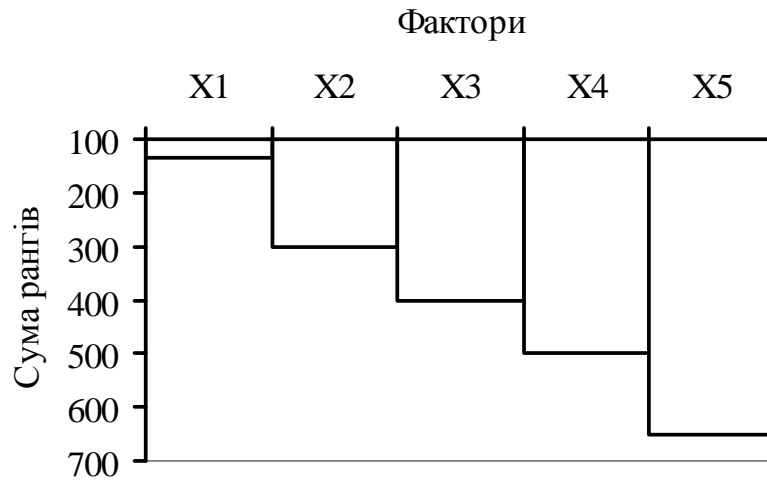


Рисунок 3.4 – Діаграма вагомості факторів, що впливають на задоволеність пасажирів у перевезеннях:

*X1 – вартість проїзду; X2 – великі інтервали руху;
X3 – заповнення салону; X4 – відмова в посадці; X5 – безпека руху*

Наступним за вагомістю чинником пасажирів вважають наповнення автобуса. Психологічними експериментами доведено, що час, проведений в переповненому автобусі, оцінюється пасажиром приблизно в два рази більше астрономічного часу [78]. При опитуванні під чинником «Безпека руху» мались на увазі всі елементи, що відповідають вимогам пасажирів в системі перевезень: безпека при очікуванні посадки в автобус; безпека при посадці й висадці (за статистикою приходить приблизно третя частина всіх травм пасажирів); безпека при пересуванні в салоні автобуса. Безпека перевезення належить до числа обов'язкових вимог, але при проведенні опитування пасажирів не згадують про неї. А це є один з показників якості транспортного обслуговування.

Умови експлуатації на маршруті, марка і рік випуску транспортного засобу, рівень якості обслуговування пасажирів об'єктивно впливають на функціональний стан пасажирів і на ступінь стомлення, що призводить до зниження рівня працездатності пасажирів, особливо в першу годину роботи [116].

З усієї сукупності опитуваних були виділені дві групи: робітники і службовці; студенти вузів і технікумів, тому що обрані групи мають стабільну трудову і культурно-побутову рухливість протягом всього року, за винятком чергових відпусток.

Річне число пересувань робітників і службовців на роботу в один бік при п'ятиденному робочому тижні складає 240 [78]. Річне число пересувань студентів і учнів з урахуванням канікул в один бік – 230.

Безпосередньо з роботи або навчання додому повертаються не всі пасажирів, оскільки частина з них, близько 10 %, прямує з роботи або навчання в магазини, бібліотеки, центр міста, інші пункти, зменшуючи тим самим відносну кількість зворотних поїздок. З урахуванням цього коефіцієнт повернення K_n приймається рівним 1,9 [78].

Таким чином, число трудових пересувань робітника і службовця [78]:

$$P_{pc} = P'_{pc} \cdot K_n = 240 \cdot 1,9 = 456, \quad (3.48)$$

де P'_{pc} – річне число пересувань робітників і службовців на роботу в один бік при п'ятиденному робочому тижні, днів;

K_n – коефіцієнт повернення.

Число пересувань одного учня [78]:

$$P_{yc} = P'_{yc} \cdot K_n = 230 \cdot 1,9 = 437, \quad (3.49)$$

де P'_{yc} – річне число пересувань студентів і учнів, днів.

Ділові пересування робітників і службовців протягом робочого дня з виробничих потреб складають 2-3 % від трудових пересувань [78].

У вільні дні, при п'ятиденному робочому тижні, трудові поїздки замінюються поїздками з культурно-побутовою метою. Для кожної з груп окремо проводили обробку даних ранжування, в результаті чого були побудовані діаграми вагомості факторів, що впливають на задоволення пасажирів транспортними послугами (рис. 3.5, 3.6).

Результати обробки даних опитування свідчать про те, що пасажирів містотвірної групи населення «Студенти вузів і технікумів» перш за все не задовольняє вартість поїздки. Це виходить з того, що пасажирів можуть скористатися послугами міського електротранспорту, заплативши в два рази менше, але за ту ж якість послуг, що й на автотранспорті, окрім меншої маневреності й швидкості сполучення.

Наступним за вагомістю для даної групи є чинник X_4 . У години “пік” відмова в посадці є дуже розповсюдженим явищем для всіх видів транспорту, що позначається на збільшенні часу очікування. В результаті пасажирів даної групи, які спізнюються на навчання вже не звертають увагу на заповнення

салону, а тим більше на безпеку руху. У пасажирів містотвірної групи населення «Робітники і службовці» пріоритети інші.

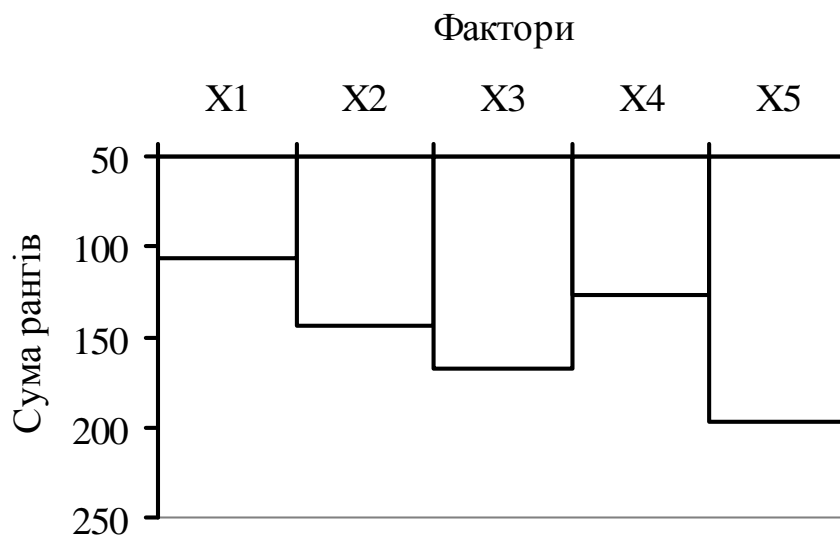


Рисунок 3.5 – Діаграма вагомості факторів транспортних послуг для містотвірної групи населення «Студенти вузів і технікумів»

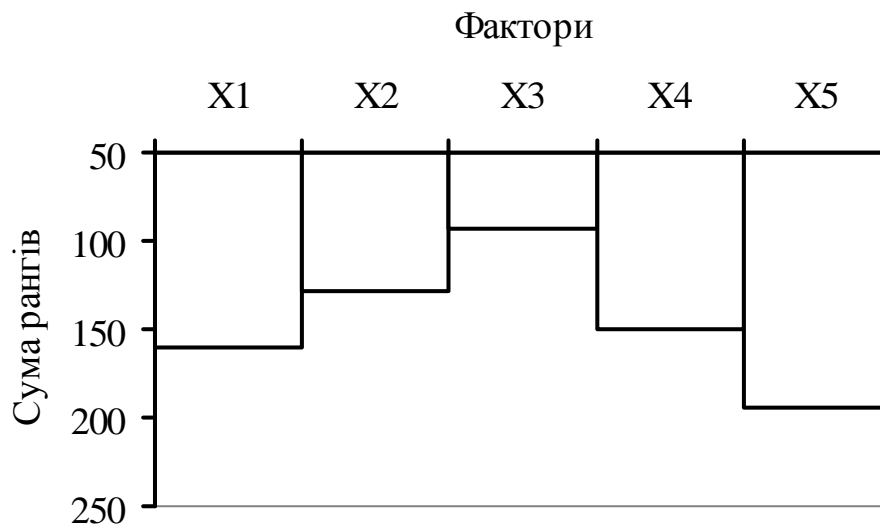


Рисунок 3.6 – Діаграма вагомості факторів транспортних послуг для містотвірної групи населення «Робітники і службовці»

Перш за все для них важливі зручність і час пересування, а вже потім вартість поїздки, це виходить з рівня доходу цієї групи населення.

На наступному етапі була проведена оцінка ступеня погодження думок експертів з використанням коефіцієнта конкордації Кендела [120, 121]:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (3.50)$$

де W – коефіцієнт конкордації Кендела;

m – кількість експертів;

n – кількість чинників;

S – сума квадратів відхилення.

$$S = \sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2, \quad (3.51)$$

де X_j – сума рангів за j -м чинником;

\bar{X} – середня сума рангів.

Для перевірки статистичної ваги коефіцієнта конкордації розраховуємо емпіричне значення критерію χ^2 Пірсона за формулою [121]:

$$\chi^2 = \frac{12S}{mn(n+1)}. \quad (3.52)$$

Розрахункове значення критерію χ^2 порівнюємо з критичним, яке знаходимо за допомогою таблиць або розраховуємо з урахуванням ступеня свободи $df=n-1$ і заданого рівня довірчої вірогідності, що дорівнює 0,95. Гіпотеза про узгодженість думок експертів приймається, якщо емпіричне значення критерію більше за табличне. Результати оцінних розрахунків зведені в таблиці 3.3.

За значенням коефіцієнта конкордації видно, що спостерігається погодженість думок експертів як для всієї сукупності пасажирів, так і для їх груп. Оскільки фактичне значення χ^2 перевищує табличне, то дана залежність не випадкова.

Таблиця 3.3 – Оцінка погодженості думок експертів

Соціальні категорії мешканців міста	Коефіцієнт конкордації	Фактичне значення критерію Пірсона	Табличне значення критерію Пірсона
Вся сукупність мешканців	0,67	11,5	9,49
Студенти вузів і технікумів	0,75	15,5	
Робітники і службовці	0,81	17,6	

Таким чином, можна зробити висновок, що на сьогоднішній день рівень транспортних послуг, що пропонуються пасажирським автотранспортом, не повністю відповідає вимогам пасажирів. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є оновлення рухомого складу, вибір такої пасажиромісткості транспортних засобів і їх кількості, яка задовольнятиме вимогам пасажирів.

3.3.2 Оцінка транспортної стомлюваності пасажирів

Для підвищення рівня і конкурентоспроможності роботи автотранспорту на міських пасажирських маршрутах впроваджують різні заходи. У зв'язку з дією великої кількості факторів, точність проектного розрахунку результатів впровадження нововведення є невисокою. Тому для більшості заходів, що пропонуються необхідна їх експериментальна перевірка.

Для виявлення відповідності умов перевезень на міському пасажирському автотранспорті в м. Харкові нормативам, і їх впливу на функціональний стан пасажирів під час пересування на автотранспорті проведено дослідження організації перевезень на автобусних маршрутах існуючої маршрутної мережі. На ФС пасажирів під час транспортного пересування впливають такі транспортні параметри: час маршрутної поїздки, час очікування маршрутної поїздки, коефіцієнт заповнення салону.

Основна увага при дослідженні міських пасажирських перевезень приділяється розробці методів організації та управління перевезеннями, що ґрунтуються на використанні результатів дослідження пасажиропотоків [5, 61, 72]. Обстеження пасажиропотоків є трудомісткою роботою, що виконується нечасто. При виборі методу обстеження керуються трудомісткістю і вартістю роботи за умови одержання достовірних і необхідних відомостей і можливості використання їх при організації пасажирських перевезень.

Обстеження пасажиропотоків може бути організоване в окремі години доби (годину «пік» або годину спаду пасажиронапруження), або протягом усього робочого часу в один з днів тижня (робочий день або неділю), або протягом усіх днів тижня. Робота має бути здійснюватися згідно зі заздалегідь складеного плану. План заходів з обстеження пасажиропотоків розробляється з урахуванням конкретних умов і можливостей і повинен бути реальним за термінами виконання, обсягом роботи і кількістю виконавців.

Дослідження проводилось на автобусних маршрутах № 285, 288, 57 м. Харкова. На цих маршрутах використовуються транспортні засоби марок різної місткості: № 285 – Богдан-А092, № 288 – РУТА А-048, № 57 – ПА3-3205.

Спостереження проводили в будні в ранковий період «пік» – з 7.00 до 9.00 години. Обстеження пасажиропотоків на маршрутах виконували за допомогою табличного методу, під час якого обліковці розташовувалися у салоні біля дверей автобуса і заповнювали таблиці спостереження за входом і виходом пасажирів з автобуса.

На кожному зупинному пункті обліковець підраховував число пасажирів, які вийшли і зайшли, і робив у таблиці відповідний запис. Табличний метод обстеження в порівнянні з іншими дає найбільшу точність одержуваних даних.

На основі отриманої і обробленої інформації визначені основні характеристики маршрутів. Отримані дані свідчать про те, що організація руху на маршрутах № 285, № 288, № 57 не відповідає встановленим нормам і правилам [20]: час на очікування транспорту визначається інтервалом між транспортними засобами МПТ і в часи пік повинен коливатись від 1 до 3 хв., в даному випадку він значно вищий; динамічний коефіцієнт заповнення салону перевищує 1. Для визначення транспортної стомлюваності пасажирів на маршрутах № 285, 288, № 57 за залежністю (3.43) був визначений коефіцієнт пропорційності для марок, що працюють на маршрутах, і відповідні коефіцієнти заповнення салону. Далі були розраховані характеристики маршрутів, що розглядаються, з існуючими пасажиропотоками при використанні тих самих марок транспортних засобів, що працюють у даний час, тільки при рівні заповнення вільної площі салону – 5 чол./м², 3 чол./м². Час очікування на зупинці транспортних засобів t_{oc} і час поїздки в транспортному засобі t_{mn} визначаються відповідно за формулами (3.37), (3.38). Число автобусів для маршрутів пропонується визначати за формулою (3.24). Використовуючи залежності (3.33), (3.34), визначили зміну транспортної стомлюваності пасажирів при існуючих та при запропонованих умовах поїздки для маршрутів, що розглядаються (рис 3.7, 3.8, 3.9).

Розглянемо зміну транспортної стомлюваності пасажирів для маршруту № 258. Відповідно до величини транспортної стомлюваності пасажирів можна визначити, в якому стані знаходиться пасажир.

З отриманих залежностей (рис. 3.7) видно, що організація пасажирських перевезень на маршруті №285 призводить до того, що під час маршрутної поїздки тривалістю до 13 хв. пасажир знаходиться в напруженому стані, а при подальшому пересуванні – у стані перенапруження. При заповненні салону 3 чол./м², 5 чол./м² стомлюваність пасажирів значно менша і відповідає напруженому стану пасажирів.

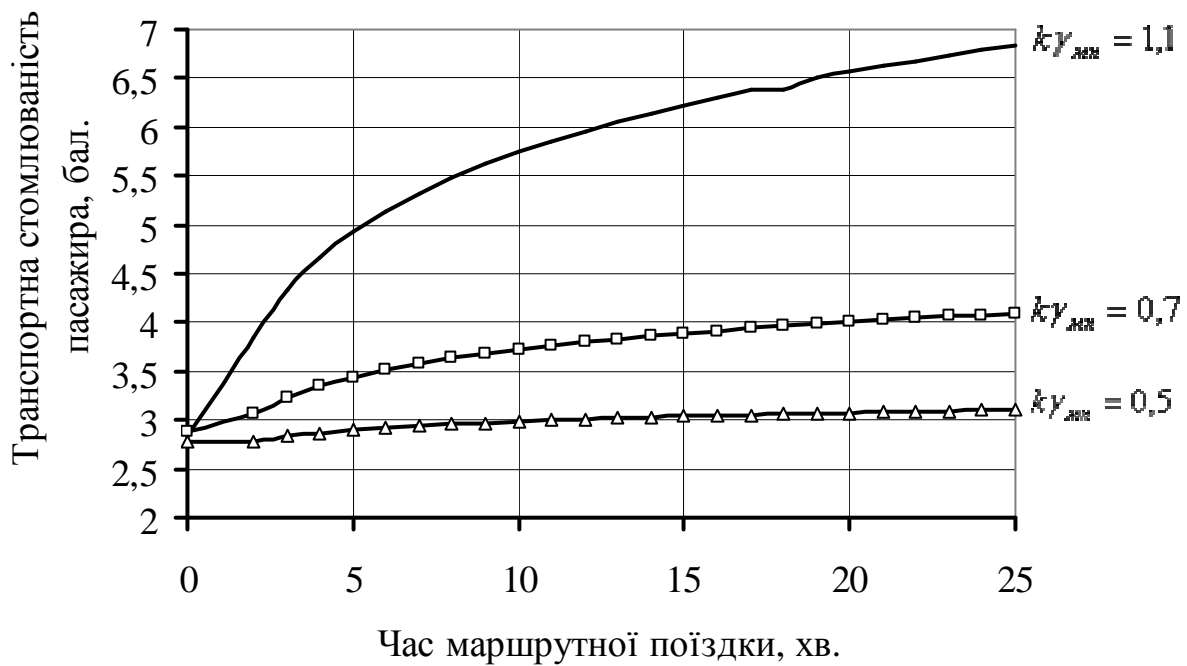


Рисунок 3.7 - Зміна транспортної стомлюваності пасажирів при різних умовах поїздки на маршруті № 285 (м. Харків):

- зміна транспортної стомлюваності пасажирів при існуючих умовах поїздки;
- зміна транспортної стомлюваності пасажирів при використанні пасажиромісткості транспортних засобів на маршруті - 5 пасажирів на квадратний метр;
- △— зміна транспортної стомлюваності пасажирів при використанні пасажиромісткості транспортних засобів на маршруті - 3 пасажирів на квадратний метр.

Як видно з рисунка 3.7, використання транспортних засобів при заповненні салону 3 чол./м² зменшує транспортну стомлюваність пасажирів в середньому на 19% відносно до транспортної стомлюваності пасажирів при заповненні салону 5 чол./м².

Аналогічна ситуація відзначається і на маршруті № 288, якщо маршрутна поїздка триває більше 12 хв., то ФС пасажирів є перенапруженим. При цьому, якщо заповнення салону ТЗ становить 3 чол./м², 5 чол./м², то стомлюваність пасажирів значно менша і відповідає напруженому стану пасажирів.

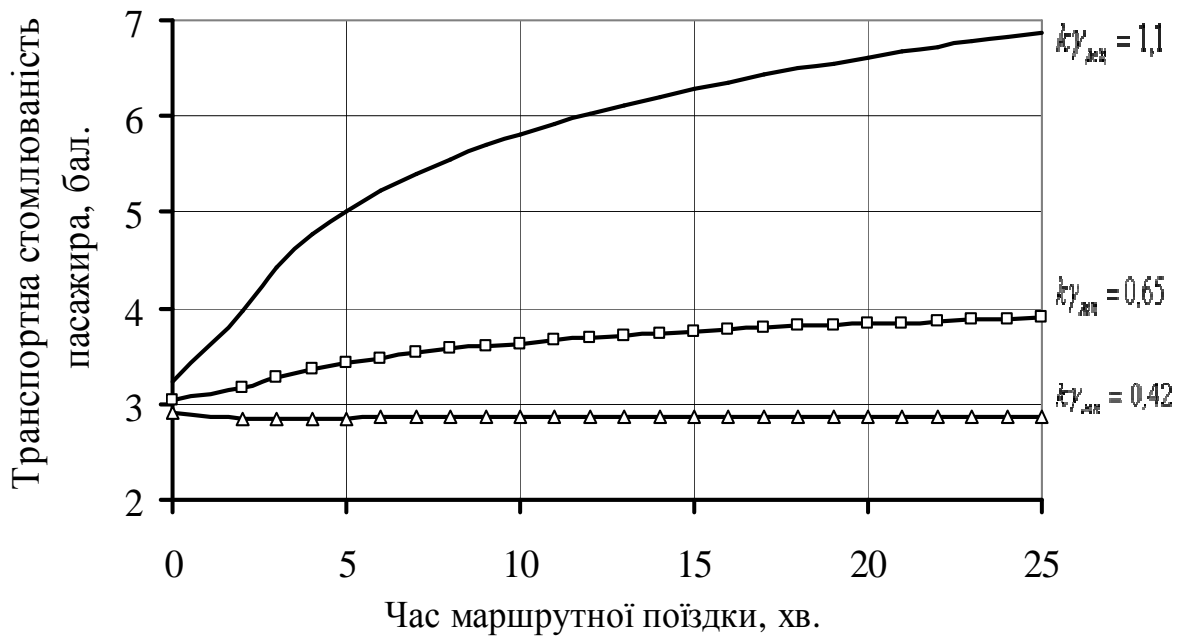


Рисунок 3.8 – Зміна транспортної стомлюваності пасажирів при різних умовах поїздки на маршруті № 288 (м. Харків) :

- зміна транспортної стомлюваності пасажирів при існуючих умовах поїздки;
- зміна транспортної стомлюваності пасажирів при використанні пасажиромісткості транспортних засобів на маршруті - 5 пасажирів на квадратний метр;
- △— зміна транспортної стомлюваності пасажирів при використанні пасажиромісткості транспортних засобів на маршруті - 3 пасажирів на квадратний метр.

Представлені на рисунку 3.8 залежності зміни транспортної стомлюваності пасажирів свідчать про те, що використання ТЗ при заповненні салону 3 чол./м² зменшує транспортну стомлюваність пасажирів в середньому на 21% відносно до транспортної стомлюваності пасажирів при заповненні салону 5 чол./м².

Організація пасажирських перевезень на маршруті № 57 призводить до того, що під час маршруної поїздки тривалістю до 8 хв. пасажир знаходиться в напруженому стані, а при подальшому пересуванні – у стані перенапруження (рис. 3.9).

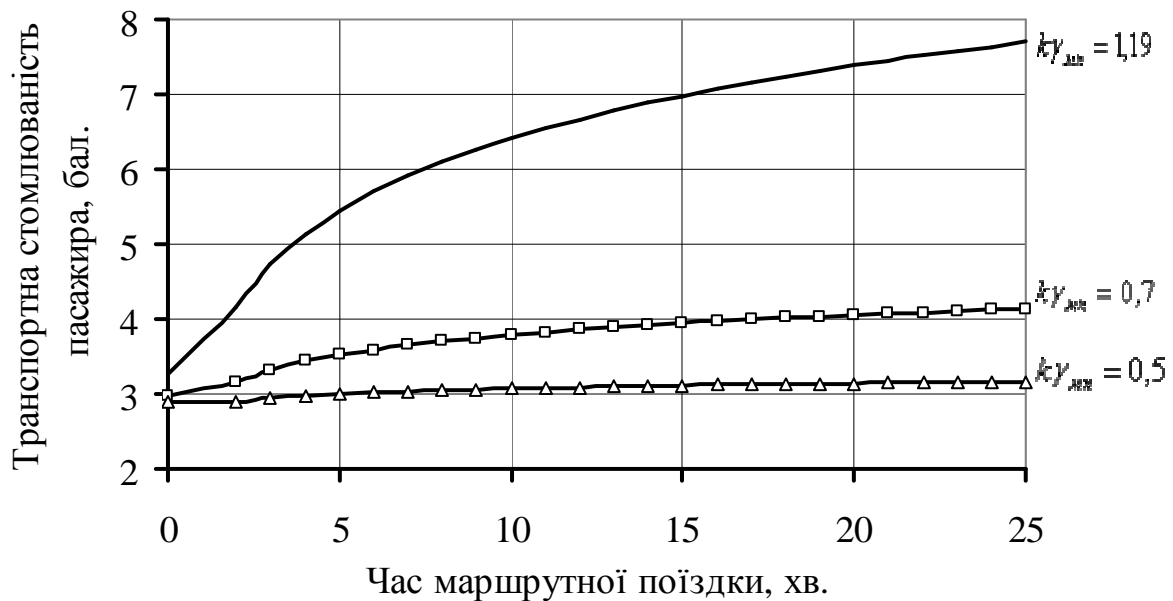


Рисунок 3.9 – Зміна транспортної стомлюваності пасажирів при різних умовах поїздки на маршруті № 57 (м. Харків) :

- зміна транспортної стомлюваності пасажирів при існуючих умовах поїздки;
- зміна транспортної стомлюваності пасажирів при використанні пасажиромісткості транспортних засобів на маршруті - 5 пасажирів на квадратний метр;
- △— зміна транспортної стомлюваності пасажирів при використанні пасажиромісткості транспортних засобів на маршруті - 3 пасажирів на квадратний метр;

Як видно з рисунку 3.9 використання транспортних засобів при заповненні салону 3 чол./м² зменшує транспортну стомлюваність пасажирів в середньому на 18,57% відносно до транспортної стомлюваності пасажирів при заповненні салону 5 чол./м².

Як було вже зазначено, транспортний процес впливає на функціональний стан людини, її працездатність і, як наслідок, веде до зниження доходу пасажирів.

Розглянувши наведені залежності зміни транспортної стомлюваності пасажирів при умовах поїздки, що існують на маршрутах м. Харкова, можна зробити висновок, що вони значно втомлюють пасажирів. Користуючись залежностями (3.46, 3.47), визначено середнє зниження доходу пасажирів при користуванні маршрутами № 285, 288, 57.

Виходячи із залежностей, зображених на рисунку 3.10, можна зробити висновок, що при користуванні транспортними послугами маршрутів, що розглядаються, при тривалості маршрутної поїздки 25 хв. за рік пасажир (число трудових пересувань за рік складає 456) за рахунок зменшення працездатності на основному виробництві втрачає в середньому 2003,4 грн.

Якщо розрахувати зменшення доходу пасажирів при користуванні маршрутом з середніми значеннями параметрів маршрутів, що розглядаються, при експлуатації транспортних засобів (3 чол./м² вільної площі салону), то за рахунок зменшення працездатності, внаслідок транспортного процесу, на основному виробництві пасажир втрачає в середньому 615,6 грн.

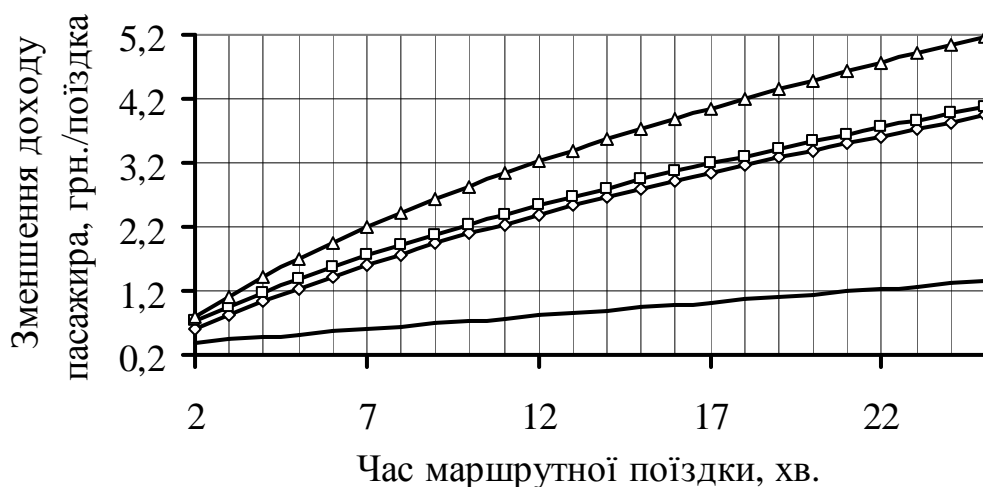


Рисунок 3.10 – Зменшення доходу пасажирів внаслідок користування маршрутами № 285, № 288, № 57

◆ №285 □ №288 ▲ №57 — при заповненні салону ТЗ
3 пас./м².

3.4 Вибір автотранспортного засобу для роботи на маршрутах міського пасажирського транспорту з урахуванням функціонального стану пасажирів

Обирати марку транспортного засобу пропонується виходячи з інтересів пасажирів (через врахування ступеня транспортної втоми пасажирів внаслідок транспортного процесу (ПАРС)) і інтересів транспортного підприємства (через використання економічного аналізу).

Тому цільова функція (3.53) враховує інтереси як пасажирів, так і автотранспортного підприємств, що дає право підприємству говорити про свою конкурентоспроможність на ринку транспортних послуг:

$$P \rightarrow \min / PP \leq \omega, \quad (3.53)$$

де P – стомлення пасажирів внаслідок транспортної поїздки (ПАРС), бал.;

PP – період окупності інвестиційного проекту, роки;

ω – економічно обумовлена величина періоду окупності основних активів підприємства в умовах ринкової економіки з урахуванням законодавчої бази, роки.

Виходячи з (3.53) для обслуговування міських маршрутів, пропонується обирати той транспортний засіб, який найменше стомлює пасажирів при задоволенні економічних вимог перевізника до маршруту.

3.4.1 Математична модель вибору автотранспортного засобу для роботи на маршрутах міста

У розгорнутому вигляді цільова функція вибору автотранспортного засобу для роботи на маршрутах міста (3.53) з урахуванням (3.33), (3.34) має такий вигляд:

$$P = -0,21 + 1,045 \left(\begin{array}{l} (2,16 + 0,513 \ln(t_{оч} + 1) + 0,00107 t_{оч}) (1 - 0,14(k' \gamma_{mn} + 0,6) \ln t_{mn}) + \\ + k' \gamma_{mn} (k' \gamma_{mn} + 0,6) \ln t_{mn} \end{array} \right) \rightarrow \min / PP \leq \omega. \quad (3.54)$$

Коливання обсягів перевезень при фіксованій кількості транспортних засобів на маршруті приводять до виникнення ситуацій, коли спостерігається баланс попиту та пропозиції на перевезення: попит переважає пропозицію, або навпаки, пропозиція більша за попит. Потребу в транспортних засобах на автобусних маршрутах визначають для встановлення типу (місткості) й кількості автобусів, при яких забезпечується освоєння пасажиропотоку з дотриманням нормативних вимог до якості транспортної послуги пасажирів. При виборі пасажиромісткості й марки транспортного засобу для роботи на новому маршруті або при оновленні рухомого складу можна користуватися критерієм вибору автотранспортного засобу (3.54). Це завдання

вирішується методом варіаційного обчислення, що полягає у послідовній зміні параметра управління з початкової до кінцевої точки, які визначаються відповідно за мінімальною і максимальною інтенсивністю надходження замовлень на перевезення з використанням моделі вибору автотранспортного засобу для роботи на маршруті. Розрахунки проводяться для марок транспортних засобів різної місткості.

Загальний алгоритм моделювання процесу вибору автотранспортного засобу для роботи на маршрутах міста наведено на рисунку 3.11.

Даний підхід вибору автотранспортного засобу для роботи на маршрутах міста передбачає послідовне вирішення завдань наведених на рисунку 3.11 з використанням розроблених у роботі і наведених у фаховій літературі моделей і методик.

3.4.2 Інвестиційна складова при виборі автотранспортного засобу

3.4.2.1 Показники оцінки інвестиційних проектів

У статті 44 «Визначення умов перевезення та проведення конкурсу» Закону України «Про автомобільний транспорт» [40] зазначено, що організація проведення конкурсу й визначення умов перевезень покладаються на органи виконавчої влади і органи місцевого самоврядування. До обов'язкових умов конкурсу на перевезення пасажирів належать: визначена органами виконавчої влади й органами місцевого самоврядування обґрунтована структура парку автобусів, які працюватимуть на маршруті загального користування, за пасажиромісткістю, класом, технічними й екологічними показниками; державні соціальні нормативи у сфері транспортного обслуговування населення.

У разі відсутності в перевізників-претендентів автобусів, що відповідають умовам конкурсу, вони мають право подавати до конкурсного комітету заяву на участь у конкурсі й документи, що містять характеристику наявних автобусів, які перевізник-претендент пропонує використовувати на даному маршруті, а також інвестиційний проект-зобов'язання щодо оновлення парку автобусів на цьому маршруті на визначений період до п'яти років. Тому потенційні інвестори, банки не готові давати кредит на п'ять або більше років, та й транспортні підприємства зацікавлені в тому, щоб не тільки виплатити кредит, але й отримати прибуток за час дії договору на обслуговування маршруту.

При оцінці економічної ефективності інвестиційних проектів доцільно враховувати вирішення соціальних та інших завдань розвитку народного

господарства [122]. Використання результатів впровадження нововведення для задоволення матеріальних і культурних потреб населення перетворює соціальну ефективність на один з найважливіших чинників підвищення їх економічної ефективності.



Рисунок 3.11 – Схема алгоритму моделювання процесу вибору автотранспортного засобу для роботи на маршрутах міста

Як правило, соціальний ефект впливає на ефект економічний. На автомобільному транспорті це виявляється особливо яскраво при поліпшенні обслуговування пасажирів.

В основі стандартизованих методів оцінки інвестицій лежить методика Організації Об'єднаних Націй з промислового розвитку, розроблена за участю Світового банку, Європейського банку реконструкції і розвитку та інших провідних міжнародних фінансових інститутів [75]. Відповідно до цієї методики для оцінки інвестиційних проектів використовується сукупність фінансових і економічних критеріїв (рис. 3.12).

Особливістю розрахунку критеріїв оцінки інвестиційних проектів є необхідність ухвалення рішень про події, які ще не відбулися і при здійсненні яких в тій або іншій мірі присутній фактор невизначеності. Тому критерії оцінки інвестиційних проектів не мають абсолютного характеру.

Розглянемо показники оцінки ефективності реальних інвестицій:

- чистий приведений дохід;
- індекс рентабельності;
- внутрішня норма рентабельності;
- період окупності.

Показник **чистого приведенного доходу** дозволяє одержати найбільш узагальнену характеристику результату інвестування, тобто його кінцевий ефект в абсолютній сумі [122].

Показник чистого приведенного прибутку є таким, що дає можливість зробити висновок про вигідність проекту, так і порівняльним, що дозволяє робити вибір між декількома інвестиційними проектами. При $NVP > 0$ може бути прийнятий позитивний висновок за проектом. При $NVP \leq 0$ проект повинен бути відхилений. Високе значення чистого приведенного доходу свідчить про велику перспективність відповідного проекту [123].

Розрахунок цього показника здійснюють за формулою [122 – 124]:

$$NPV = PDV - CD, \quad (3.55)$$

де NVP – чистий приведений дохід інвестиційного проекту;

PDV – сума приведенного до поточної вартості обсягу майбутніх надходжень (грошового потоку);

CD – сума приведених до поточної вартості інвестиційних коштів.

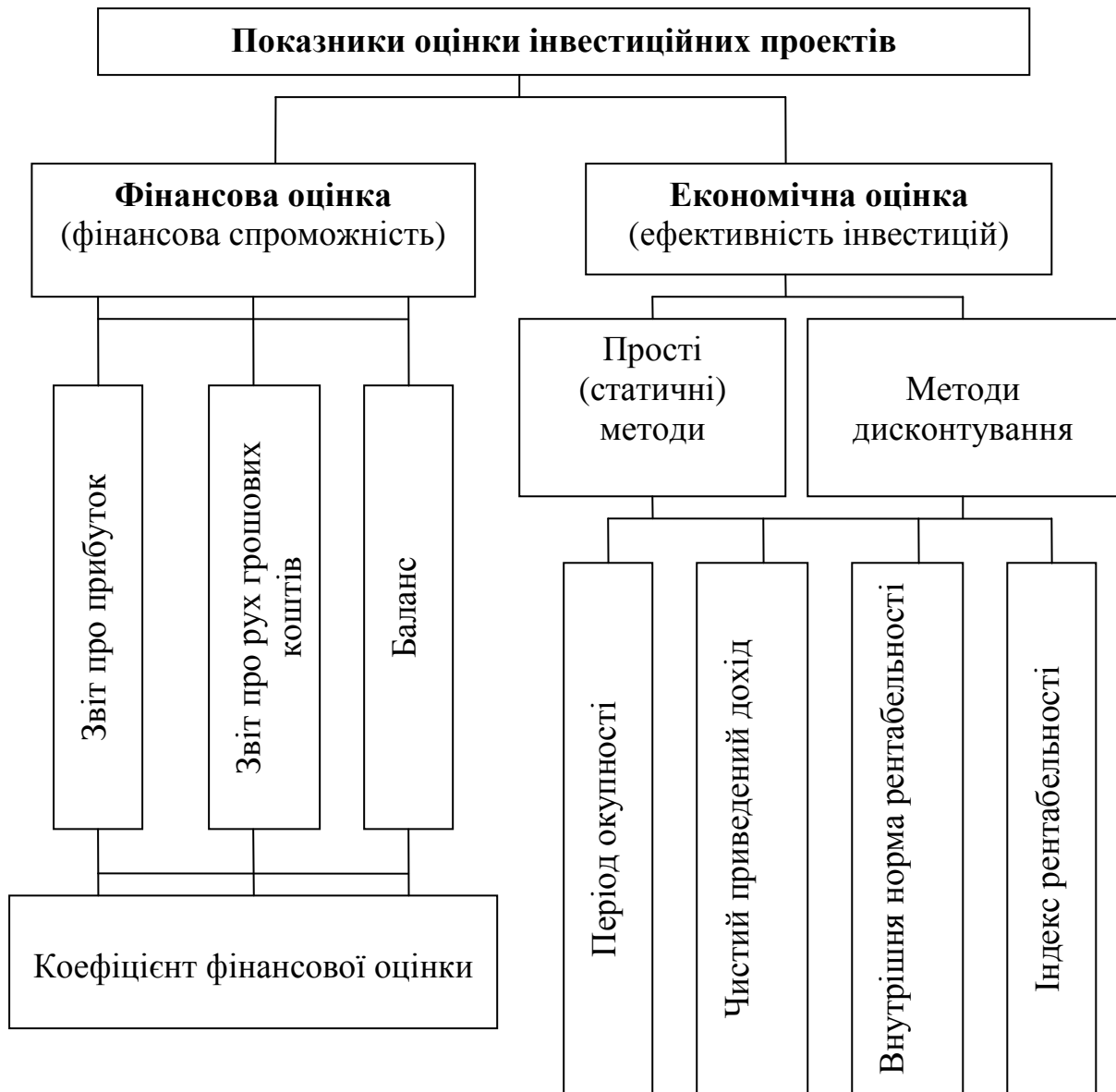


Рисунок 3.12 – Склад показників оцінки інвестиційних проектів

Приведений грошовий потік дорівнює [122 – 124]:

$$PDV = \sum_{t=0}^{n-1} B_t / (1 + d_t)^t, \quad (3.56)$$

де B_t – приведений грошовий потік у період t , грн;

d_t – ставка дисконту.

Аналогічно розраховують розмір приведених інвестиційних коштів [122 – 124]:

$$CD = \sum_{t=0}^{n-1} C_t / (1 + d_t)^t, \quad (3.57)$$

де C_t – приведені інвестиційні кошти в період t .

Використовувана дисконтна ставка при розрахунку цього показника диференціюється з урахуванням рівнів ризику й ліквідності.

Індекс рентабельності в методичному відношенні нагадує оцінку за коефіцієнтом ефективності капітальних вкладень, що використовувався раніше [125]. Майбутній дохід від інвестицій (грошовий потік) приводиться у процесі оцінки до справжньої вартості.

Для порівняння проектів, що мають істотно різноманітні обсяги інвестування, використовують рентабельність [122 – 124]:

$$PI = \frac{PDV}{CD}, \quad (3.58)$$

де PI – індекс рентабельності.

Індекс рентабельності зручно використовувати як показник, що доповнює чистий приведений прибуток і характеризує питому ефективність інвестицій з урахуванням фактора часу.

Внутрішня норма рентабельності (IRR) характеризує рівень прибутковості конкретного інвестиційного проекту, який виражений дисконтною ставкою, за якого майбутня вартість грошового потоку від інвестицій приводиться до справжньої вартості засобів, що інвестуються. Внутрішню норму рентабельності можна охарактеризувати і як дисконтну ставку, при якій чистий приведений дохід у процесі дисконтування буде приведений до нуля [124]. Це обумовлено тим, що внутрішня норма рентабельності являє собою ставку дисконту, при якій приведений грошовий потік дорівнює приведеним інвестиційним коштам [122 – 124]:

$$IRR = d, \text{ при } NPV = 0. \quad (3.59)$$

Тому при розрахунку внутрішньої норми доходності використовують інвестиційні потоки в номінальному вираженні.

Середньозважена ціна капіталу (CC) – цей показник відображає мінімум повернення, що склався в комерційній організації, на вкладений в її діяльність капітал, його рентабельність і розраховується за формулою середньої арифметичної зваженої. Його величину визначають так [122 – 124]:

$$CC = \sum_{j=0}^n C_j \cdot r_j, \quad (3.60)$$

де C_j – ціна j -го джерела засобів, грн;

r_j – питома вага j -го джерела засобів у загальній їх сумі.

Саме з показником CC порівнюється критерій IRR , розрахований для конкретного проекту, при цьому зв'язок між ними такий: якщо $IRR > CC$, то проект слід прийняти; якщо $IRR < CC$, то проект слід відкинути; якщо $IRR = CC$, то проект є ні прибутковим, ні збитковим. Незалежно від того, з чим порівнюється IRR , очевидно одне: проект приймається, якщо його IRR більше за деяку граничну величину; тому, за інших рівних умов, як правило, більше значення IRR вважається переважним [122].

Період окупності є одним з найбільш поширених і зрозумілих показників оцінки ефективності інвестицій. Він базується не на прибутку, а на величині грошового потоку приведенням засобів, що інвестуються, і суми грошового потоку до справжньої вартості [123].

Відбір за критерієм терміну окупності означає, що приймаються проекти з найкоротшим терміном окупності або проекти, які укладаються в максимально допустимий термін окупності. Алгоритм розрахунку терміну окупності PP залежить від рівномірності розподілу прогнозованих доходів від інвестицій. Якщо доход розподілений за роками рівномірно, то термін окупності визначається за формулою [122 – 124]:

$$PP = \frac{CD}{PDV}. \quad (3.61)$$

Якщо надходження готівки нерівномірне, то термін окупності розраховують прямим підрахунком числа років, протягом яких інвестиція буде погашена коммулятивним доходом [122].

При аналізі інвестиційних якостей проектів увагу потрібно приділяти засобу розрахунку доходної частини проекту і вихідним даним, на основі яких вона визначена. Важливим є ступінь надійності вихідних даних, гіпотези, на

яких будується розрахунок, і кошти прогнозування майбутньої ринкової ситуації. Період окупності може виявитися важливим для потенційного інвестора як критеріальний показник, якщо є плани використання наявних коштів в інших інвестиційних проектах у недалекому майбутньому.

При порівнянні декількох проектів менший період окупності свідчить про перевагу даного проекту.

Обсяг доходу на маршруті визначається за формулою [122 – 124]:

$$D_t = Q_t \cdot T, \quad (3.62)$$

де Q_t – обсяг перевезень за період, пас.;

T – величина тарифу на маршруті, грн.

Для розрахунку оцінних показників інвестиційного проекту спочатку необхідно визначити дві його характеристики – грошовий потік (B_t) і обсяг інвестиційних коштів (C_t). Розрахунок цих показників для періоду t виконується на підставі значення інвестиційного потоку за залежністю (3.63) [122 – 124].

$$\begin{cases} \text{При } \Pi_t > 0; B_t = \Pi_t; C_t = 0; \\ \text{При } \Pi_t < 0; B_t = 0; C_t = -\Pi_t; \\ \text{При } \Pi_t = 0; B_t = 0; C_t = 0, \end{cases} \quad (3.63)$$

де Π_t – інвестиційний потік у період t .

$$\Pi_t = D_t - Z_t, \quad (3.64)$$

де D_t – доход за період, грн;

Z_t – витрати за період, грн.

Методику розрахунку суми нормативних витрат перевізника за період у схематичному вигляді надано на рисунку 3.13.

Значення інвестиційного потоку останнього року необхідно збільшити на балансову вартість автобусів на момент закінчення розрахункового терміну експлуатації проекту B_a . Цей розмір знаходять як значення балансової вартості автобусів на початок останнього року з врахуванням амортизаційних відрахувань у той же рік.

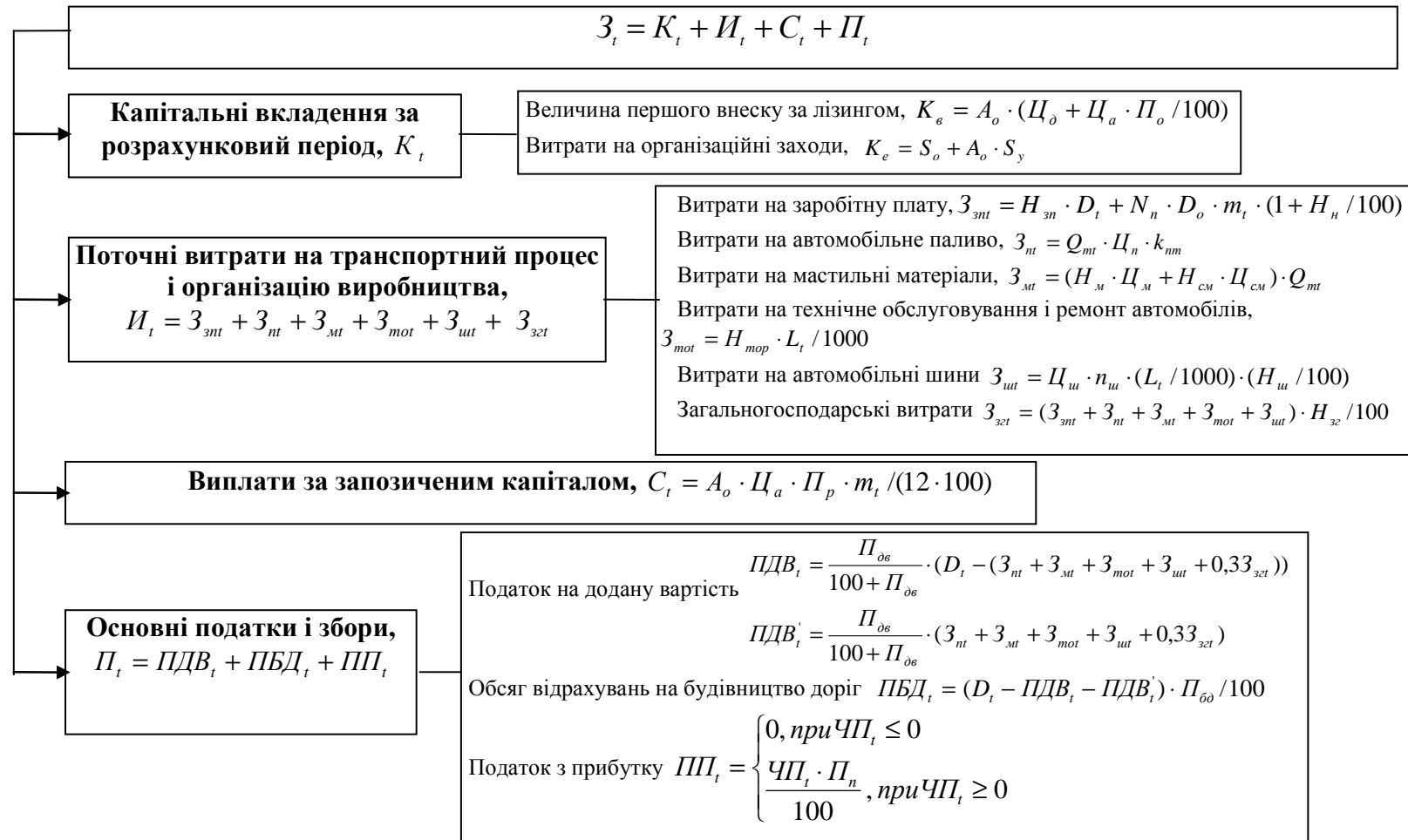


Рисунок 3.13 – Розрахунок річної суми нормативних витрат перевізника

де A_o – облікова кількість автомобілів, од.;

C_o – обсяг витрат, пов'язаних із придбанням і доставкою одного автомобіля, грн;

C_a – вартість транспортного засобу, грн;

P_o – розмір початкового внеску по лізингу, %;

S_o – витрати на організацію й оформлення підприємства, грн;

S_y – витрати, пов'язані з постановкою на облік й оформленням документів на автомобілі, грн;

H_{zn} – норматив заробітної плати водія з нарахуваннями;

D_t – доходи від перевезень на маршруті, грн;

N_n – чисельність управлінського персоналу, од.;

D_o – середній посадовий оклад робітника управлінського персоналу, грн;

t_t – кількість місяців у розрахунковому періоді;

H_n – норматив нарахувань на заробітну плату, %;

Q_{mt} – загальний обсяг витрат палива за період, л.;

C_n – ціна 1 л палива, грн;

k_{mt} – коефіцієнт урахування витрат на придбання і доставку палива;

H_m – витрата мастил на 100 л палива, кг/100л;

C_m – ціна 1 кг мастила, грн;

H_{cm} – витрата мастил на 100 л палива, л/100л;

C_{cm} – ціна 1 л рідких мастил, грн;

H_{top} – норматив витрат на ТО і ремонт автомобілів на пробіг, грн/1000 км;

L_t – загальний пробіг за період t , км;

$C_{ш}$ – ціна комплекту шин, грн;

$n_{ш}$ – кількість комплектів шин на автомобілі без урахування запасного, од.;

$H_{ш}$ – норма відрахувань на відновлення шин, %/1000 км;

$H_{зг}$ – норматив загальногосподарських витрат, %;

P_p – процентні виплати по лізингу, %;

$P_{об}$ – ставка податку з додаткової вартості, %;

$P_{бд}$ – ставка податку на будівництво й утримання доріг, %;

$ЧП_t$ – чистий прибуток по проекту для періоду t ;

P_n – ставка податку з прибутку, %.

Розраховують сумарний розмір приведеного інвестиційного потоку [122 – 124]:

$$ИП' = \sum_{t=0}^{T_{pn}-1} ИП'_t, \quad (3.65)$$

де $ИП'_t$ – приведений інвестиційний потік в період t .

$$ИП'_t = \frac{ИП_t}{(1 + d_t)^t}, \quad (3.66)$$

де d_t – ставка дисконту в період t , у десятковому численні.

У даний час процес визначення ставки дисконту формалізований не повною мірою. Це пояснюється різноманітним ставленням суб'єктів інвестиційної діяльності до окремих аспектів інвестиційного проекту. Загальний характер ставки дисконту потребує одночасного урахування в ній різних сторін аналізованого проекту, наприклад терміну реалізації проекту, ступеня ризику інвестиції, рівня ліквідності інвестицій на різноманітних стадіях розвитку проекту, інвестиційної привабливості галузі й регіону, де реалізується проект, складу інвестиційного капіталу, відповідності напрямку інвестиційного проекту поточної діяльній інвестора та ін.

Природно, що ставлення потенційних інвесторів до тих самим показників призведе до різноманітних ставок дисконту. Але в будь-якому випадку потрібне базове значення ставки дисконту, щодо якого і буде вирішуватися питання про її конкретний розмір для аналізованого проекту.

У роботі [124] пропонується метод визначення ставки дисконту на основі "середньої бар'єрної ставки". У цьому разі за базове значення ставки дисконту приймається зважена середня вартість капіталу S_k інвестиційного проекту:

$$S_k = \Delta d (1 - \Pi_n / 100) S_d + \Delta a S_a, \quad (3.67)$$

де S_d , S_a – відповідно до вартості боргу (кредиту) і акціонерного капіталу, %;

Δd , Δa – відповідно до частки боргу й акціонерного капіталу в структурі капіталу.

Вартість боргу й акціонерного капіталу являють собою відповідні процентні ставки. У першому випадку – це відсоток щорічних виплат по

кредиту, в другому – обсяг щорічних дивідендів акціонерам щодо вартості акцій.

Відповідно до варіанта фінансування для даного методу частка акціонерного капіталу приймається рівною нулю [122 – 124]:

$$\Delta a = 0. \quad (3.68)$$

Частка боргу в структурі капіталу визначається з умов лізингової угоди. Оскільки вважається, що власних коштів достатньо для оплати початкового внеску, а загальний обсяг капіталу дорівнює вартості автобусів і початкового внеску, то частка боргу визначиться за залежністю (3.68):

$$\Delta d = \frac{A_o (C_d + C_a)}{K_{I_0} + K_{I_{e-1}} + A_o (C_d + C_a)}. \quad (3.69)$$

Вартість боргу в цьому разі приймається рівною процентним виплатам за лізингом [122 – 124]

$$S_d = P_p. \quad (3.70)$$

Після визначення розміру S_k за допомогою таблиці 3.4 підбирають значення ставки дисконту для конкретного проекту. При виборі ставки дисконту слід враховувати, що низьке її значення означає підвищення можливості прийняття позитивного рішення за проектом.

Таблиця 3.4 – Співвідношення ставки дисконту і середньої вартості капіталу для різноманітних інвестиційних проектів [123 – 127]

Категорії інвестицій	Рівень ризику для інвестора	Ставка дисконту, що використовується
Розширення чинного виробництва	Середній	$d = S_k$
Виробництво нових товарів або послуг	Вище за середній	$d > S_k$

Період окупності має два недоліки:

- 1) не розглядає доходи від інвестицій за межами періоду окупності;
- 2) не враховує різницю в часі отримання доходів у межах періоду окупності.

Ці недоліки не дозволяють використовувати критерій періоду окупності як найбільш загальний метод ранжирування інвестицій. Цей критерій корисний як загальний критерій ризику. Тому для отримання зваженої оцінки економічної ефективності інвестиційного проекту слід виходити не тільки з отриманого періоду окупності, але й з аналізу інших оціночних показників.

Слід зазначити, що будь-який з описаних критеріїв оцінки інвестиційного проекту може бути використаний в запропонованій цільовій функції (3.53), залежно від того, яку характеристику інвестиційних результатів необхідно отримати.

3.4.2.2 Лізинг як вид інвестиційної діяльності

Існують два види лізингу: оперативний і фінансовий.

Характерними рисами оперативного лізингу є:

- метою лізингоодержувача є користування об'єктом лізингу для задоволення певної потреби протягом короткого періоду часу;
- економічне право власності на майно з усіма відповідними правами й обов'язками належить лізингодавцю;
- тривалість оперативного лізингу набагато коротша за строк служби об'єкта;
- лізингоодержувач не має на меті викупити об'єкт лізингу, тому відповідно визначаються лізингові платежі;
- теперішня вартість усіх лізингових платежів значно менша за повну вартість лізингового майна [126].

Характерними рисами фінансового лізингу є:

- метою лізингоодержувача є або придбання об'єкта лізингу, або користування ним протягом майже всього його строку служби;
- усі права й обов'язки, що впливають з права економічної власності на об'єкт лізингу, несе лізингоодержувач. Під правом економічної власності розуміється те, що сторона несе усі винагороди та ризики, пов'язані з володінням та користуванням майном. До цих ризиків також відноситься ризик випадкового пошкодження або знищення майна;
- лізингоодержувач має намір сплатити повну або майже повну вартість майна протягом строку лізингу. Право власності може перейти до лізингоодержувача й до закінчення строку лізингу, але не раніше, ніж вартість об'єкта буде виплачена повністю;
- лізингоодержувач сам обирає виробника/постачальника об'єкта лізингу, а потім звертається до лізингодавця за коштами;

- лізингоодержувач має право, (а згідно з Законом України "Про лізинг" - зобов'язаний), отримати об'єкт лізингу у власність [127].

Традиційні переваги лізингу перед банківським фінансуванням [127]:

1. Більш прості схеми забезпечення виплат.
2. Доступність.
3. Зручність і менші витрати на виконання угоди.
4. Менше власних коштів сплачується наперед.
5. Гнучкість.
6. Податкові пільги.

Необхідність в лізингу в Україні збільшується і через те, що банківське фінансування в Україні існує тільки у вигляді високопроцентних й короткотермінових (лише на кілька місяців) позик.

Крім того, банківська система в цілому не забезпечує справедливих однакових можливостей щодо доступу до кредитних ресурсів і досі не напрацювала нових ринкових інструментів, щоб замінити сьогодні не діючу стару систем державних дотацій. Українська економіка потерпає від нестачі середньо- і довгострокового фінансування для виробничого сектора. У результаті маємо значний незадовільнений попит на фінансування заміни старої техніки та обладнання, які вичерпали свій ресурс. Найбільш потенційний попит на лізинг в Україні сконцентрований у транспортному секторі [123].

Виходячи з вищесказаного, реалізація інвестиційного проекту вибору пасажиромісткості транспортного засобу в рамках оновлення парку рухомого складу або участі в конкурсі на відкриття нового маршруту пропонується розглядати через фінансовий лізинг.

3.4.3 Номограми визначення зміни показників роботи маршруту від параметрів автотранспортного засобу

Технологія міських автобусних перевезень включає сукупність методів використання ресурсів і провізних можливостей міського автобусного транспорту, які застосовуються для раціональної організації руху транспортних засобів на маршрутах. Завданнями технологічної організації перевезень є виявлення і використання технічних, експлуатаційних, економічних, організаційних та інших закономірностей перевезень пасажирів автобусами в містах з метою повного і своєчасного задоволення потреб у перевезеннях при дотриманні діючих законодавчих норм, що стосуються якості транспортного обслуговування пасажирів.

Більшість розглянутих у спеціальній науково-технічній літературі методів вирішення завдань технологічної організації міських автобусних перевезень розроблені до перебудови економічних відносин у системі міського пасажирського транспорту. На сьогоднішній день одним з актуальних завдань технологічної організації міських автобусних перевезень є задоволення вимог всіх учасників транспортного процесу.

Слід зазначити, що завдання вибору марки транспортного засобу для роботи на маршрутах міста має два аспекти. По-перше, приводить до підвищення продуктивності праці пасажирів через зниження транспортної стомлюваності. По-друге, задовольняє вимогам перевізника і органів місцевого самоврядування до економічних і соціальних показників роботи маршруту.

Для побудови номограми визначення зміни показників роботи маршруту від параметрів автотранспортного засобу в якості вихідних даних виступають такі фактори:

- 1) довжина маршруту;
- 2) годинний пасажиропотік;
- 3) експлуатаційна швидкість руху транспортних засобів на маршруті;
- 4) швидкість сполучення транспортних засобів на маршруті;
- 5) коефіцієнт змінюваності пасажирів на маршруті;

б) транспортні засоби марок ГАЗ 322132, ПАЗ 32054, Богдан А144, ЛАЗ А-183.

На першому етапі визначають коефіцієнти використання вільної площі салону для транспортних засобів особливо малої (ГАЗ 322132), малої (ПАЗ 32054), середньої (Богдан А144) і великої (ЛАЗ А-183) місткостей.

Знаючи габаритні розміри й технічні характеристики наведених ТЗ, виходячи з (3.17) визначили коефіцієнти використання вільної площі салону при наповненні салону 3 чол./м²: $\gamma_{ен}^{100} \approx 0,7$; $\gamma_{ен}^{80} \approx 0,61$; $\gamma_{ен}^{42} \approx 0,6$; $\gamma_{ен}^{13} = 1$.

Далі виконують розрахунок зміни кількості транспортних засобів при варіюванні годинним пасажиропотоком і довжиною маршруту. Годинний пасажиропотік варіювався в межах $200 \text{ пас./год} \leq F_i \leq 1200 \text{ пас./год}$, розглядалися маршрути довжини: $L_m = 5, 10, 15 \text{ км}$.

Потрібну кількість автобусів для роботи на маршруті можна визначити через інтервал руху автобусів:

$$A = \frac{t_{об}}{I}, \quad (3.71)$$

де $t_{об}$ – час оборотного рейсу, год.;

I – інтервал руху транспортних засобів на маршруті, год.

Підставили у формулу (3.71) значення I :

$$I = \frac{q_n \cdot \gamma_{\text{вн}}}{F_{\text{max}}}, \quad (3.72)$$

де q_n – номінальна місткість транспортного засобу, пас.;

$\gamma_{\text{вн}}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості;

F_{max} – максимальний пасажиропотік на маршруті, пас./год.

$$F_{\text{max}} = \max(\forall F_k), \quad (3.73)$$

де F_k – пасажиропотік на k -й ділянці маршруту, пас./год;

k – номер ділянки маршруту за зворотнім рейсом, тобто за прямим і зворотнім напрямом

отримаємо

$$A = \frac{2L_m}{V_e \cdot I}. \quad (3.74)$$

На третьому етапі за залежностями (3.33), (3.34) розраховують транспортну стомлюваність пасажира при варіюванні величини пасажиропотоку і довжини маршруту. Але на початку для марок транспортних засобів, що розглядаються, за залежностями (3.39, 3.40) визначили коефіцієнти заповнення салону з урахуванням коефіцієнта пропорційності (за умови, що $\gamma_{\text{вн}} = \gamma_{\text{мн}}$), які складають: для ЛАЗ А-183: $k\gamma_{\text{мн}} = 0,6$; для Богдан А144: $k\gamma_{\text{мн}} = 0,46$; для ПАЗ 32054: $k\gamma_{\text{мн}} = 0,5$; для ГАЗ 322132 $k\gamma_{\text{мн}} \approx 0,3$.

На четвертому етапі розраховують період окупності транспортних засобів, виходячи з їх вартості, необхідної кількості та інших показників, що були описані вище. Для зазначених ТЗ вартість складає: для ЛАЗ А-183: $C_a = 295524$ грн; для Богдан А144: $C_a = 210000$ грн; для ПАЗ 32054: $C_a = 146833,3$ грн; для ГАЗ 322132: $C_a = 49400$ грн.

Для розрахунку періоду окупності необхідно розрахувати тариф на перевезення.

Розрахунок тарифів можна проводити відповідно до методики розрахунку економічно обумовленого тарифу:

$$T_p = \frac{\sum Z_i \cdot K_p \cdot K_{\text{НДС}} \cdot l_{\text{cp}}}{Lq_n \cdot \gamma_{\text{en}}}, \quad (3.75)$$

де Z_i – загальна річна сума нормативних витрат перевізника (рис. 3.13), грн./рік;

$K_{\text{НДС}}$ – коефіцієнт, який враховує виплату податку на додану вартість;

K_p – коефіцієнт розрахункової рентабельності;

L – річний пробіг автобусів на маршруті, км;

l_{cp} – середня дальність поїздки пасажирів, км;

γ_{en} – коефіцієнт використання пасажиромісткості транспортного засобу.

За отриманими результатами розрахунків побудовані номограма визначення величини стомлюваності пасажирів для транспортних засобів різної місткості (рис. 3.14) і номограма визначення періоду окупності цих транспортних засобів (рис. 3.15), які сприяють спрощенню вирішення завдання вибору автотранспортного засобу на маршрутах міста.

Номографією називається область розрахункової математики, яка займається теорією і практикою креслень особливого роду – номограм, що призначені для вирішення рівнянь і систем рівнянь. Кожна формула, для якої будується номограма, виражає закон пливу якого-небудь процесу, тому номограма є графічним зображенням цього закону [128, 129].

Для користування номограмою (наприклад, при визначенні транспортного стомлення пасажирів) (рис. 3.16) необхідно:

1. Знайти вихідне значення пасажиропотоку на маршруті.
2. З точки вихідного обсягу пасажиропотоку підійняти перпендикуляр до перетину з лінією, що відповідає значенню місткості автобуса.
3. Провести пряму лінію, паралельну осі абсцис, до пересічення з кривою, що відповідає значенню довжини маршруту.
4. Проекція отриманої точки на вісь абсцис вкаже кількість транспортних засобів, яка відповідає пасажиропотоку на маршруті.
5. Опустити пряму лінію, паралельну осі ординат, до перетину з кривою, що відповідає значенню обраної місткості автобуса.
6. Проекція отриманої точки на вісь ординат вкаже значення транспортного стомлення пасажирів.

Для визначення періоду окупності транспортних засобів спосіб користування номограмою аналогічний.

Наведемо приклад вибору автотранспортних засобів, використовуючи запропоновані номограми. Якщо необхідно обрати марку транспортного засобу для роботи на маршруті довжиною 5км з максимальним пасажиропотоком в одному напрямку в піковий період 400 пас./год, то в даному випадку припустимо, що перевізник розглядає дві марки транспортного засобу ПАЗ 32054 і ГАЗ 322132. Відповідно до алгоритму моделювання процесу вибору марки автотранспортного засобу для роботи на маршрутах міста (рис. 3.11) після визначення характеристик пасажиропотоку і вибору альтернативних марок транспортних засобів визначимо, чи задовольняє період окупності даних марок вимогам перевізника і органів законодавчої влади (місцевого самоврядування).

Користуючись номограмою визначення періоду окупності (рис. 3.17), встановлюємо, що при вказаних умовах для марки ПАЗ 32054 інтервал руху складає 3,8 хв., кількість транспортних засобів – 8 од., а при тарифі 1 грн, період окупності становить 4,3 роки.

У таблиці 3.5 наведені оціночні характеристики інвестиційного проекту марки ПАЗ 32054.

Таблиця 3.5

Оціночні показники інвестиційного проекту для транспортних засобів марки ПАЗ 32054	
Індекс рентабельності	2,5
Період окупності, рік	4,3
Внутрішня норма рентабельності, %	25,0

На рисунку 3.18 графічно зображений процес окупності транспортних засобів марки ПАЗ 32054.

У таблиці 3.6 наведені оціночні характеристики інвестиційного проекту купівлі транспортних засобів марки ГАЗ 322132. На рисунку 3.19 графічно зображений процес реалізації інвестиційного проекту для транспортних засобів марки ГАЗ 322132 за роками.

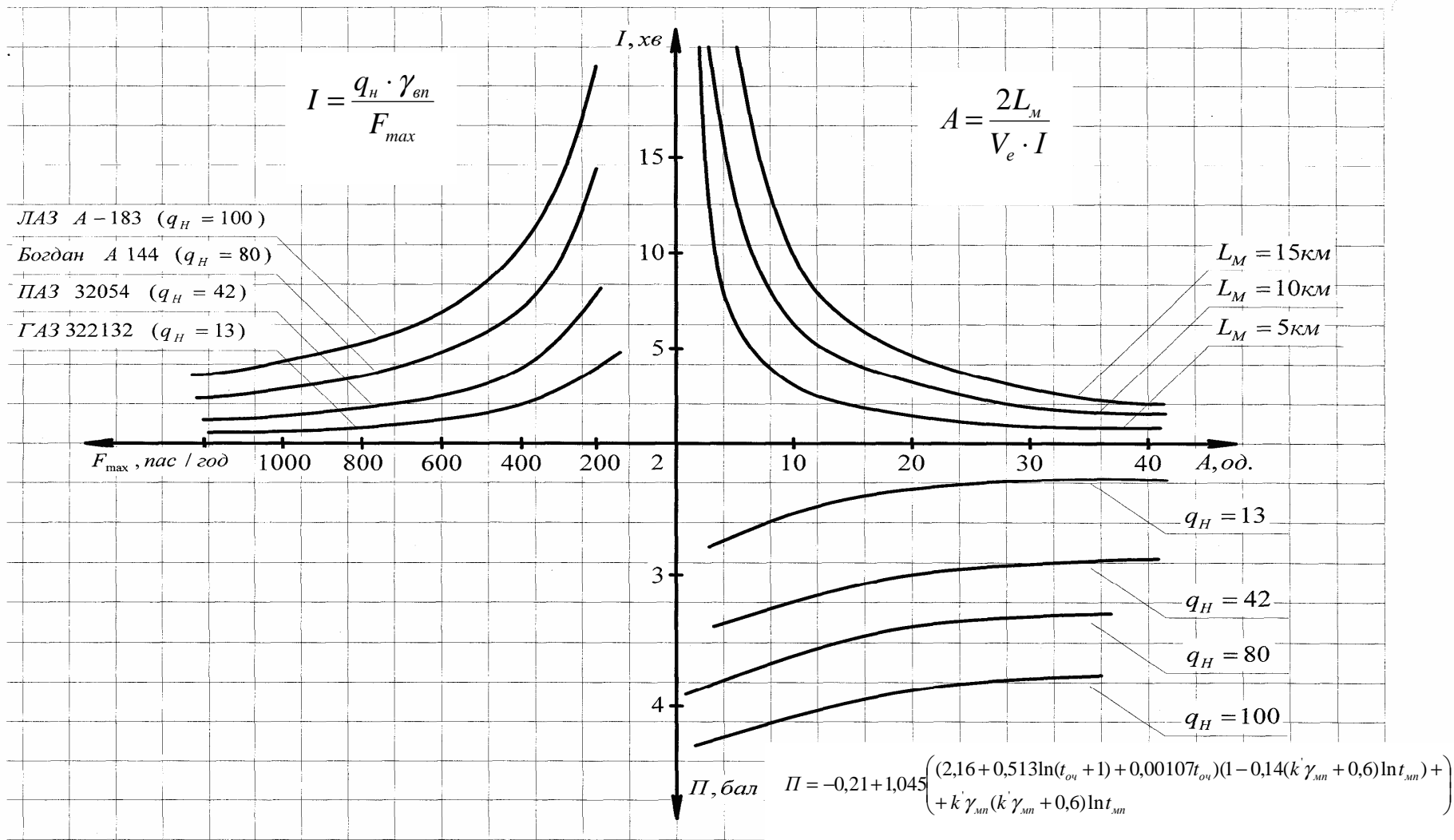


Рисунок 3.14 – Номограма визначення транспортної стомлюваності пасажирів

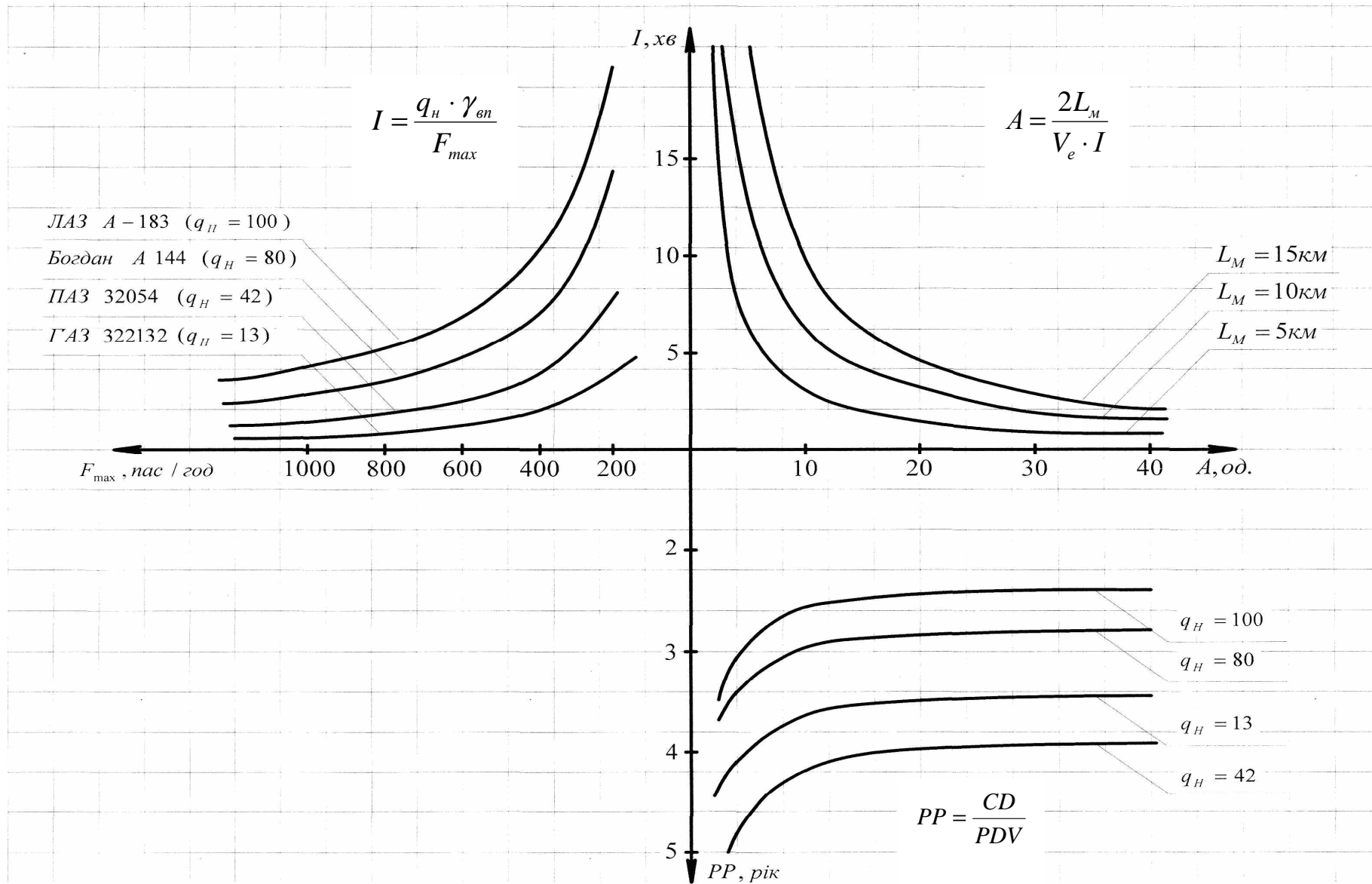


Рисунок 3.15 – Номограма визначення періоду окупності транспортних засобів

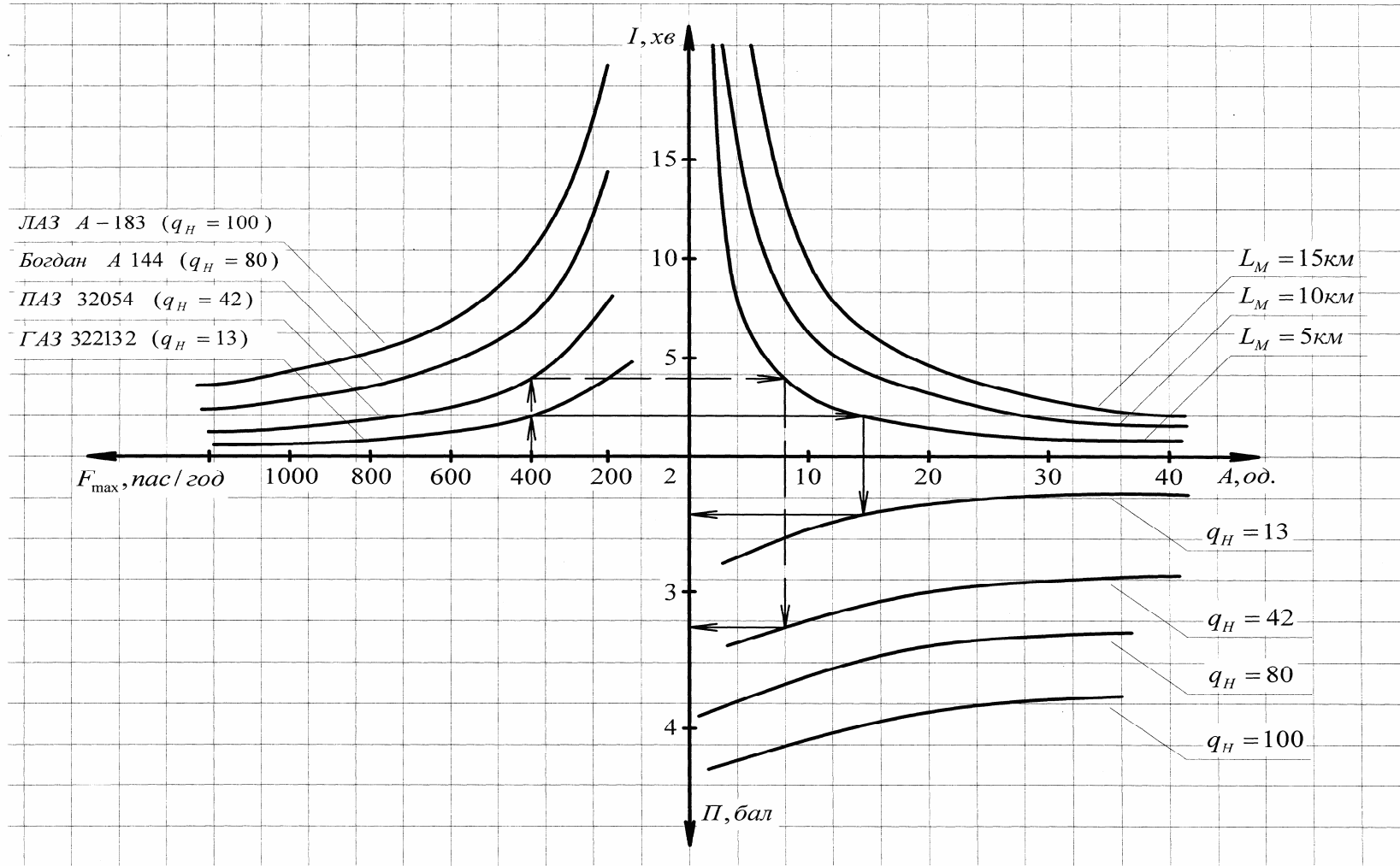


Рисунок 3.16 – Номограма визначення транспортної стомлюваності пасажера при $F_{\text{max}} = 400 \text{ пас./год}$, $L_M = 5 \text{ км}$

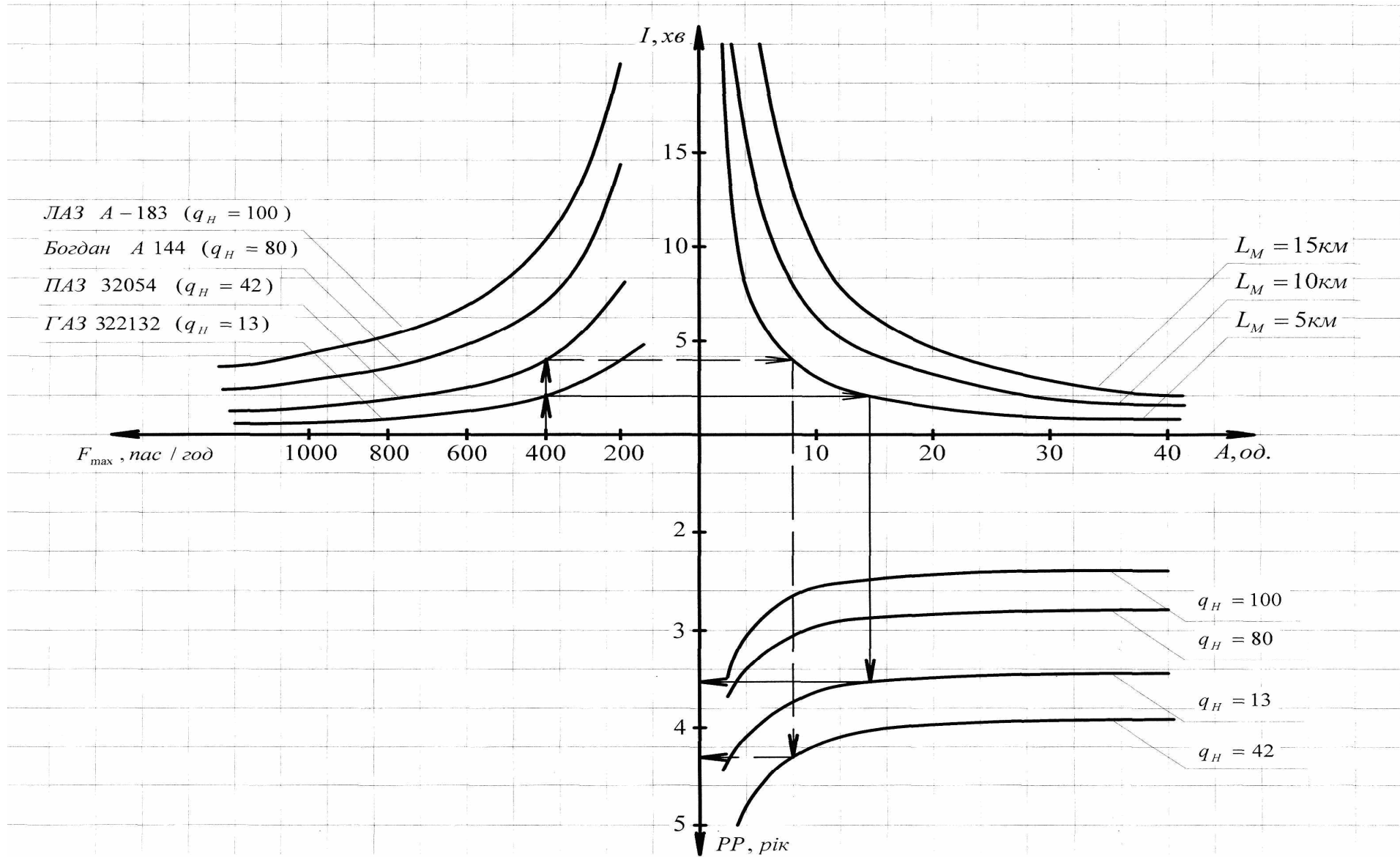


Рисунок 3.17 – Номограма визначення періоду окупності транспортного засобу при $F_{\max} = 400 \text{ нас./год}$, $L_M = 5 \text{ км}$

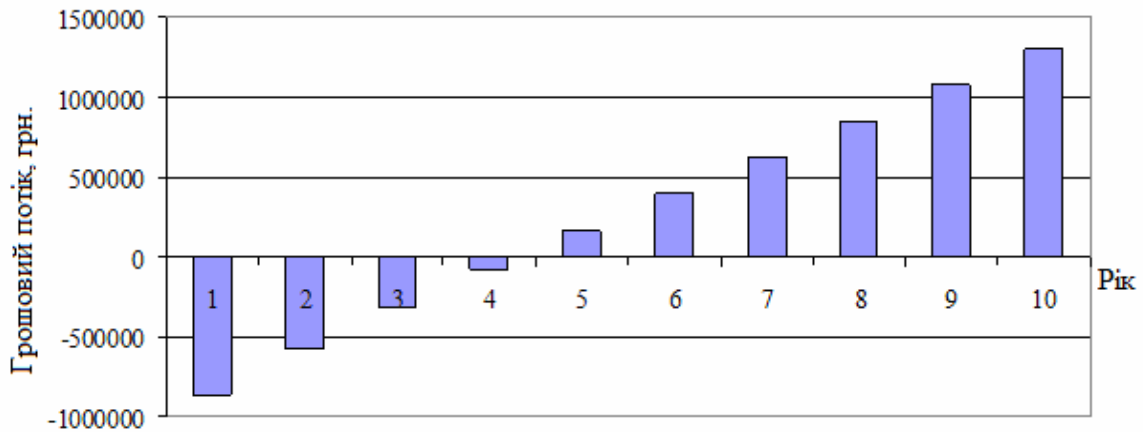


Рисунок 3.18 – Грошові потоки при реалізації інвестиційного проекту купівлі транспортних засобів марки ПАЗ 32054

Таблиця 3.6

Оціночні показники інвестиційного проекту для транспортних засобів для марки ГАЗ 322132	
Індекс рентабельності	3,3
Період окупності, рік	3,5
Внутрішня норма рентабельності, %	35,1

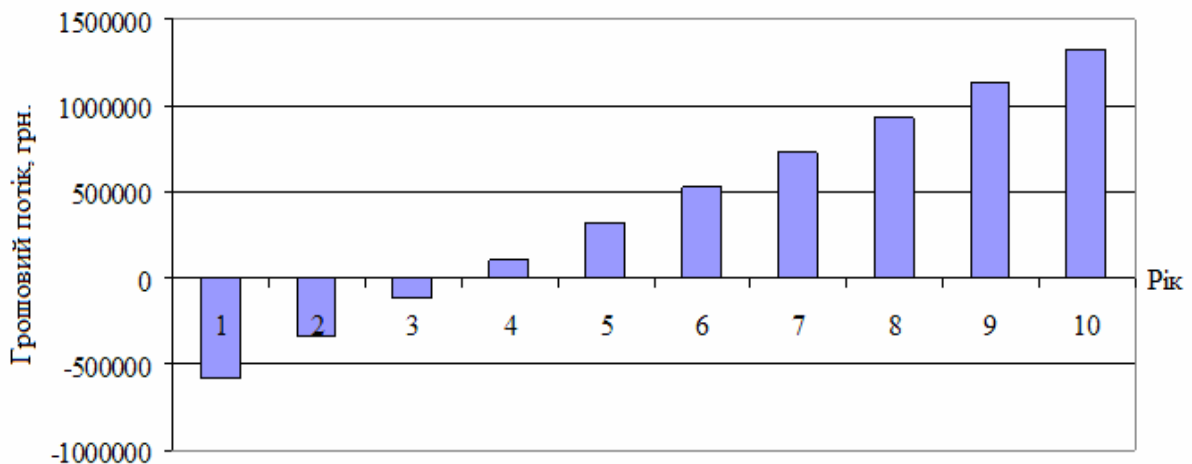


Рисунок 3.19 – Грошові потоки при реалізації інвестиційного проекту купівлі транспортних засобів для марки ГАЗ 322132

Для марки ГАЗ 322-132 інтервал руху складає 1,95 хв., кількість транспортних засобів – 16 од., при тарифі 1 грн (рис. 3.19) період окупності становить 3,5 роки.

Відповідно до алгоритму (рис. 3.11) в подальшому розгляді залишаються обидві марки транспортних засобів. Оцінимо для них транспортну

стомлюваність пасажирів за номограмою, що представлена на рисунку 3.16. Для ПАЗ 32054 транспортна стомлюваність становить 3,2 бали, що відповідає потенційному зниженню доходу пасажирів на основному виробництві, внаслідок транспортного процесу на 0,65 грн за середньозважену поїздку, для ГАЗ 322132 транспортна стомлюваність становить 2,4 бали, що відповідає потенційному зниженню доходу пасажирів на 0,59 грн за середньозважену поїздку.

Відповідно до алгоритму (рис. 3.11) перевізнику для роботи на маршруті пропонується обрати транспортний засіб пасажиромісткістю 13 чол. марки ГАЗ 322-132, що найменше стомлює пасажирів і відповідає вимогам перевізника.

Отримані результати розрахунків (рис. 3.14) багато в чому співпадають з відомими рекомендаціями щодо вибору автотранспортного засобу, базуючись на обсязі перевезень пасажирів, інтервалі руху і часі роботи на маршруті [20, 51-54, 60, 72]. Це свідчить про те, що обираючи марку транспортного засобу за рекомендаціями відомих дослідників досягаються цілі, які не тільки передбачаються ними, але й одночасно мінімізують стомлення пасажирів під час пересування.

При користуванні наведеними номограмами слід пам'ятати, що транспортні засоби за типом і місткістю повинні максимально відповідати потужності й характеру пасажиропотоку, а також умовам перевезення пасажирів.

Автобуси великої місткості не доцільно використовувати на маршрутах з невеликим пасажиропотоком і протягом усього дня на маршрутах з високою нерівномірністю пасажиропотоку, це може призвести або до високих інтервалів руху (в містах не рекомендовано встановлювати інтервали руху більше 20 хв.), або до значного підвищення собівартості перевезень і, як наслідок, до зростання тарифів.

Слід зазначити, що результати розрахунків, представлені на номограмі визначення періоду окупності ТЗ (рис. 3.15) отримані безпосередньо для представлених марок автобусів з конкретно визначеними вартостями та для встановлених тарифів (табл. 3.8). Для іншої марки ТЗ з іншою вартістю, тарифом на маршруті і та ін. величину періоду окупності необхідно розраховувати заново.

Після вибору ТЗ для роботи на маршруті МПТ, що задовольняє вимогам як перевізника так і пасажирів, постає таке завдання – визначення режимів роботи водіїв та формування розкладу руху на маршруті.

3.5 Визначення режимів роботи водіїв та формування розкладу руху транспортних засобів на маршрутах міста

Визначення режимів роботи водіїв та обчислення кількості випуску ТЗ, що працюють в одно-, двох- та прерваному режимах, розподілу часу початку та кінця роботи ТЗ є сутністю графоаналітичного розрахунку маршруту. Отримані дані графоаналітичного розрахунку дозволять скласти розклад руху ТЗ на маршруті.

3.5.1 Визначення потрібної кількості транспортних засобів для роботи на маршруті за годинами доби

Потрібна кількість ТЗ на кожен годину доби визначається виходячи з величини пасажиропотоку у годину «пік» та добової нерівномірності пасажиропотоку, враховуючи нормативну місткість ТЗ, що використовується на даному маршруті.

Розглянемо приклад визначення режимів роботи водіїв та формування розкладу руху транспортних засобів для абстрактного маршруту. Дані про величину пасажиропотоку на перегонах маршруту для години «пік» приведені у таблиці 3.7, основні параметри перевізного процесу на маршруті в таблиці 3.8.

Таблиця 3.7 – Величина пасажиропотоку на перегонах маршруту

Напрямок руху	Перегони маршруту	Величина пасажиропотоку у годину «пік»
прямий	37-36	132
	36-35	130
	35-34	154
	34-33	406
	33-18	486
зворотній	18-33	132
	33-34	176
	34-35	231
	35-36	205
	36-37	103

Таблиця 3.8 – Основні параметри перевізного процесу на маршруті

№ п/п	Параметри	Значення
1	Обсяг перевезень на маршруті, пас.	1137
2	Довжина маршруту, км	10,3
3	Час обороту, хв.	62
4	Марка автобуса	ПАЗ-672
5	Кількість автобусів у годину «пік», од.	11
6	Інтервал руху, хв.	5,6
7	Максимальний пасажиропотік, пас.	486
8	Коефіцієнт заповнення салону статичний: - у прямому напрямку: - у зворотному напрямку:	0,54 0,35

Нерівномірності пасажиропотоків за годинами доби визначають з урахуванням коефіцієнтів годинної нерівномірності (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Значення коефіцієнтів годинної нерівномірності пасажиропотоків за годинами доби [1]

№ п/п	Години роботи	Коефіцієнт нерівномірності	№ п/п	Години роботи	Коефіцієнт нерівномірності
1	5-6	0,3	10	14-15	0,6
2	6-7	0,8	11	15-16	0,6
3	7-8	1	12	16-17	0,8
4	8-9	0,8	13	17-18	0,9
5	9-10	0,5	14	18-19	0,6
6	10-11	0,3	15	19-20	0,5
7	11-12	0,2	16	20-21	0,3
8	12-13	0,3	17	21-22	0,2
9	13-14	0,5	18	22-23	0,1

Визначаємо значення пасажиропотоку на максимально завантаженому перегоні маршруту протягом кожної години доби функціонування маршруту за формулою:

$$F_{i-(i+1)} = F_{пик} \cdot K_{н(i-(i+1))}, \quad (3.76)$$

де $F_{i-(i+1)}$ – пасажиропотік у відповідний період часу;

$F_{нік}$ – пасажиропотік у піковий період (максимальний пасажиропотік на маршруті);

$K_{n(i-(i+1))}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності.

Для періоду часу з 5:00 до 6:00 величина пасажиропотоку на максимально завантаженому перегоні складає:

$$F_{5-6} = 486 \cdot 0,3 = 146 \text{ пас.}$$

Аналогічно визначаємо величину пасажиропотоку на максимально завантаженому перегоні маршруту для інших періодів часу і результати зводимо у таблиці 3.10 та будуємо діаграму зміни пасажиропотоку за годинами доби (рис. 3.20).

Таблиця 3.10 – Результати розрахунку пасажиропотоку за годинами доби по маршруту

Години роботи	Коефіцієнт нерівномірності	Пасажиропотік (пас./год)
5-6	0,3	146
6-7	0,8	389
7-8	1	486
8-9	0,8	389
9-10	0,5	243
10-11	0,3	146
11-12	0,2	97
12-13	0,3	146
13-14	0,5	243
14-15	0,6	292
15-16	0,6	292
16-17	0,8	389
17-18	0,9	437
18-19	0,6	292
19-20	0,5	243
20-21	0,3	146
21-22	0,2	97
22-23	0,1	49

Припустимо, що для роботи на маршруті обрано транспортний засіб марки МАЗ 256 ($q_n = 45$).

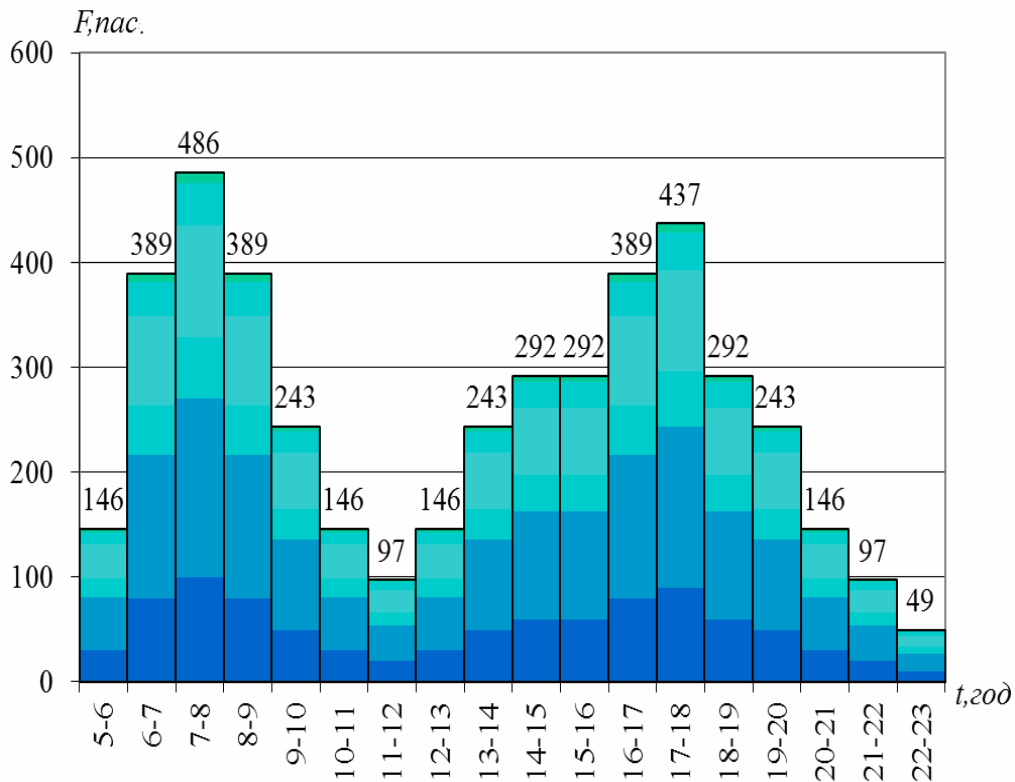


Рисунок 3.20 – Зміна пасажиропотоку на маршруті за годинами доби

Кількість автобусів на маршруті в кожну годину його функціонування ($A_{i-(i+j)}$, од.) визначається виходячи із величини пасажиропотоку (табл. 3.10):

$$A_{i-(i+j)} = \frac{F_{i-(i+j)} \cdot t_{об}}{q_n \cdot \gamma_c}, \quad (3.77)$$

де γ_c – статичний коефіцієнт використання місткості, $\gamma_c=1$.

Дані про результати розрахунку пасажиропотоку і потрібної кількості автобусів за годинами доби для маршруті приведені в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Результати розрахунку пасажиропотоку і потрібної кількості автобусів по годинах доби для маршруту

Години роботи	Коефіцієнт нерівномірності	Пасажиропотік, пас./год	Кількість автобусів
1	2	3	4
5-6	0,3	146	3
6-7	0,8	389	9
7-8	1	486	11
8-9	0,8	389	9

1	2	3	4
9-10	0,5	243	6
10-11	0,3	146	3
11-12	0,2	97	2
12-13	0,3	146	3
13-14	0,5	243	6
14-15	0,6	292	7
15-16	0,6	292	7
16-17	0,8	389	9
17-18	0,9	437	10
18-19	0,6	292	7
19-20	0,5	243	6
20-21	0,3	146	3
21-22	0,2	97	2
22-23	0,1	49	1

Як правило, виявлена максимальна потреба у ТЗ на маршрутах не відповідають можливостям транспортних підприємств міста. Тому виникає завдання розподілу наявних ТЗ між маршрутами з урахуванням забезпечення рівних умов проїзду пасажирів на найбільш напружених перегонах в часи «пік», що в найбільшій мірі відповідає відносній оцінці якості обслуговування населення транспортом. Для цього слід враховувати коефіцієнт дефіциту.

Максимально можлива кількість автобусів з урахуванням коефіцієнта дефіциту:

$$A_{max} = A_{ник} \cdot k_{\phi}, \quad (3.78)$$

де $A_{ник}$ – максимально можлива кількість автобусів;

k_{ϕ} – коефіцієнт дефіциту (0,8 – 1).

Коефіцієнт дефіциту (або надлишку), що визначається за формулою [1]:

$$k_{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{max}^{\phi}}{\sum_{i=1}^n A_{max}^p - \frac{\sum_{i=1}^n A_{max}^{\phi}}{n} \sum_{i=1}^n (a_1 + a_2 + a_3)}, \quad (3.79)$$

де $\sum_{i=1}^n A_{max}^{\phi}$ – максимально можливий фактичний випуск ТЗ з

транспортного підприємства, що обслуговує 1, 2, 3, ..., n маршрутів;

$\sum_{i=1}^n A_{max}^p$ – загальна розрахункова максимальна потреба у ТЗ на 1, 2,

3, ..., n маршрутах;

$\sum_{i=1}^n (a_1 + a_2 + a_3)$ – загальна кількість ТЗ, що умовно вивільнені в

результаті введення укорочених рейсів a_1 , переведення ТЗ з одного маршруту на інший a_2 , введення експресного сполучення a_3 .

Значення a_1, a_2, a_3 задаються після сукупної експертної оцінки всіх результатів аналізу підсумків первинної обробки матеріалів обстеження пасажиропотоків по кожній ділянці маршрутів, обслуговуючих той або інший район міста. За технологією обробки і аналізу матеріалів обстеження пасажиропотоків на першому етапі проводиться помаршрутна обробка – розрахунок показників, що відносяться до всіх без виключення маршрутів, зокрема потреби у ТЗ. На подальших етапах виявляються можливості введення укорочених рейсів, взаємодії ТЗ різних маршрутів з урахуванням неспівпадання «пікових» навантажень за часом, а також введення експресного режиму роботи, що припускає відміну ряду зупинкових пунктів. Кожний з трьох видів підвищення ефективності обслуговування населення оцінюється умовно вивільненими ТЗ. До практичної реалізації приймається той вид підвищення ефективності роботи, який показав найбільший результат, оскільки сумісне застосування двох або трьох видів не може бути прийнято за умовою обмеження інтервалу руху на даному маршруті, тобто може вступати в суперечність з показниками якості обслуговування пасажирів.

У розрахунках приймаємо величину коефіцієнта дефіциту рівну 0,9 і визначаємо максимально можливу кількість автобусів:

$$A_{max} = 11 \cdot 0,9 \approx 10 \text{ од.}$$

Надалі потрібно встановити обмеження з мінімально необхідного випуску ТЗ на маршрути. Попит на транспортне обслуговування протягом дня по кожному маршруту зазнає значні зміни. В окремих випадках потреба в транспортних засобах на міському маршруті в «не піковий» період в 8-10 разів нижче, ніж в час пік, це характерно для житлових масивів, де практично відсутні місця для прикладання праці. У такому разі було б помилковим при розподілі транспортних засобів за годинами доби керуватися тільки показником

використання нормативної місткості без введення обмеження з максимально допустимого інтервалу.

Визначаємо мінімальну кількість автобусів, що мають працювати на маршруті:

$$A_{min} = \frac{t_{об}}{I_{max}}, \quad (3.80)$$

де I_{max} – максимально допустимий інтервал руху автобуса (20 хв.).

Мінімальна кількість автобусів виходячи з умови максимально припустимого інтервалу руху дорівнює:

$$A_{min} = \frac{62}{20} \approx 3 \text{ од.}$$

Виходячи з розрахованих значень мінімальної і максимальної кількості автобусів на маршруті, дані таблиці 3.15 корегуються, у результаті чого одержуємо фактичні значення кількості транспортних засобів для роботи на маршруті за годинами доби (табл. 3.12). На рисунку 3.21 наведені максимальні та мінімальні значення кількості автобусів на маршруті.

Фактичні значення кількості транспортних засобів для роботи на маршруті за годинами доби є вихідними даними для складання графіка роботи водіїв на маршруті, графіка руху транспортних засобів і маршрутного розкладу.

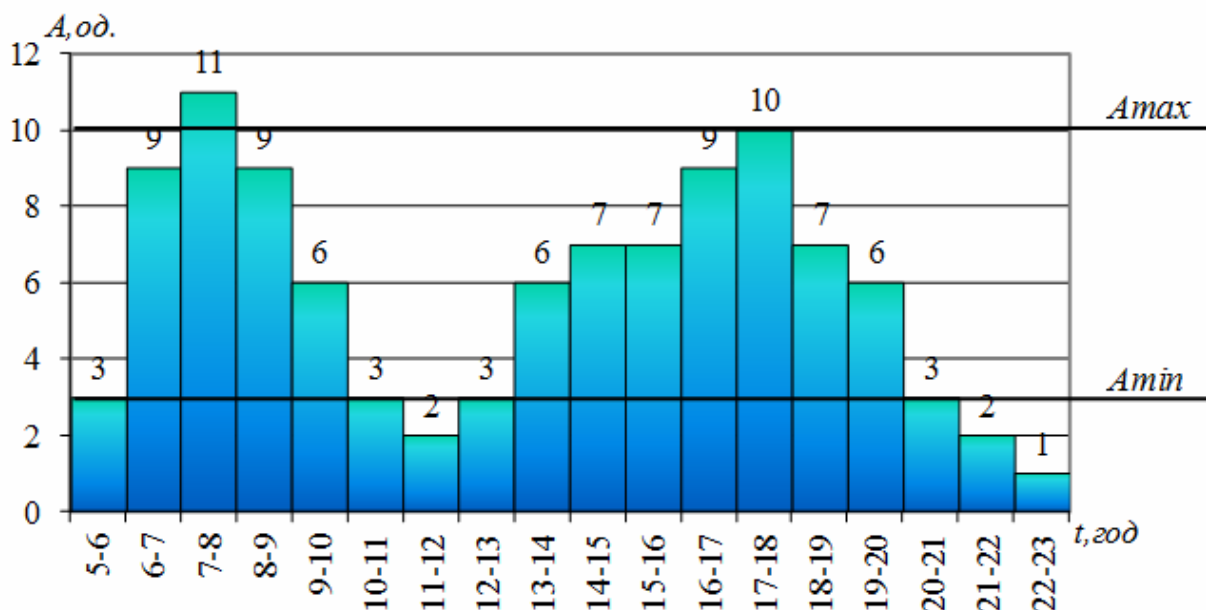


Рисунок 3.21 – Діаграма потрібної кількості автобусів на маршруті за годинами доби

Таблиця 3.12 – Фактичні значення кількості транспортних засобів для роботи по годинах доби на маршруті

Час доби	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
A_t , од	3	9	10	9	6	3	3	3	6
Час доби	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23
A_t , од	7	7	9	10	7	6	3	3	3

3.5.2 Складання графіка роботи водіїв і транспортних засобів на маршруті

При складанні графіка роботи водіїв і транспортних засобів на маршруті ґрунтуємося на зміні потрібної кількості автобусів за годинами доби (рис. 3.21) і особливостях режимів роботи водіїв:

1. Двозмінний режим (час роботи – від 7 до 10 годин, час перерви – від 0,5 до 1,5 години і не раніше, ніж через 3 години роботи);
2. Прерваний режим (час роботи – від 8 до 10 годин, час відстою від 3 до 5 годин).

Розроблений з урахуванням приведених вище вимог графік режимів роботи автобусів і водіїв приведений на рисунку 3.22.

Далі обчислюємо коефіцієнт ефективності графоаналітичного розрахунку роботи автобусів і водіїв:

$$k_{\text{еф}} = \frac{AЧ_{\text{нотр}}}{AЧ_{\text{нотр}} + AЧ_{\text{д}}} \geq 0,95, \quad (3.81)$$

де $AЧ_{\text{нотр}}$ – автомобілегодини потрібні;

$AЧ_{\text{д}}$ – автомобілегодини добавочні.

Для приведеного графіка (рис. 3.22) коефіцієнт ефективності роботи автобусів і водіїв складає:

$$k_{\text{еф}} = \frac{107}{107 + 3} \approx 0,97 \geq 0,95.$$

Задовільним вважається графік, для якого коефіцієнт ефективності не менше ніж 0,95. Унаслідок цього, надалі використовуємо отриманий графік для розробки маршрутного розкладу.

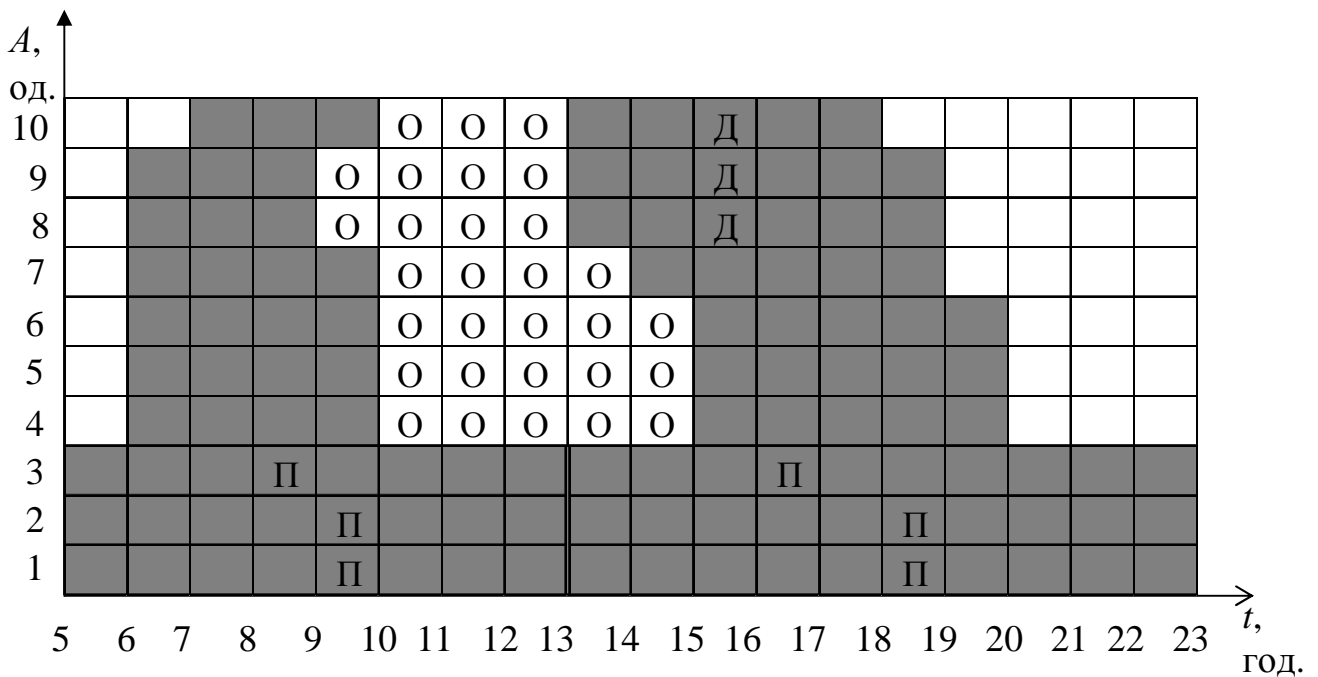


Рисунок 3.22 – Графоаналітичний розрахунок режимів роботи автобусів і водіїв:

- неробочі години; П - перерва;
- робочі години; Д - добавочні години;
- О - відстій; - перезміна.

3.5.3 Складання розкладу руху транспортних засобів на маршруті

Розклад руху є основним плановим документом, що визначає організацію й ефективність роботи транспортних засобів на маршруті. У маршрутному розкладі знаходять висвітлення кінцеві результати переробки інформації про пасажиропотоки і режим руху на вуличній мережі, підготовка транспортних засобів і водійського складу на експлуатаційних підприємствах. У цьому документі деталізується випуск транспортних засобів, розподіляється обсяг транспортної роботи з урахуванням потреб у перевезеннях і можливостей підприємства при строгому урахуванні обмежень, обумовлених технологічними нормативами і вимогами дотримання трудового законодавства.

На основі маршрутного розкладу можна встановити планове завдання на тривалість і режим роботи кожного випуску і кожної зміни з урахуванням забезпечення необхідної взаємодії в часі і відстані: часі випуску з парку, напрямку випуску, часі руху через контрольні пункти з урахуванням зміни

швидкості сполучення за періодами дня і ділянками транспортної мережі; часі прибуття і відправлення кожного рейсу на кінцевих пунктах маршруту, пунктів і часу проведення відстою рухомого складу в періоди відпочинку і харчування водіїв, а також організації перерв у русі в міжпіковий період для технічного огляду і відстою рухомого складу (у парку і на станції); пункту і часу зміни водіїв на лінії, пункту і часу закінчення руху, часу прибуття рухомої одиниці в парк. Крім цього маршрутний розклад дозволяє:

- розподілити транспортні засоби між маршрутами в часі;
- скласти план-графік роботи водіїв на визначений період часу (тиждень, місяць);
- визначити частоту руху й інтервали, їх значення і періоди зміни для диспетчерського персоналу і довідково-інформаційної служби;
- визначити експлуатаційні показники роботи маршруту – машино(вагоно)-кілометри, машино(вагоно)-години, експлуатаційну швидкість і швидкість сполучення, середню тривалість роботи рухомої одиниці й однієї зміни, загальне число рейсів;
- скласти графік технічного огляду і ремонту рухомого складу;
- установити планований рівень транспортного обслуговування населення за показниками максимальної наповнюваності рухомого складу в кожен конкретний період дня і плановану регулярність руху;
- визначити економічну ефективність роботи транспортних засобів на маршруті відповідно до розробленого плану - розкладу.

Розробка маршрутного розкладу, як зведеного документа поточного планування роботи транспортних засобів у взаємодії, не може розглядатися як однозначне рішення ряду інженерних, організаційних і економічних завдань. На різних етапах розробки цього документа під впливом багатьох факторів виникає безліч відносних оцінок проміжних етапів рішень, у зв'язку з чим знаходять застосування складна логіка, комбінаторика, евристика.

При одних і тих же початкових даних і обмеженнях можлива розробка багатьох варіантів маршрутного розкладу, оцінити які за сукупністю всіх одержуваних у результаті показників дуже складно.

Всесторонній розгляд завдання складання розкладу дозволив визначити два можливих, принципово різних підходів до її рішення.

У першому випадку розклад складається для групи, «куща» маршрутів, об'єднаних загальним кінцевим пунктом або відносно великою ділянкою їх сумісного проходження по транспортній мережі. Такий підхід доцільний з погляду можливостей вирівнювання тривалості роботи змін водіїв,

раціональної витрати машино-годин роботи, а також встановлення регулярного руху на ділянці сумісного проходження ТЗ по маршрутах, що входять до даної групи.

Розклади для «куща» маршрутів розробляються перш за все на трьох видах транспорту, які працюють на відокремленому полотні.

У другому випадку розклад розробляють окремо на кожному з діючих маршрутів, що є простішим і доцільнішим з погляду надійності функціонування такої маршрутної системи і організації управління нею при необхідності внесення оперативних змін. У свою чергу, при такому підході можливо два рішення.

Перше – розраховане на отримання в процесі розробки маршрутного розкладу всіх кількісних і якісних показників з урахуванням введених обмежень по парку ТЗ, можливих режимів праці водіїв і машино-годин роботи.

Друге – передбачає ділення всього процесу розробки маршрутного розкладу на дві частини:

- перша частина завершується виявленням режимів праці водіїв, загального об'єму транспортної роботи за графоаналітичним розрахунком, розглядом і узгодженням одержаних конкретних показників для кожного маршруту з експлуатаційними підприємствами;

- друга частина представляє власне розробку маршрутного розкладу за підготовленими і затвердженими початковими даними.

Розклад руху автобусів на маршруті необхідно складати так, щоб забезпечити:

- нормальні умови посадки пасажирів під час роботи маршруту;
- нормальні умови праці бригадам, які обслуговують автобуси;
- ефективне використання автобусів;
- координацію руху автобусів на даному маршруті з рухом автобусів на інших маршрутах, а також з рухом інших видів міського пасажирського транспорту.

На першому етапі складання розкладу розраховуємо інтервали руху транспортних засобів на маршруті за годинами доби за формулою:

$$I_{i-(i+1)} = \frac{t_{об}}{A_{i-(i+1)}}, \quad (3.82)$$

де $A_{i-(i+1)}$ – кількість транспортних засобів працюючих на маршруті у відповідний період часу.

Наприклад, у період з 5 до 6 години інтервал руху транспортних засобів складає:

$$I_{5-6} = \frac{62}{3} = 21 \text{ хв.}$$

Аналогічно розраховуємо інтервали руху за всіма годинами доби і результати зводимо до таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 – Інтервали руху автобусів

Час доби	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
$A_{i-(i+1)}, \text{ од.}$	3	9	10	9	6	3	3	3	6
$I_{i-(i+1)}, \text{ хв.}$	21	7	6	7	10	21	21	21	10
Час доби	14-15	15-16	16-17	17 - 18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23
$A_{i-(i+1)}, \text{ од.}$	7	10	9	10	7	6	3	3	3
$I_{i-(i+1)}, \text{ хв.}$	9	6	7	6	9	10	21	21	21

Отримані інтервали неможливо витримати із зазначеною точністю, тому при побудові стрічкового графіка приймаємо їхні значення округлені до цілого числа. Після графоаналітичного розрахунку будуємо стрічковий графік і розклад руху автобусів.

При побудові графіка враховуємо, що перший випуск автобуса починається з 5:00.

Для побудови стрічкового графіка по осі абсцис відкладаємо час t в годинах, а по осі ординат - довжину маршруту. Відкладаємо на осі ординат час обороту і проводимо рівнобіжні прямі. У залежності від кількості автобусів у випуску розбиваємо їх на кілька рівних частин. Потім розставляємо випуски у відповідні клітини. Одержуємо стрічковий графік руху автобусів (рис. 3.23).

Далі на підставі стрічкового графіка складаємо розклад руху автобусів для усіх випусків.

Розклад руху автобусів на маршруті приведемо в таблиці 3.14.

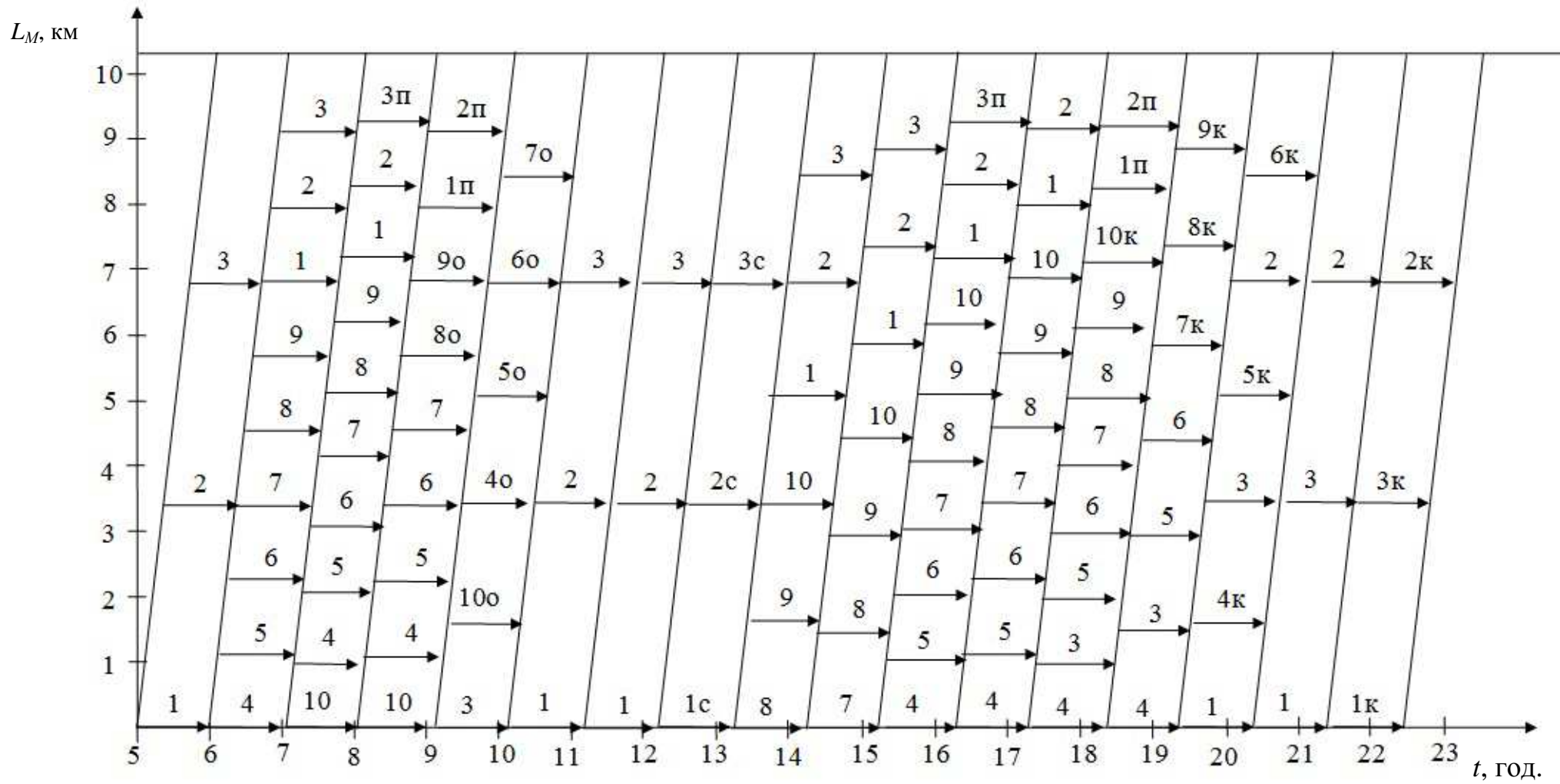


Рисунок 3.23 – Стрічковий графік руху транспортних засобів на маршруті

Таблиця 3.14 – Розклад руху транспортних засобів на маршруті

1 випуск		2 випуск		3 випуск		4 випуск		5 випуск		6 випуск		7 випуск		8 випуск		9 випуск		10 випуск	
5:00	5:31	5:21	5:52	5:42	6:13	6:02	6:33	6:09	6:40	6:16	6:47	6:23	6:54	6:30	7:01	6:37	7:08	7:04	7:35
6:44	7:15	6:51	7:22	6:58	7:29	7:10	7:41	7:16	7:47	7:22	7:53	7:28	7:59	7:34	8:05	7:40	8:11	8:06	8:37
7:46	8:17	7:54	8:25	8:00	П	8:13	8:44	8:20	8:51	8:27	8:58	8:35	9:06	8:42	О	8:49	О	9:18	О
8:58	П	9:05	П	9:08	9:39	9:28	О	9:38	О	9:48	О	9:58	О	13:16	13:47	13:26	13:57	13:36	14:07
10:10	10:41	10:31	11:02	10:52	11:23	15:20	15:51	15:26	15:57	15:32	16:03	14:18	14:49	14:27	14:58	14:36	15:07	14:45	15:16
11:12	11:43	11:33	12:04	11:54	12:25	16:22	16:53	16:29	17:00	16:36	17:07	15:38	16:09	15:44	16:15	15:50	16:21	15:56	16:27
12:14	С	12:35	С	12:56	С	17:24	17:55	17:36	18:07	17:42	18:13	16:43	17:14	16:50	17:21	16:57	17:28	17:04	17:35
13:46	14:17	13:56	14:27	14:06	14:37	18:26	18:57	18:44	19:15	18:53	19:24	17:48	18:19	17:54	18:25	18:00	18:31	18:06	К
14:54	15:25	15:03	15:34	15:12	15:43	19:38	К	19:58	К	20:18	К	19:02	К	19:11	К	19:20	К		
16:02	16:33	16:08	16:39	16:14	П														
17:11	17:42	17:18	17:49	17:30	18:01														
18:13	П	18:20	П	18:35	19:06														
19:28	19:59	20:08	20:39	19:48	20:19														
20:30	21:01	21:12	21:43	20:51	21:22														
21:32	К	22:14	К	21:53	К														

Ґрунтуючись на розкладі руху, визначаємо час виїзду з АТП і час заїзду в АТП автобусів кожного випуску. Час нульового пробігу від АТП до кінцевої зупинки приймаємо рівним 10 хвилинам:

$$T_{\text{виїзда}} = t_{\text{відпр1}} - t_0, \quad (3.83)$$

де $t_{\text{відпр1}}$ – час відправлення автобуса в перший оборот;

t_0 – час на нульовий пробіг ($t_0 = 10$ хв.).

$$T_{\text{заїзда}} = t_{\text{прибКЗ1}} + t_0, \quad (3.84)$$

де $t_{\text{прибКЗ1}}$ – час прибуття автобуса на кінцеву зупинку після останнього обороту.

Для 1-го випуску час виїзду з АТП і час заїзду в АТП автобусів складає:

$$T_{\text{виїзда}} = 5:00 - 0:10 = 4:50 \text{ год};$$

$$T_{\text{заїзда}} = 22:34 + 0:10 = 22:44 \text{ год}.$$

Аналогічно розраховуємо $T_{\text{виїзда}}$ і $T_{\text{заїзда}}$ та результати заносимо в табл. 3.15.

Визначаємо час роботи автобусів у наряді, як різницю між моментом заїзду в АТП і моментом виїзду з АТП і часом обідньої перерви, або відстою за такою формулою:

$$T_{\text{ні}} = T_{\text{заїздаі}} - T_{\text{виїздај}} - T_{\text{пері(від)}}, \quad (3.85)$$

де $T_{\text{заїздаі}}$ – час заїзду в АТП, год.;

$T_{\text{виїздај}}$ – час виїзду з АТП, год.;

$T_{\text{пері(від)}}$ – час перерви або відстою.

Таблиця 3.15 – Час заїзду (виїзду) автобусів у (з) АТП

№ Випуску	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Час виїзду	4:50	5:11	5:32	5:52	5:59	6:06	6:13	6:20	6:27	6:54
Час заїзду	22:44	23:05	23:26	20:50	21:10	21:30	20:14	20:23	20:32	19:18

Розрахуємо час в наряді для 1 випуску:

$$T_{н1} = 22:24 - 4:50 - 1:25 = 16:29 \text{ год.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для всіх випусків і зводимо до таблиці 3.16.

Маршрутний розклад включає детальний план роботи кожного ТЗ і зміни, які показують результат складних розрахунків взаємодії виходів одного маршруту, що розглядається як єдиний апарат обслуговування населення.

Такий вид розкладу дозволяє забезпечувати регулярне повідомлення на трасі маршруту, а контрольно-ревізорському апарату транспортного підприємства – здійснювати необхідний контроль якості виконання водіями рейсів.

Таблиця 3.16 – Кількість оборотів, час перерв і відстоїв, час в наряді автобусів

Номер випуску		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість оборотів	1 зміна	7	7	7	-	-	-	-	-	-	-
	2 зміна	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-
	до відстою	-	-	-	4	4	4	4	3	3	3
	після відстою	-	-	-	5	5	5	5	6	6	5
Час обіду або відстою	відстій	-	-	-	4:50	4:46	4:42	3:18	3:32	3:35	3:16
	1зм.	0:41	0:55	0:37	-	-	-	-	-	-	-
	2зм.	0:44	0:46	0:45	-	-	-	-	-	-	-
Час у наряді	1зм. (до відстою)	7:45	7:31	7:49	4:38	4:41	4:44	4:47	3:24	3:24	3:26
	2зм. (після відстою)	8:14	8:23	8:35	5:30	5:24	5:28	5:26	6:47	6:56	5:42
	Всього	16:29	16:13	16:32	10:08	10:05	10:12	10:13	10:11	10:10	9:08

Запитання для самоконтролю

1. Що таке маршрут?
2. За якими критеріями класифікують маршрути?
3. Охарактеризуйте маршрути, що класифікуються за характером транспортних зв'язків у місті.
4. Назвіть основні елементи маршруту.
5. Назвіть техніко-експлуатаційні параметри роботи маршруту.
6. Які розрізняють швидкості руху на маршрутах міського пасажирського транспорту?
7. Як визначають час у наряді транспортного засобу?
8. Як визначається пасажиромісткість транспортного засобу?
9. Що таке транспортна робота?
10. Назвіть та дайте характеристику коефіцієнтам використання місткості транспортного засобу.
11. Що таке інтервал руху транспортних засобів на маршруті?
12. Як визначається коефіцієнт змінюваності?
13. Що таке продуктивність транспортних засобів на маршруті?
14. Що таке транспортна стомлюваність (стомлення) людини?
15. Що таке функціональний стан людини?
16. Якими транспортним параметрами можна описати зміну функціонального стану пасажирів?
17. З якою метою при визначенні транспортної стомлюваності пасажирів враховується співвідношення між коефіцієнтом заповнення салону транспортного засобу під час маршрутної поїздки пасажирів і коефіцієнт пропорційності?
18. Які параметри транспортного процесу враховуються при визначенні зниження доходу пасажирів на основному виробництві внаслідок пересування на транспорті?
19. Назвіть основні показники оцінки інвестиційного проекту.
20. Назвіть режими роботи водіїв на маршруті та надайте їх характеристику.
21. Опишіть принцип побудови графоаналітичного розрахунку режимів роботи водіїв і транспортних засобів.
22. Що являє собою маршрутний розклад руху?
23. Назвіть основні вимоги до складання маршрутного розкладу руху.
24. У чому полягає принцип побудови стрічкового графіку руху?

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

4.1 Методи оцінки конкурентоздатності автотранспортних маршрутів міського пасажирського транспорту

Конкурентоздатність транспортних послуг є комплексною оцінкою готовності споживача скористатися конкретним маршрутом, зробивши йому перевагу в порівнянні з будь-якими іншими аналогічними маршрутами, наявними на конкретному ринку.

Порівнянню підлягають параметри маршрутів, які відповідають вимогам, що висувають до нього споживачі. Параметри визначаються на основі вивчення ринку, збору даних про конкурентів і аналіз попиту потенційних споживачів.

Для досягнення конкурентних переваг фахівцям, що займаються створенням транспортних маршрутів і їхнім удосконалюванням, необхідно реально оцінювати їхнє конкурентне положення на ринку. Нижче приведено декілька найпоширеніших методів визначення конкурентоздатності послуг.

Перший метод, що розглядається – це метод оцінних профілів [130].

Одним з інструментів оцінки конкурентоздатності є вимір ступеня задоволення даною послугою за допомогою побудови оцінних профілів досліджуваної транспортної послуги, ідеальної послуги, характеристики якої відповідають бажанням споживачів і аналогічної послуги конкурента. Для побудови оцінних профілів у першу чергу уточнюються характеристики, за якими досліджуються маршрути. Для кожної характеристики встановлюється індивідуальна шкала кількісних оцінок. Профілі будуються на основі характеристик, отриманих експертним шляхом, і являють собою очікувані й реально властиві маршруту характеристики (рис. 4.1). Ступінь задоволення споживача даною послугою визначається за ступенем відповідності цих профілів один одному, що дає можливість виробникові зрозуміти реальне відношення споживачів до наданої послуги й призводить до безпомилкової його оцінки в порівнянні з аналогічними послугами конкурентів. Для одержання наочної картини динаміки підвищення конкурентоздатності автотранспортної послуги процес документується [130].

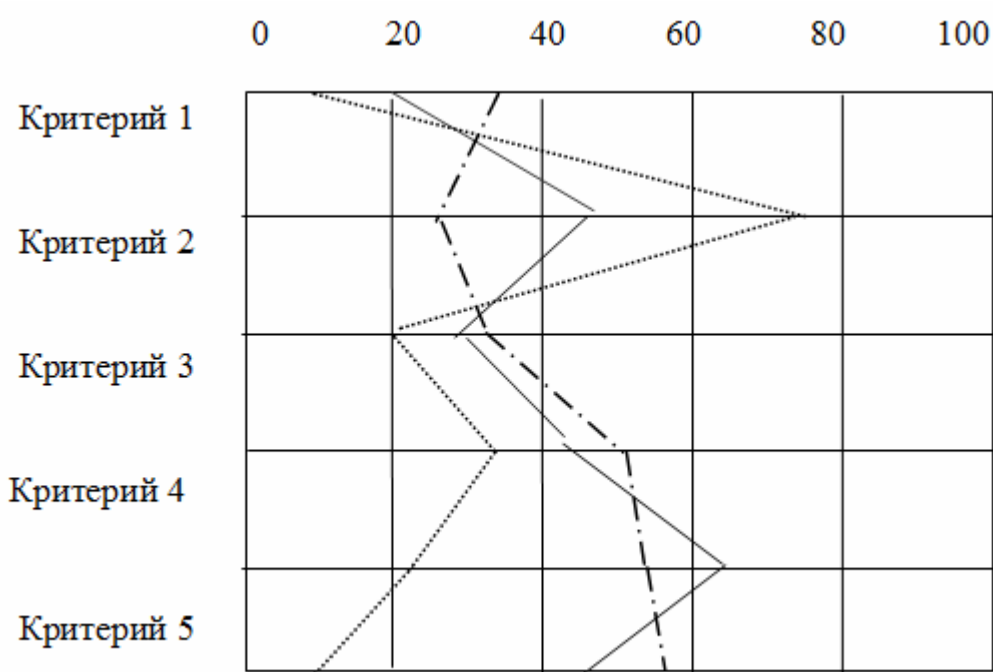


Рисунок 4.1 – Умовний приклад необхідного й реального профілю маршрутів

Далі профілі сполучаються на одному графіку (рис. 4.1), що дає наочну картину співвідношення характеристик аналогічних послуг різних підприємств, у тому числі досліджуваної (крива на графіку відзначена пунктирною лінією), конкурента (крива відзначена штрих-пунктирною лінією), і ідеальної послуги (крива відзначена суцільною лінією).

Другий метод – побудова багатокутника конкурентоздатності (рис. 4.2).

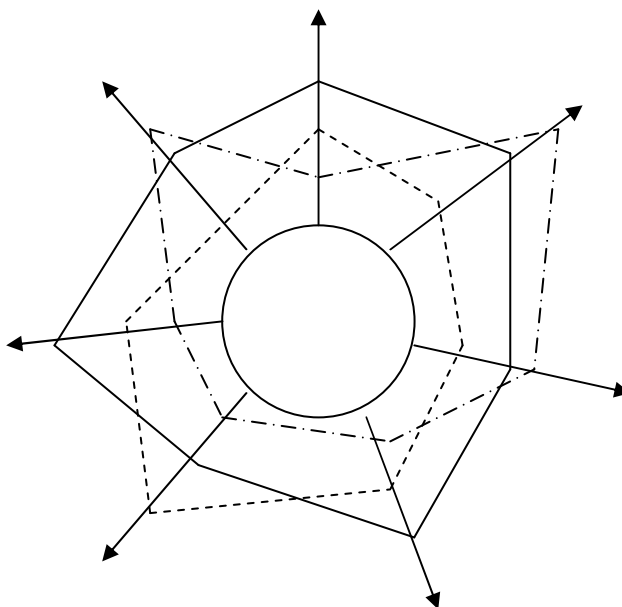


Рисунок 4.2 – Багатокутники конкурентоздатності підприємств МПТ

Багатокутник конкурентоздатності є інструментом, що дозволяє оцінити конкурентні послуги. Багатокутник складається з векторів (рис. 4.2), кількість яких визначається числом значимих характеристик автотранспортних послуг, що визначаються експертним шляхом. На кожний вектор наноситься шкала, що відповідає одиницям виміру, які відповідають конкретній властивості послуги. Експертна оцінка якісних параметрів дозволяє також знайти їх кількісне вираження [130].

Багатокутники конкурентоздатності дозволяють оцінити сильні й слабкі сторони функціонування маршрутів у порівнянні з аналогічними послугами конкурентів. За результатами якісно-кількісної оцінки характеристик надаваних послуг автотранспортне підприємство розробляє план конкретних заходів щодо підвищення конкурентоздатності послуги.

Недоліком цього методу є відсутність прогнозової інформації відносно того, в якій мірі той чи інший автобусний маршрут у змозі покращити свою діяльність [130].

Наступний метод засновано на розрахунку коефіцієнта конкурентоздатності, за рахунок визначення одиничних і групових показників, на базі яких визначається інтегральний показник конкурентоздатності. Розглянемо його більш детально [131, 132].

На першому етапі обирається база порівняння. Як база для порівняння може служити краща із уже існуючих на цільовому ринку або у світі пасажирська автотранспортна послуга, або більш удосконалений зразок, поява якого очікується в найближчому майбутньому, або деякий абстрактний еталон.

На другому етапі виділяються найбільш значимі для споживача критерії. Вони діляться на дві групи: споживчі й економічні. Перші містять у собі якісні характеристики запропонованої послуги (продуктивність, екологічна безпека, надійність та ін.), другі – постійні та змінні витрати, що в цілому становить тариф. Значення критерію для базисної моделі позначимо $PБ$, а в порівнюваного зразка – P .

На третьому етапі за кожним критерієм розраховується одиничний показник конкурентоздатності (q_i). Якщо збільшення значення критерію спричиняє підвищення якості, то:

$$q_i = \frac{P_i}{PБ_i}, \quad (4.1)$$

а якщо зниження, то:

$$q_i = \frac{PB_i}{P_i}. \quad (4.2)$$

На четвертому етапі усередині кожної групи критеріїв роблять ранжирування показників за ступенями їхньої значимості для споживача і відповідно до цього надають їм вагу: a_{ni} - для споживчих й a_{ei} - для економічних показників. Причому:

$$\sum_{i=1}^n a_{ni} = \sum_{i=1}^m a_{ei}, \quad (4.3)$$

де n й m – кількість споживчих й економічних параметрів відповідно.

Необхідність дотримання цієї рівності обґрунтуємо нижче.

На п'ятому етапі проводиться розрахунок групового показника як зведеного параметричного індексу конкурентоздатності [130-132]:

$$Q_n = \sum_{i=1}^n q_i \cdot a_{ni}, \quad (4.4)$$

$$Q_e = \sum_{i=1}^m q_i \cdot a_{ei}, \quad (4.5)$$

де Q_n й Q_e – зведені параметричні індекси конкурентоздатності по споживчих й економічних властивостях відповідно.

Повернемося до рівності (4.3). Її дотримання забезпечує порівнянність Q_n і Q_e поза залежністю від кількості розглянутих критеріїв.

На шостому етапі розраховується інтегральний показник конкурентоздатності (K):

$$K = \frac{Q_n}{Q_e}. \quad (4.6)$$

Економічний зміст інтегрального показника конкурентоздатності полягає в тому, що на одиницю витрат споживач одержує K одиниць корисного ефекту. Якщо $K > 1$, то рівень якості вище рівня витрат і послуга є конкурентоздатною, якщо $K < 1$ – не конкурентоздатною на даному ринку.

Даний метод має ряд недоліків [130-132]:

1) у всіх випадках передбачається лінійна залежність конкурентоздатності від значення критерію, тобто по всіх параметрах еластичність попиту дорівнює 1;

2) не враховується те, що для деяких критеріїв існують обмеження, об'єктивні або суб'єктивні, при порушенні яких конкурентоздатність послуги прагне до нуля;

3) при порівнянні декількох послуг необхідне проведення розрахунків для кожної пари окремо;

4) складно встановлювати вагові значення a_{ij} , особливо для великої кількості критеріїв;

5) неможливо оцінити ступінь впливу на конкурентоздатність послуги факторів, що не піддаються кількісній оцінці;

6) даним методом розраховується конкурентоздатність одного маршруту щодо іншого, а не рівень конкурентоздатності маршруту взагалі;

7) існує певна складність вибору бази порівняння, особливо у випадках, коли в якості такої необхідно прийняти кращий з існуючих зразків. Виникає питання: як визначити, яка послуга є кращою? Тому або необхідно попередньо порівнювати зразки між собою, або має місце інтуїтивний вибір. Тому, зазначені недоліки є й обмеженнями застосування традиційного методу конкурентоздатності послуги.

Далі пропонується розглянути визначення конкурентоздатності з використанням функції бажаності.

Використання функції бажаності f для визначення конкурентоздатності послуги запропоноване у праці [133]. Функція бажаності визначається в такий спосіб:

$$f = \frac{1}{e^x \sqrt[e]{e}}, \quad (4.7)$$

де e – основа натурального логарифма;

x – наведене значення досліджуваного параметру.

Функція визначена в інтервалі 0...1 і використовується як безрозмірна шкала, названа шкалою бажаності, для оцінки рівнів порівнюваних критеріїв.

За допомогою шкали бажаності оцінюються параметри транспортної послуги з погляду їхньої значимості, або бажаності, стосовно якого-небудь практичного застосування. Кожному фактичному значенню функції бажаності

надається конкретний економічний зміст, пов'язаний з рівнем конкурентоздатності досліджуваної послуги. Значення функції бажаності та її характеристика наведені в таблиці 4.1, що відповідають рівню транспортного обслуговування населення міста для конкретних умов функціонування транспортної системи [134, 135].

Для виконання подальших розрахунків і графічних побудов необхідно одержати значення наведеного параметра послуги, що відповідають вузловим точкам шкали бажаності (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Параметри функції бажаності

Категорія міста (чисельність населення)	Рівень транспортного обслуговування	Значення функції бажаності	
		для години «пік»	для середньодобових показників
Більше 1 млн.	«відмінний»	0,800 і більше	0,781 і більше
	«добрий»	0,634 і до 0,800	0,625 і до 0,781
	«задовільний»	0,503 і до 0,634	0,493 і до 0,625
	«незадовільний»	менше 0,503	менше 0,493

За формулою, наведеної вище, визначимо потрібне значення. Із цією метою прологарифмуємо обидві частини рівняння:

$$\ln f = \ln 1 - \ln \sqrt[e^x]{e} = -\ln e^{\frac{1}{e^x}} = -\frac{1}{e^x}, \quad (4.8)$$

$$e^x = -\frac{1}{\ln f}. \quad (4.9)$$

Повторне логарифмування дозволяє одержати наступну залежність:

$$x = -\ln[-\ln f]. \quad (4.10)$$

З метою забезпечення можливості використання функції бажаності для оцінки параметрів різної розмірності й порядку проводиться приведення параметрів послуги p до значень наведеного параметра x функції бажаності f . Для цього за відомим значенням x і p на границях інтервалів функції бажаності

будується апроксимуюча функція й визначаються її параметри (коефіцієнти). Найбільш проста – це лінійна функція виду:

$$x = a \cdot p + b, \quad (4.11)$$

де a, b – коефіцієнти апроксимації.

Очевидно, що результати порівняльної оцінки конкурентоздатності різних критеріїв будуть у значній мірі залежати від того, які конкретні значення на шкалі параметрів будуть поставлені у відповідність границям інтервалів шкали бажаності f . Аналітичним методом, наданому у [134], оцінки рівня транспортного обслуговування передбачаються чотири рівні оцінки стану пасажироперевезень (табл. 4.1): відмінний, добрий, задовільний і незадовільний.

Значення параметра p у точках, що відповідають значенням функції бажаності 0,493 й 0,625, визначаються з рівняння апроксимації:

$$p = \frac{x-b}{a}. \quad (4.12)$$

Маючи оцінки рівнів окремих параметрів послуги, розраховуємо рівень конкурентоздатності всієї послуги за допомогою узагальненої функції бажаності F :

$$F = \sqrt[n]{f_1 \cdot f_2 \cdot \dots \cdot f_n}, \quad (4.13)$$

де f - значення функції бажаності для i -го параметра послуги;

n - кількість аналізованих параметрів послуги.

Порівнюючи значення F послуг різних перевізників, визначаємо послугу, що володіє тепер найкращими показниками. Цій послугі буде відповідати найбільше значення узагальненої функції бажаності.

Даний метод має ряд недоліків, а саме:

1) при розрахунку конкурентоздатності не враховується різний вплив різних параметрів на конкурентоздатність послуги;

2) для кожного з параметрів пропонується визначати тільки одну апроксимуючу функцію. Це не завжди може забезпечити необхідну вірогідність розрахунків, особливо при використанні в якості апроксимуючої лінійної функції.

Функція привабливості була розглянута у роботі [136], де зазначалося, що результат функціонування пасажирської транспортної системи залежить від впливу показників стану пасажирської системи в сучасний момент часу, які у свою чергу залежать від вибору шляху прямування пасажирів, який може мати випадковий характер. Недоліком наведених методик є те, що вони не мають інформації відносно того, в якій мірі те чи інше автотранспортне підприємство-конкурент у змозі поліпшити організацію перевезень на маршруті, який йому належить.

4.2 Оцінка якості транспортного обслуговування на маршрутах міського пасажирського транспорту

Показники якості роботи МПТ використовуються перевізниками для управління виробничими процесами з метою забезпечення конкурентних переваг. Показник якості транспортних послуг визначає ринкову привабливість того або іншого маршруту МПТ. Тому якість обслуговування пасажирів є пріоритетним напрямком при організації транспортного обслуговування пасажирів.

У роботі [137] якість транспортного обслуговування пасажирів визначається, як сукупність властивостей перевізного процесу і системи перевезень пасажирів, що обумовлюють відповідність їх нормативним вимогам. Властивості перевізного процесу і системи перевезень визначають об'єктивну особливість рівня організації і здійснення перевезень пасажирів і виявляються при задоволенні транспортних потреб пасажирів. Властивості підрозділяють на прості і складні. Прості властивості характеризуються показниками якості. Показник якості в роботі [137] – це об'єктивний вимірник ступеня прояву властивості. Норматив показника якості [137] – це значення показника, що відповідає межі різних оцінок якості. Процедура порівняння фактичного значення з нормативним і встановлення розбіжності цих значень визначається як оцінка якості [137]. До показників якості перевезень пасажирів відносять [61, 138, 139 та ін.]: коефіцієнт заповнення салону транспортного засобу, витрати часу пасажирів на пересування, регулярність руху транспортних засобів, важкість ДТП.

Гудков В. О. пропонує оцінювати якість транспортного обслуговування населення за допомогою коефіцієнта якості [139]

$$k_k = \frac{t_{nep}^3}{t_{nep}^\phi}, \quad (4.14)$$

де t_{nep}^3 – розрахункові витрати часу на пересування при заданих умовах, год.;

t_{nep}^ϕ – розрахункові витрати часу на пересування в реальних умовах, год.

У роботі [61] пропонується оцінювати якість роботи маршрутних таксі за наступними показниками: коефіцієнт випуску ТЗ на лінію; коефіцієнт заповнення салону транспортного засобу; коефіцієнт використання часу в наряді; швидкість сполучення; інтенсивність руху; інтервал руху ТЗ; коефіцієнт регулярності руху ТЗ; показник ефективності обслуговування; коефіцієнт ефективності витрат; загальний показник якості роботи маршрутних таксі.

Деякі з перерахованих факторів об'єктивно впливають на функціональний стан пасажирів і, залежно від умов поїздки, на ступінь стомлення, що призводить до зниження рівня працездатності пасажирів, особливо в першу годину праці [61]. Найбільш прийнятною і ефективною для чисельного дослідження транспортної стомлюваності пасажирів є математична модель, що розроблена Н.У. Гюлевим [59] представлена залежністю (3.32).

Залежно від величини $П_1$ (в балах) визначають, в якому стані знаходиться людина: до 3 балів – нормальний стан, з 3 до 6 балів – стан напруження, більше 6 балів – стан перенапруження [59].

Аналітичною формою закону переходу кількості в якість є формула бажаності Харрінгтона [120, 137]:

$$D(Y) = \exp(-\exp(-Y)), \quad (4.15)$$

де D – значення функції бажаності;

Y – значення аргументу в умовному масштабі.

Існує співвідношення між значеннями шкали бажаності і оцінкою якості, $D=0$ – відповідає абсолютно неприйнятному рівню якості, $D=1$ – якнайкращому рівню якості [120, 137] (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Відповідність стандартних відміток на шкалі бажаності бальним оцінкам якості

Відмітки на шкалі бажаності	Оцінка якості
1,0 – 0,8	Дуже добре
0,8 – 0,63	Добре
0,63 – 0,37	Задовільно
0,37 – 0,2	Погано
0,2 – 0	Дуже погано

Оцінка якості різних показників роботи міського пасажирського транспорту виконується за методикою [120, 137]:

1. Оскільки при $Y = -1$ $D = 0$, практично нижня межа будь-якого оцінюваного показника приймається $Y_{\min} = 1$;

2. Верхню межу Y_{\max} обираємо на підставі умов:

- показник змінюється рівномірно, не має межі або не наближається до нього асимптотично – $Y_{\max} = 2$;

- показник асимптотично наближається до свого граничного значення - $Y_{\max} = 3$;

- показник асимптотично наближається до свого граничного значення, процес наближення вимагає досить точної оцінки $Y_{\max} = 4$.

3. Нижня y_{\min} і верхня y_{\max} межі оцінюваного показника в натуральних одиницях вимірювання визначаються за правилом: y_{\min} - дорівнює неприйнятному значенню y , y_{\max} - відповідає максимальній величині y .

4. Визначення граничних значень при оцінці якості зручно виконати за графіком функції Харрінгтона або скористатися даними таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Граничні значення оцінок якості показника, що розглядається [120, 137]

Оцінка якості	Граничні показники
Дуже добре	$>(y_{\min} + 2,5e)$
Добре	$(y_{\min} + 1,773e) \dots (y_{\min} + 2,5e)$
Задовільно	$(y_{\min} + e) \dots (y_{\min} + 1,773e)$
Погано	$(y_{\min} + 0,525e) \dots (y_{\min} + e)$
Дуже погано	$<(y_{\min} + 0,525e)$

Величина e (шаг зміни оцінюваного показника), що приймається в таблиці 4.3, визначається за формулою [120, 137]

$$e = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{Y_{\max} + 1}, \quad (4.16)$$

Оцінкою транспортної стомлюваності пасажирів можна оцінити якість транспортних послуг, що надаються пасажирові. Визначимо за наведеною методикою граничні значення оцінки якості для транспортної стомлюваності пасажирові.

У нашому випадку приймаємо верхню межу оцінюваного показника $Y_{\max} = 2$.

Неприйнятним значенням транспортної стомлюваності є 8 балів і вище, тобто $y_{\min} = \Pi_{1\min} = 8$ балів, при цьому $y_{\max} = \Pi_{1\max} = 2$ бали.

Розрахуємо шаг зміни оцінюваного показника за формулою (4.16):

$$e = \frac{2 - 8}{2 + 1} = -2.$$

Користуючись таблицею 4.3 визначимо граничні значення оцінки якості для транспортної стомлюваності пасажирові (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Граничні значення оцінок якості для транспортної стомлюваності

Оцінка якості	Π_1
Дуже добре	<3
Добре	4,45 – 3
Задовільно	6 – 4,45
Погано	6,95 – 6
Дуже погано	>6,95

Отримані граничні значення оцінок якості для транспортної стомлюваності відповідають градації транспортної стомлюваності, що наведена в [64], при цьому при визначенні транспортної стомлюваності пасажирові можна не тільки визначити функціональний стан пасажирові, а й оцінити якість перевезень на маршрутах МПТ.

За результатами маркетингових досліджень і якісно-кількісної оцінки характеристик маршрутів транспортне підприємство розробляє план конкретних заходів щодо підвищення конкурентоздатності послуги [66, 138, 139].

Проведемо оцінку якості перевезень на маршрутах МПТ м. Харкова. За допомогою візуального і табличного методів обстеження, що проводились у ранковий період «пік» були визначені параметри роботи маршрутів та використовуючи залежності (3.33), (3.34), було визначено транспортну стомлюваність пасажирів при існуючих умовах поїздки на маршрутах №5, №147, №304 (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Транспортна стомлюваність пасажирів

№ маршруту	Транспортна стомлюваність пасажирів в кінці маршрутної поїздки P_1	Транспортна стомлюваність пасажирів під час очікування маршрутної поїздки P_2
5	5,87	2,98
147	3,74	2,99
304	5,4	3,08

Значення P_1 свідчить про те, що під час користування маршрутами 5, 147, 304 пасажир знаходиться в напруженому стані. Користуючись таблицею 4.4 і отриманими значеннями транспортної стомлюваності, проведемо оцінку якості перевезень на маршрутах (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Оцінка якості перевезень на маршрутах 5, 147, 304

Оцінка якості	P_1	№ маршруту		
		5	147	304
Дуже добре	<3			
Добре	4,45 – 3		3,74	
Задовільно	6 – 4,45	5,87		5,4
Погано	6,95 – 6			
Дуже погано	>6,95			

4.3 Оцінка конкурентоздатності міських пасажирських транспортних послуг

4.3.1 Оцінка конкурентоздатності міських пасажирських транспортних послуг за нормативними параметрами

Вивчення конкурентоздатності послуги, що реалізується на ринку, повинно вестися безперервно та систематично. При оцінці рівня конкурентоздатності послуги доцільно користуватися схемою, яка наведена на рисунку 4.3 [130-132, 140-143]. На першому етапі оцінки конкурентоздатності, після вивчення ринку МПТ проводиться оцінка відповідності показників роботи МПТ їх нормативним значенням.

Врахування нормативних параметрів при оцінці конкурентоздатності забезпечується введенням спеціального показника, що приймає лише два значення – 1 (відповідають обов'язковим нормативам) або 0. У разі, якщо у послугі можна виділити ряд нормативних параметрів, то груповий показник можна визначити за такою залежністю [131]:

$$J_{н.п.} = \prod_{i=1}^n g_{ni} , \quad (4.17)$$

де $J_{н.п.}$ – груповий показник конкурентоздатності за нормативними параметрами;

g_{ni} – одиничний показник за i -им нормативним параметром;

n – число нормативних параметрів, підлягаючих оцінці.

Якщо послуга не відповідає якомусь нормативному параметру, що надається, то груповий показник рівний 0. Це показує, що дана послуга на розглядуваному ринку є не конкурентоздатною [130-132, 140-143].

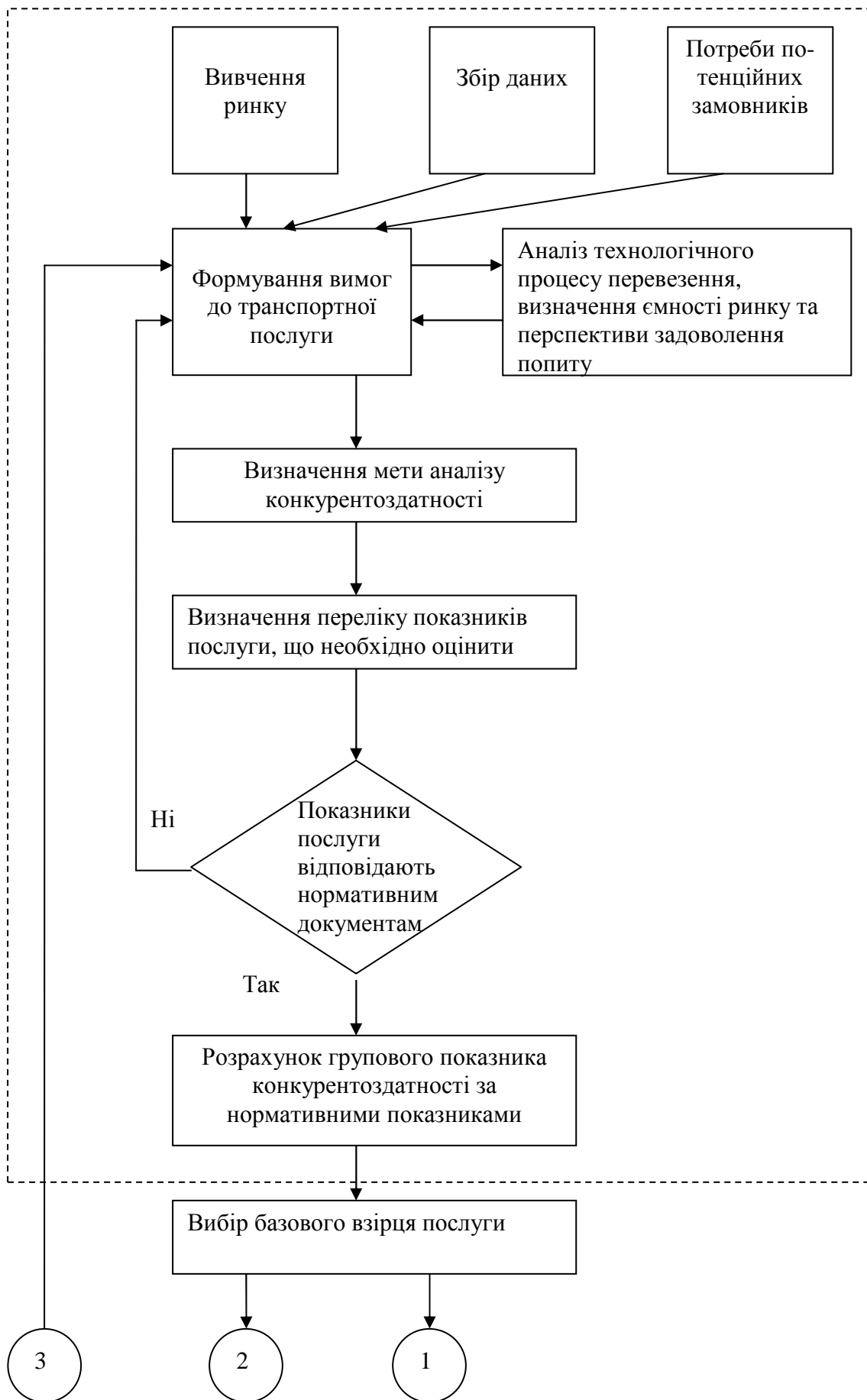
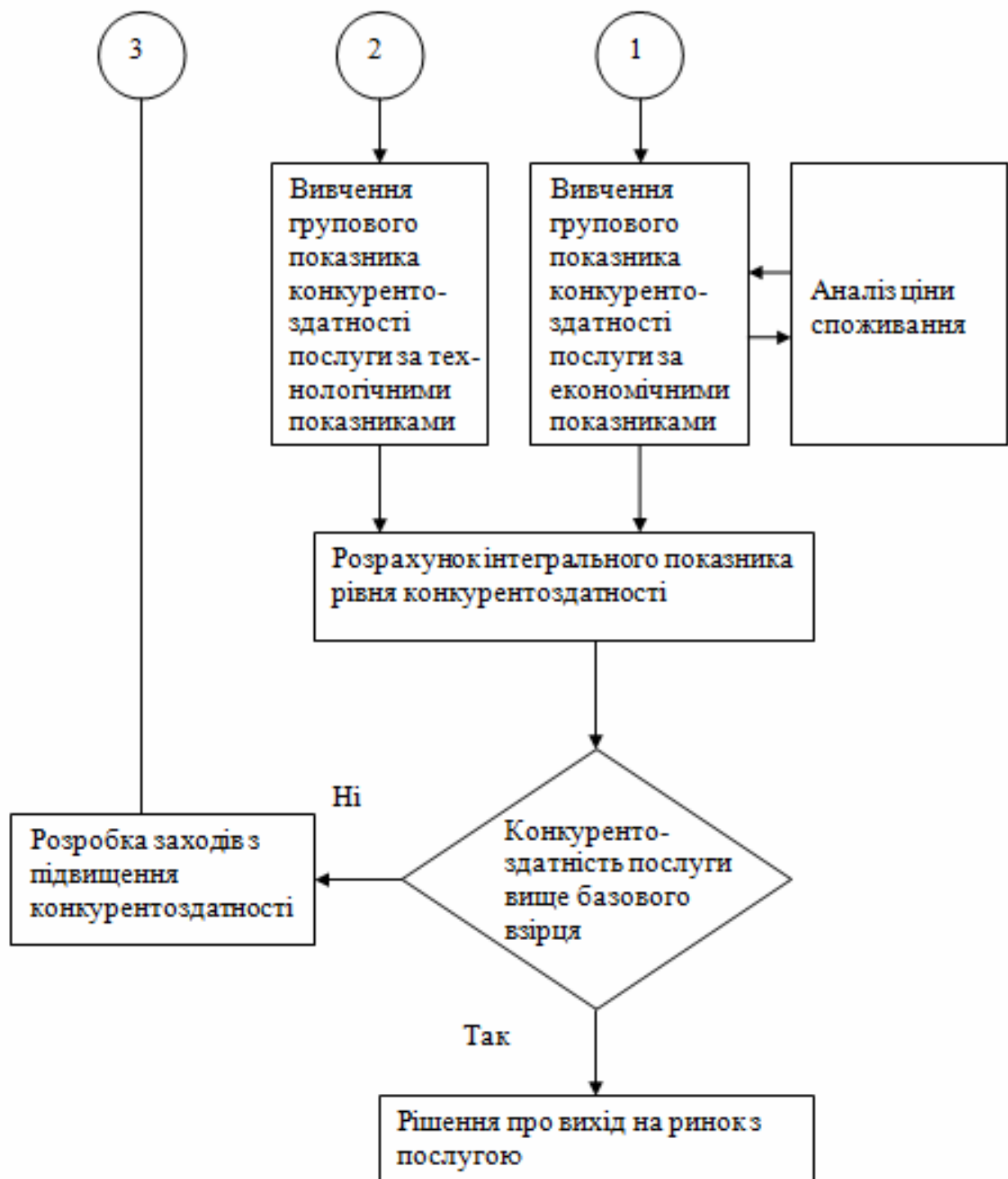


Рисунок 4.3 – Схема оцінки рівня конкурентоздатності транспортної послуги [131]



 – схема оцінки рівня конкурентоздатності транспортної послуги за нормативними показниками.

Норми, стандарти та законодавчі акти, щодо організації МПТ надані в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Нормативні значення показників перевізного процесу МПТ

Показники	Нормативні значення показників	Нормативні посилання
Інтервал руху I , хв.	1-10	ДБН 360-92* «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» Закон України «Про автомобільний транспорт» від 23 лютого 2006р. № 3492-IV Постанова Кабінету міністрів України «Про внесення змін до Порядку проведення конкурсу з перевезення пасажирів на автобусному маршруті загального користування» від 29 червня 2011 р. N 953
Середня відстань поїздки пасажирів l_{cp} , км	5-7	
Технічна швидкість V_T , км/год	25-30	
Швидкість сполучення V_c , км/год	17-20	
Статичний коефіцієнт використання місткості ТЗ γ_c	0,3-0,78	
Динамічний коефіцієнт використання місткості ТЗ γ_d	0,3-0,9	
Термін експлуатації ТЗ $T_{експл}$, роки	3-5	

Одним із методів оцінки конкурентоздатності автотранспортних послуг на ринку міських пасажирських перевезень є побудова багатокутника конкурентоздатності (рис. 4.2). За його допомогою можна оцінити сильні й слабкі сторони міських пасажирських маршрутів у порівнянні з аналогічними послугами конкурентів.

4.3.2 Оцінка конкурентоздатності міських пасажирських транспортних послуг за технологічними параметрами

Розглядаючи схему, зображену на рисунку 4.3 [131], можемо визначити етапи, які необхідно розглянути для оцінки конкурентоздатності транспортної послуги за технологічними параметрами (рис. 4.4).

До об'єктивних чинників, що сприяють розвитку міських маршрутних пасажирських перевезень, поряд з ростом рухливості мешканців міст і вартості використання індивідуальних автотранспортних засобів, відноситься також

прагнення підвищити рівень безпеки та комфортності поїздок, наявність відповідного нормативно-правового забезпечення, поліпшення економічного стану країни і її громадян, прийняття конкурсних засад виявлення перевізника та використання резервів раціональної організації руху на маршрутах.

При розробці технологічного процесу надання послуги встановлюють:

- вид і технологію перевезення;
- параметри послуги (маршрут руху, місця розташування зупинних пунктів і режими їх роботи, розклад руху, тип (марку, модель) автотранспортних засобів, нормування швидкостей руху автотранспортних засобів, спеціальні умови пересування, порядок інформаційного забезпечення послуги, вартісні характеристики та ін.) і показники якості;
- склад і послідовність процедур виконання послуги;
- склад і кількість необхідних ресурсів, включаючи автотранспортні засоби, запасні частини і матеріали, устаткування, засоби технічного і документального забезпечення й оснащення послуги;
- порядок управління і контролю за процесом надання послуги (диспетчерське управління, контрольно-ревізійні перевірки та ін.).

З технологічними параметрами послуги пов'язаний вибір споживачем, що полягає у відборі послуги того або іншого потенційного «кандидата» на організацію процесу перевезень. Даний вибір буде мати позитивне значення, якщо запропонована послуга задовольняє існуючу потребу пасажира та принесе йому необхідний бажаний ефект.

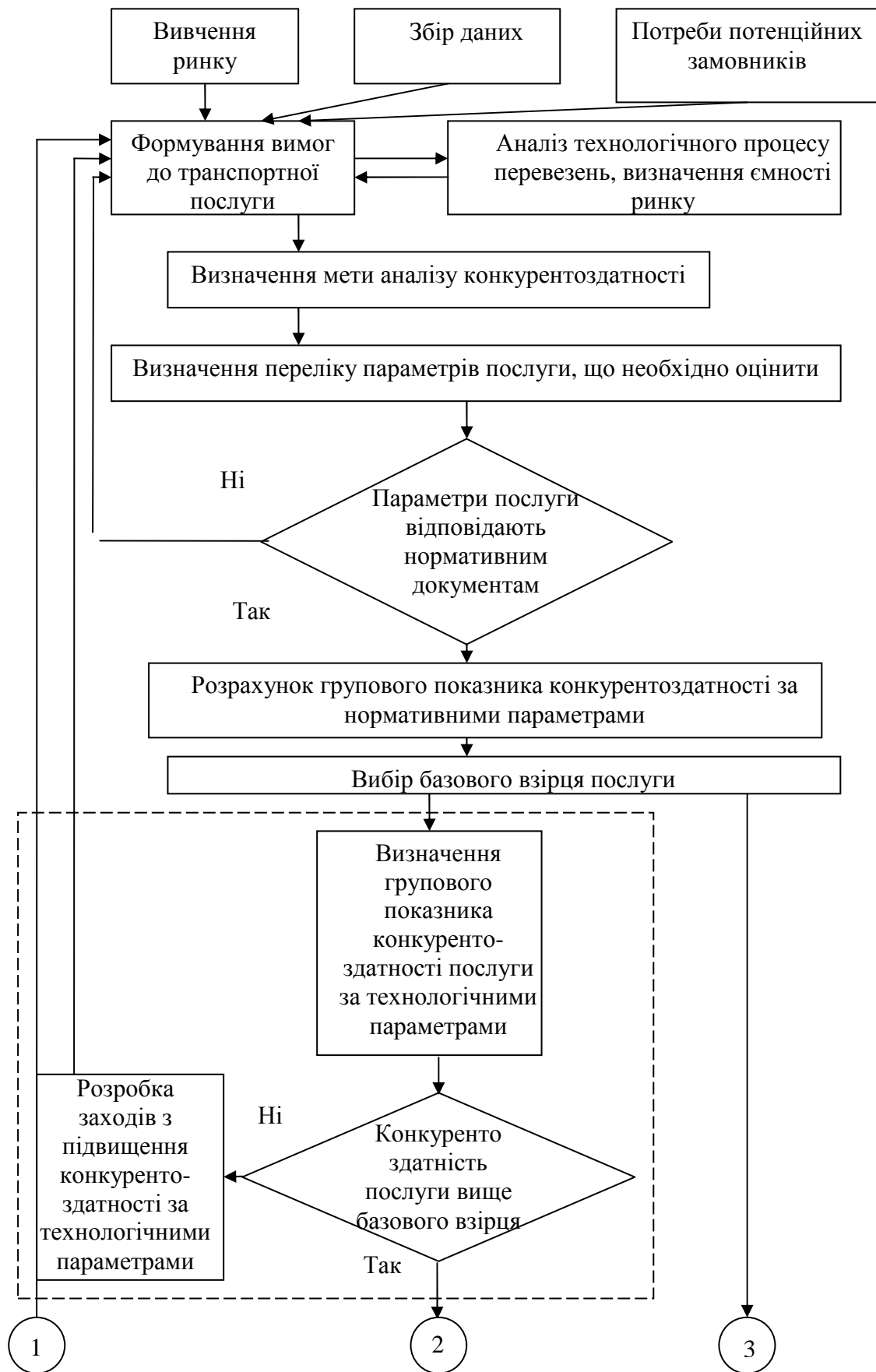
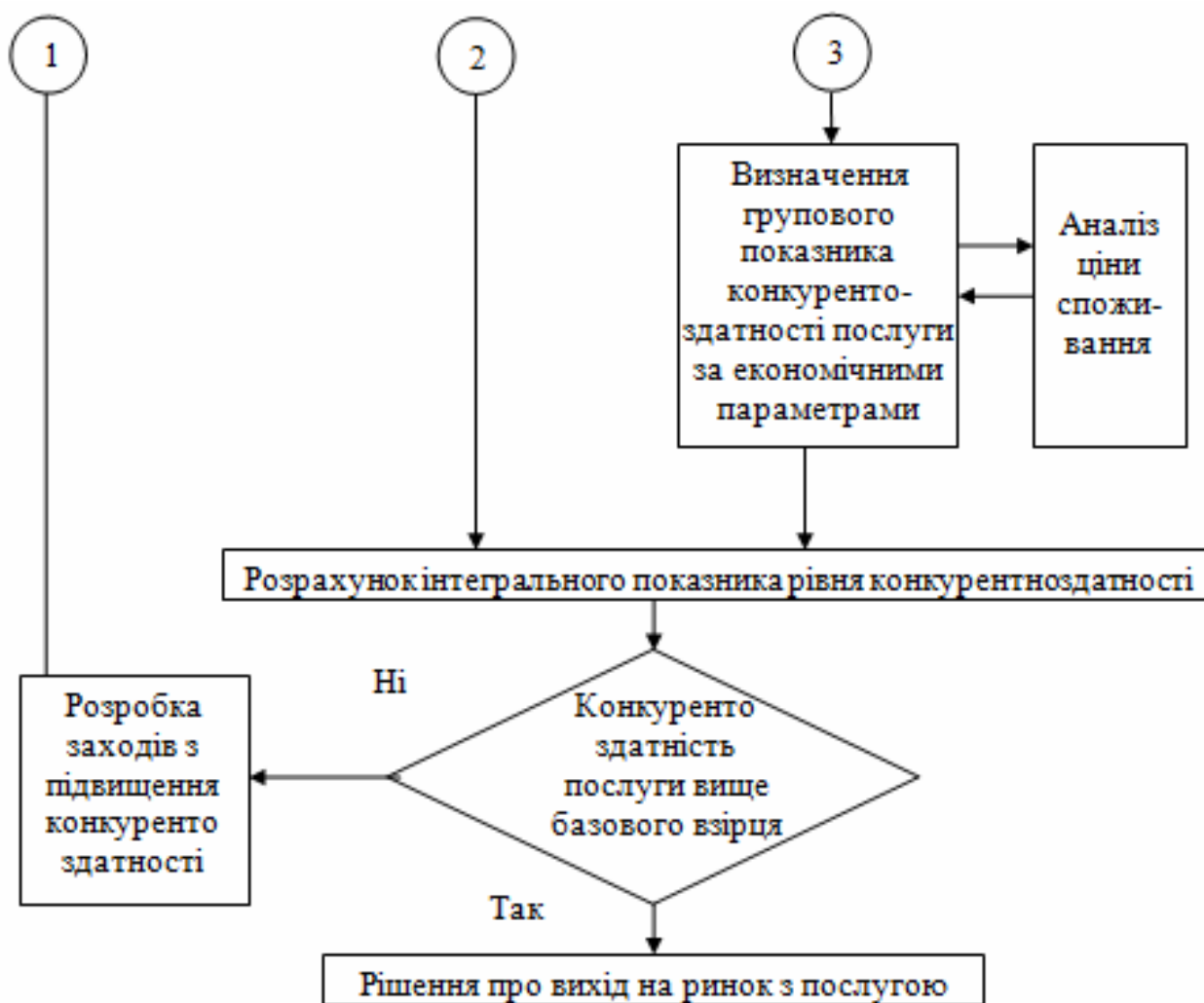


Рисунок 4.4 – Схема оцінки рівня конкурентоздатності транспортної послуги [131]



— схема оцінки рівня конкурентоздатності транспортної послуги за технологічними параметрами

Тобто, можна зробити висновок, що сама потреба в транспортних послугах володіє свого роду ієрархічною структурою, в якій різноманітні елементи з точки зору споживача, мають неоднакове значення [131].

За величиною технологічного параметру замовник визначає відповідність своїм потребам. Це можна виразити у кількісній формі, як відсоткове відношення величини означеного параметру до величини того ж параметру, при якій потреба задовольняється цілком [131]:

$$g_i = \frac{P_i}{P_{i100}} \cdot 100\%, \quad (4.18)$$

де g_i – одиничний технологічний показник за i -им параметром;

P_i – величина i -го параметру для послуги, що аналізується;

P_{100} – величина i -го параметру, при якому потреба задовольняється цілком.

За залежністю (4.18) можна визначити єдиний технологічний показник за всіма параметрами, що цікавлять споживача. На базі цього на наступному етапі оцінки конкурентоздатності послуги визначається груповий показник, що характеризує відповідність послуги потребі споживача:

$$J_{Т.П.} = \sum_{i=1}^n g_i \cdot a_i, \quad (4.19)$$

де $J_{Т.П.}$ – груповий параметричний показник за технологічними параметрами;

g_i – одиничний параметричний показник за i -им технологічним параметром;

a_i – вагомість i -го параметру в загальному наборі кількісних параметрів, що характеризують потребу;

n – число параметрів, що беруть участь в оцінці.

Груповий параметричний показник за технологічними параметрами визначає наскільки цілі, що аналізуються, відповідають існуючій потребі щодо всього набору технологічних параметрів. Чим вище його значення, тим повніше послуга задовольняє запитання споживача [131].

Однак, якщо пропозиція послуги за якими-небудь параметрами буде перевищувати попит споживача, то таке перевищення враховуватися замовником не буде. Отже одиничний показник за будь-якого параметру не може перевищувати 100%. У зв'язку з цим, при розрахунках необхідно враховувати мінімальне з двох значень – 100% або фактичне значення показника.

Показники, що розраховуються за залежністю (4.18) та (4.19) не дозволяють оцінити рівень конкурентоздатності. Для оцінки рівня конкурентоздатності виникає необхідність порівняти параметри послуги, що аналізується, та параметри послуги конкурентів. Для цього можна використати таку залежність [131]:

$$K = \frac{J_{Т.П.А.}}{J_{Т.П.Б.}}, \quad (4.20)$$

де K – показник конкурентоздатності послуги A щодо послуги конкурентів за технологічними параметрами;

$J_{г.п.а.}$ – груповий показник для послуги A , що відображає ступінь її відповідності конкретній потребі;

$J_{г.п.б.}$ – груповий показник для послуги B , що відображає її відповідність тій же потребі.

У разі, якщо $K > 1$, послуга A є конкурентоздатною стосовно послуги B .

Для проведення даних оцінних розрахунків виникає необхідність в проведенні підприємством досліджень, спрямованих на вивчення потреб замовників у відповідних видах перевезень. Однак не завжди у підприємства є необхідні кошти та час на проведення додаткових досліджень. У цьому випадку, можна оцінити рівень конкурентоздатності допоміжним методом – з використанням послуги – взірця. Цей спосіб оцінки можна застосувати в тому випадку, якщо на ринку вже існують подібні транспортні послуги. У цьому випадку послуга – взірець виступає в якості матеріалізованих вимог, яким повинні задовольняти послуги, що претендують на ту чи іншу частину попиту на ринку.

При використанні послуги – взірця найбільш відповідальним кроком є вибір взірця, який би правильно відображав вимоги споживача. При цьому доцільно керуватися наступними критеріями:

- взірець і послуга, що аналізується, повинні відповідати за призначенням за умовами експлуатації та орієнтації на одну групу споживачів;
- взірець має відповідати меті аналізу конкурентоздатності;
- параметри послуги-взірця мають бути встановлюватися на основі достовірної інформації;
- необхідно враховувати модифікації параметрів послуги-взірця в часі.

У разі, якщо не має можливості визначити послугу-взірець або необхідно рівень конкуренції визначити достатньо швидко і немає можливості зібрати необхідну інформацію, оцінку конкурентоздатності можна визначити, аналізуючи відповідність запропонованої послуги деякою гіпотетичною послугою, характеристики якої являють собою середнє значення параметрів послуг даної групи. Однак при цьому необхідно мати на увазі, що потреби у даній гіпотетичній послугі можливо і не існує. Внаслідок цього, дані оцінки необхідно уточнювати.

На ринку транспортних послуг, як правило, існує достатня кількість послуг одного класу. Кожна послуга може мати перевагу у значенні яких-небудь конкурентних параметрів. Унаслідок цього, для оцінки

конкурентоздатності виникає необхідність у проведенні оцінних розрахунків з ряду послуг. Це дозволить найбільш повно врахувати потреби споживача.

При оцінці конкурентоздатності стосовно послуги – взірця залежність для визначення одиничного показнику конкурентоздатності подається таким чином [131]:

$$g_i = \frac{P_i}{P_{i0}} 100\% ; \quad (4.21)$$

$$g_i' = \frac{P_{i0}}{P_i} 100\% , \quad (4.22)$$

де g_i – одиничний показник конкурентоздатності за i -им технологічним параметром;

P_i – величина i -го параметру для послуги, що аналізується;

P_{i0} – величина i -го параметру для послуги, прийнятої за взірець.

З залежностей (4.21) і (4.22) вибирається та, у якій зростання у одиничного показнику відповідає підвищенню конкурентоздатності.

У відповідність з даними перетвореннями залежності (4.19) формула для визначення значення групового показнику за технологічними параметрами буде мати вид:

$$J_{T.П.} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_{i0}} a_i , \quad (4.23)$$

де $J_{T.П.}$ – груповий показник за технологічними параметрами;

a_i – вагомість i -го параметру в загальному виборі з n - параметрів, що досліджуються при порівнянні послуги, що аналізується, і послуги – взірця;

n – число параметрів, що беруть участь у аналізі.

Вагомість кожного з оцінюваних параметрів можна оцінити за формулою:

$$a_i = \frac{\sum_{j=1}^m X_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_j} , \quad (4.24)$$

де X_j – сума рангів за j -им чинником;

m – кількість проведених опитувань.

Показник $J_{Т.П.}$ – описує конкурентоздатність послуги за технологічними параметрами по відношенню до іншої. При цьому необхідно враховувати наступні особливості. Окремі елементи потреби замовника мають межу. Якщо параметр запропонованої послуги перевищує значення потреби, дана послуга не буде мати переваги щодо послуги – взірця при перевищенні його параметрів стосовно параметрів послуги – взірця.

У теперішній час відсутня база даних вагомості одиничних показників конкурентоздатності. Створення такої бази вимагає проведення додаткових досліджень. Методичні підходи, що використовуються при дослідженнях, полягають у наступному:

- на основі опитувань споживачів та експертних оцінок серед властивостей послуги виділяється ряд головних, що надає найбільший інтерес для користувачів;

- кожні з виділених властивостей оцінюються за допомогою якісних категорій: «дуже добре», «добре», «задовільно», «незадовільно», «надто незадовільно» (при цьому встановлюють інтервали значень, кожному з яких відповідає кількісна оцінка);

- для кожної властивості послуги експертним шляхом визначається її вагомість у загальному наборі характеристик послуги;

- загальна оцінка якості послуги визначається шляхом середньої оцінки за окремими властивостями з урахуванням їхньої вагомості;

- одержана загальна оцінка зіставляється з тарифом за виконання послуги.

Таким чином, виникає можливість визначити груповий показник оцінки конкурентоздатності транспортних послуг.

Основні підходи у визначенні привабливості маршрутів базуються на таких технологічних параметрах перевезень: швидкість пересування, інтервал руху, витрати часу на пересування, наповнення автобусів. Безпека перевезення належить до числа обов'язкових вимог та є одним з показників якості транспортного обслуговування.

Відповідно до наказу Мінтрансу України від 12.11.2003 №877 безпека – це відсутність неприпустимого ризику, пов'язаного з травмуванням або загибеллю людей, заподіянням збитків навколишньому середовищу. Безпека дорожнього руху – характеристика дорожнього руху, що визначається аварійністю.

Умови експлуатації на маршруті, марка і рік випуску транспортного засобу, рівень якості обслуговування пасажирів об'єктивно впливають на функціональний стан пасажирів і, залежно від умов поїздки, на ступінь стомлення, що призводить до зниження рівня працездатності пасажирів, особливо в першу годину роботи [56].

4.3.3 Оцінка конкурентоздатності послуги за економічними параметрами

З використанням показника конкурентоздатності транспортної послуги можна оцінити, чи може послуга, що аналізується, задовольняти існуючу потребу. Однак не всяка потреба може бути реалізована, внаслідок необхідності оплати за її задоволення потреби. Внаслідок цього, для всебічного аналізу транспортної послуги виникає необхідність у дослідженні її економічних параметрів, а саме, при якому рівні затрат потреба може бути задоволена. Даний рівень витрат також визначає рівень конкурентоздатності послуги [131].

Показник конкурентоздатності транспортної послуги за економічними параметрами (ціна споживання) можна описати таким чином [131]:

$$J_{E.П.} = \frac{Ц}{Ц_0}, \quad (4.25)$$

де $J_{E.П.}$ – показник за економічними параметрами;

$Ц$ – ціна споживання послуги, що аналізується;

$Ц_0$ – ціна споживання послуги-взірця.

Ціна споживання послуги може бути надана у вигляді суми витрат за окремими статтями [131]:

$$Ц = \sum_{i=1}^n Z_i, \quad (4.26)$$

де $Ц$ – ціна споживання;

Z_i – витрати за окремими статтями (у вартісному виразі);

n – число статей витрат.

В якості статей витрат при виконанні транспортної послуги можуть виступати показники, що надані на рисунку 3.13.

Показник конкурентоспроможності транспортної послуги за економічними параметрами можна представити таким чином [131]:

$$J_{E.П.} = \sum_{i=1}^n l_i f_i, \quad (4.27)$$

де f_i – відношення витрат за окремими статтями витрат для послуги-взірця до ціни споживання послуги-взірця (z_{io}/C_0), тобто частка витрат за окремими статтям в ціні споживання послуги-взірця;

l_i – відношення витрат за окремими статтями витрат для послуги, що аналізується, до витрати за окремими статтями витрат для послуги-взірця (z_i/z_{io}).

Таким чином, показник конкурентоздатності послуги, що аналізується, надає собою суму одиничних показників за видами витрат, зважених за їхньою пайовою участю у ціні споживання послуги-взірця [131].

З урахуванням групових показників за нормативними, екологічними та економічними параметрами можливо визначити інтегральний показник конкурентоздатності послуги, що аналізується щодо взірця [131]:

$$K = J_{H.П.} \frac{J_{T.П.}}{J_{E.П.}}, \quad (4.28)$$

де K – інтегральний показник конкурентоздатності послуги, що аналізується, стосовно взірця;

$J_{H.П.}$ – груповий показник за нормативними параметрами;

$J_{T.П.}$ – груповий показник за технологічними параметрами;

$J_{E.П.}$ – груповий показник за економічними параметрами.

Даний показник відображає відмінність між транспортною послугою, що аналізується у споживчому ефекті, який припадає на одиницю витрат замовника і послугою – взірцем. При $K < 1$ розглядувана послуга поступається взірцю по конкурентоздатності, якщо $K > 1$, то послуга переважає взірець при рівній конкурентоздатності $K=1$ [131].

У більшості випадків аналогічні транспортні послуги виробляють декілька транспортних підприємств. Унаслідок цього, виникає необхідність визначення показника конкурентоздатності серед групи послуг-взірців.

Для цього можна скористуватися такою формулою [131]:

$$K_{cp} = \sum_{i=1}^N K_i r_i, \quad (4.29)$$

де K_{cp} – інтегральний показник конкурентоздатності послуги стосовно групи послуг-взірців;

K_i – показник конкурентоздатності відносно i -го взірця;

r_i – вагомість i -го взірця у групі аналогів;

N – число послуг-взірців.

При повному підвищенні технологічних параметрів декількох послуг найбільш конкурентоспроможною буде послуга, у якої ціна споживання мінімальна [131]:

$$J_{E.П.} = \frac{Ц}{Ц_0} \rightarrow \min. \quad (4.30)$$

Конкурентоздатність будь-якої послуги – це величина, що змінна у часі. Підприємства вдосконалюють показники послуг, що пропонуються на ринку транспортних послуг. Змінюються і самі ринкові відносини: відповідність попиту та пропозиції, рівень цін на енергоносії та технічне обслуговування транспортних засобів та ін. Внаслідок цього, необхідно оцінити модифікацію конкурентоздатності послуги, що аналізується, вчасно. Для цього можливо використовувати індекс, що становить відношення показнику конкурентоздатності у даному році до аналогічного показнику базового періоду [131]:

$$i_k = \frac{K_1}{K_2} \cdot 100 \% , \quad (4.31)$$

де i_k – індекс конкурентоздатності послуги;

K_1 – показник конкурентоздатності послуги у поточному році;

K_2 – показник конкурентоздатності послуги у базовому році.

Можливо також оцінити динаміку модифікації основних складових конкурентоздатності:

$$i_k = \frac{i_{KT.П}}{i_{KE.П}} 100\% , \quad (4.32)$$

де $i_{KT.П}$ – індекс конкурентоздатності послуги за технологічними параметрами;

$i_{KE.П}$ – індекс конкурентоздатності послуги за економічними параметрами.

Дані показники визначаються за такими залежностями:

$$i_{KT.П} = \frac{J_{T.П.T}}{J_{T.П.B}} , \quad (4.33)$$

$$i_{KE.П} = \frac{J_{E.П.T}}{J_{E.П.B}} , \quad (4.34)$$

де $J_{T.П.T}$ – груповий показник конкурентоздатності за технологічними параметрами у поточному році (T) та базовому (B);

$J_{E.П.B}$ – груповий показник конкурентоздатності за економічними параметрами у поточному році (T) та базовому (B).

Таким чином, можна оцінити конкурентоздатність транспортної послуги та її динаміку.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке конкурентоздатність транспортних послуг?
2. Назвіть основні методи оцінки конкурентоздатності автотранспортних маршрутів міського пасажирського транспорту.
3. У чому полягає метод оцінки конкурентоздатності за допомогою побудови оцінних профілів?
4. У чому полягає метод оцінки конкурентоздатності за допомогою побудови багатокутника конкурентоздатності?
5. Назвіть недоліки методу оцінки конкурентоздатності за допомогою побудови багатокутника конкурентоздатності.

6. Які показники використовують при оцінці конкурентоздатності методом розрахунку коефіцієнта конкурентоздатності?
7. У чому полягає метод оцінки конкурентоздатності з використанням функції бажаності?
8. Назвіть недоліки методу оцінки конкурентоздатності з використанням функції бажаності.
9. Що таке якість транспортного обслуговування пасажирів?
10. За якими показниками роботи міського пасажирського транспорту оцінюється якість транспортного обслуговування пасажирів?
11. Які етапи включає оцінка конкурентоздатності міських пасажирських транспортних послуг за нормативними параметрами?
12. Як оцінюється конкурентоздатність міських пасажирських транспортних послуг за технологічними параметрами?
13. Які етапи включає в себе оцінка конкурентоздатності міських пасажирських транспортних послуг за економічними параметрами?
14. Які статті витрат при виконанні транспортної послуги враховуються при оцінці конкурентоздатності міських пасажирських транспортних послуг за економічними параметрами?
15. Що таке індекс конкурентоздатності послуги?
16. Яким чином можна оцінити динаміку модифікації основних складових конкурентоздатності?

РОЗДІЛ 5

ТАРИФНА ТА БІЛЕТНА СИСТЕМИ ПРИ УПРАВЛІННІ МІСЬКИМИ ПАСАЖИРСЬКИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ

5.1 Тарифна система в управлінні міським пасажирським транспортом

Забезпечення високого рівня потужності інфраструктури міського пасажирського транспорту дозволяє задовольнити попит на пересування населення і забезпечити необхідний рівень обслуговування при взаємозв'язку з економічною доцільністю.

Як зазначає Цибулка Я. [58], система міського пасажирського транспорту, як і будь-яка реальна система, має нескінченну безліч об'єктивних властивостей, але для споживачів важливі ті, які задовольняють їх потребам. Ці корисні властивості і характеризують послугу.

У роботі [126] наведена схема задоволення споживачів у послугах міського пасажирського автотранспорту (рис. 5.1).

Споживач володіє правом скористатися потенційною послугою, заздалегідь здійснивши вибір маршруту, виходячи з типу транспортного засобу, тарифу на поїздку, комфортабельності й сумарного часу, що витрачається залежно від функціонування системи міського пасажирського автотранспорту.

Після «узгодження» умов настає момент надання послуги. Споживач після закінчення процесу пересування проводить оцінку відповідності «втратам, що зазнав» (економічних і соціальних) із ступенем задоволення своєї потреби.

Одним з аспектів мотивації на МПТ є процес тарифоутворення і формування такого тарифу, який буде забезпечувати відшкодування витрат транспортного підприємства, але при цьому процес підготовки пропозицій по встановленню тарифів і їх затвердженню пов'язаний також з необхідністю враховувати соціально-економічні інтереси громадян.

Тарифна політика держави є одним з найважливіших інструментів впливу на хід економічних і соціальних процесів в країні. Вона складає частину держаної цінової політики і має реалізувати загальноекономічну тенденцію переходу до системи вільного ціноутворення.

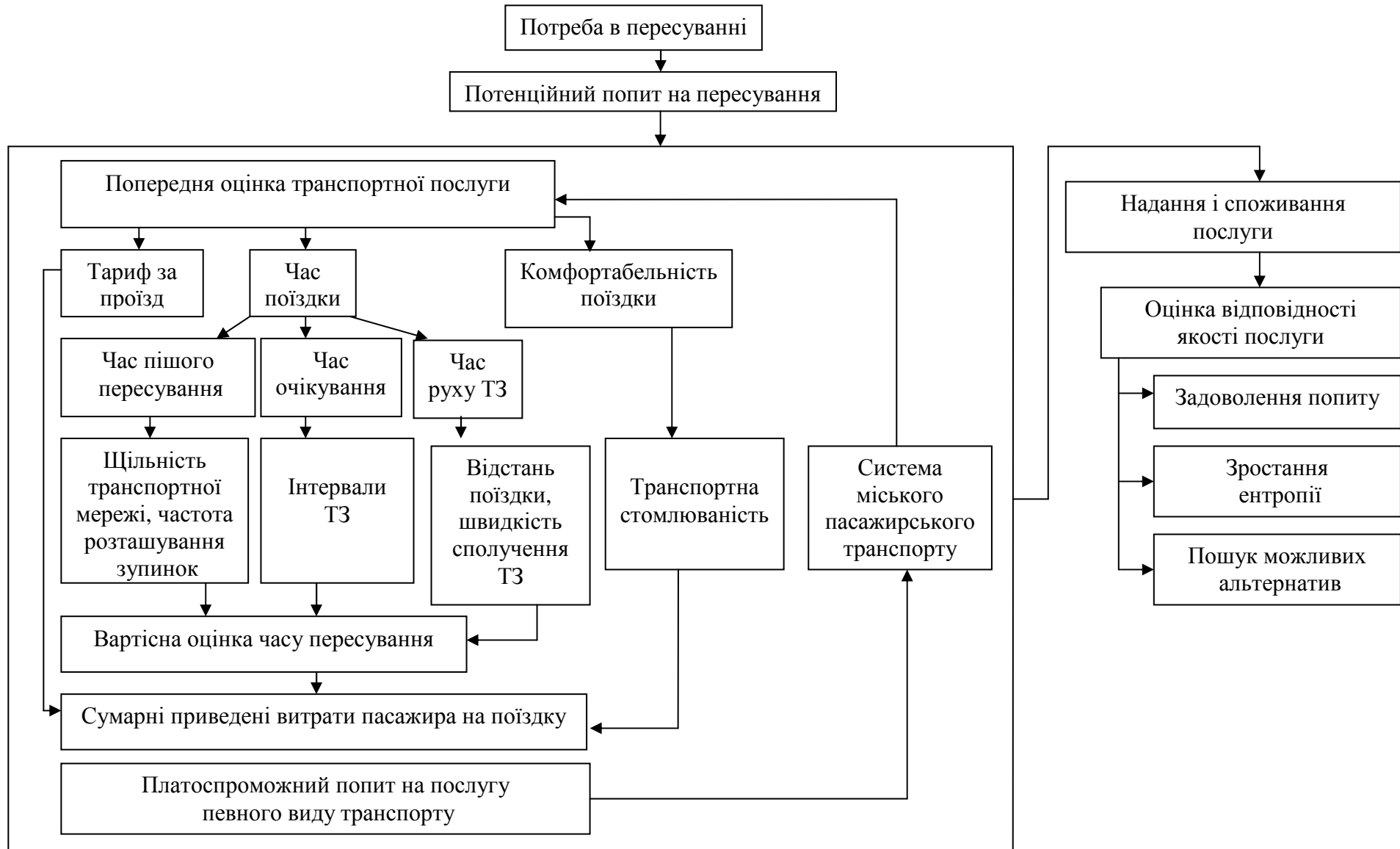


Рисунок 5.1 – Схема задоволення пасажирів послугами міського пасажирського автотранспорту [126]

Разом з тим, ця політика враховує вплив вільних транспортних тарифів на рівень інфляції та платоспроможності попиту на перевезення, а також необхідність державної фінансової підтримки малозабезпеченого населення і транспортних підприємств, що працюють за фіксованими тарифами.

Актуальним є питання тарифної політики в сфері пасажирських перевезень, соціальну значимість якої важко переоцінити.

Тарифна політика пасажирських перевезень повинна сприяти підвищенню фінансово-економічної стійкості й ефективній роботі перевізників, поліпшенню якості послуг, що надаються і створенню таких умов, що стимулюють користування населенням послугами МПТ. Система тарифоутворення повинна ґрунтуватися з урахуванням економічно обґрунтованих витрат транспортного підприємства і платоспроможного попиту населення.

Тариф – це грошове вираження вартості одиниці наданих послуг, а процес формування тарифів прийнято називати **тарифотворенням** [144].

Методика визначення тарифів на перевезення пасажирів міським пасажирським транспортом повинна бути орієнтована на вирішення наступних завдань:

- рівень тарифів на перевезення пасажирів повинен забезпечувати доступність послуг пасажирського транспорту для населення з різним рівнем прибутку;

- рівень тарифу повинен бути достатнім для відшкодування економічно обґрунтованих витрат підприємств пасажирського транспорту, некомпенсованих фінансуванням з бюджету;

- рівень пасажирського тарифу повинен передбачати необхідний і достатній для соціального розвитку колективу рівень рентабельності.

Сучасні підходи науковців і практиків до системи сплачування за проїзд в МПТ підрозділяється на дві основні групи.

Перша – розглядається доцільність обчислення і дослідження соціального тарифу за проїзд. Тобто визначається така сума плати, яка задовольняє соціум громадян.

Друга – базується на потребах транспортних підприємств, а саме намаганні їх одержати за транспортну роботу таку загальну суму коштів, яка б забезпечувала прийнятний прибуток.

Система тарифів може передбачати різні варіанти оплати пасажирами проїзду на маршрутах МПТ:

- єдиний тариф за поїздки незалежно від відстані;
- поясні (дільничні тарифи);

- почасовий тариф, що залежний від тривалості користування послугами МПТ протягом доби незалежно від поїздок і пересадок;

- пільгові тарифи для певних категорій пасажирів [3].

У роботі [20, 135] розглядається дві системи тарифної платні:

- єдиний тариф, при якому оплата за проїзд проводиться по одній ставці незалежно від дальності поїздки;

- диференційований тариф, при якому оплата за проїзд встановлюється залежно від дальності поїздки пасажирів.

Диференційований тариф залежно від використовуваної системи має наступні різновиди [20, 145]:

- покілометровий;

- ділянковий;

- постанційний.

На сьогодні найбільш розповсюдженим на МПТ є використання єдиного тарифу.

Пасажири здебільш бажають за достойні умови поїздки сплачувати якомога менше, а підприємці за ті самі умови поїздки, які вони забезпечують, намагаються одержати якомога більше. Там, де це досягається, транспортна система функціонує ефективно зі своїми темпами розвитку. При цьому розрізняють різні поняття тарифів (рис.5.2).

Соціально-орієнтованою величиною є така величина тарифу при якій більшість населення зможе задовольнити свої, обумовлені соціальними умовами життя потреби в транспортних переміщеннях без перевищення допустимого навантаження на сімейний бюджет.

Сума коштів, яку мешканці можуть витратити на оплату послуг міського та приміського транспорту, не повинна перевищувати певної частки різниці між величинами середньодушових грошових доходів та прожиткового мінімуму. Ця частка встановлюється місцевими органами виконавчої та законодавчої влади стосовно конкретних соціально-економічних умов.

Розрахунки по визначенню вартості транспортних послуг є, по суті, фінансово-економічними, але процес підготовки пропозицій щодо встановлення тарифів і їх затвердженню пов'язаний також з необхідністю враховувати соціально-економічні інтереси громадян у відношенні міського пасажирського транспорту, максимального врахування суспільних інтересів, під якими слід розуміти насамперед прийнятну якість транспортних послуг за доступними для більшості громадян цінам, тобто соціально орієнтованим величинам тарифів.



Рисунок 5.2 – Види тарифів

В основі переходу від економічно обґрунтованих тарифів, що розраховані на нормативній основі, до соціально-орієнтованих має бути використаний основний принцип – захист і задоволення інтересів як населення, так і перевізників.

Захист інтересів більшої частини населення полягає в тому, щоб для найменш забезпеченої їхньої частини частка від розподілу різниці між їхнім середньодушовим прибутком і прожитковим мінімумом не перевищувала транспортні витрати, обумовлені мінімальною кількістю життєво необхідних транспортних пересувань.

Така різноманітність підходів до формування тарифної системи обумовлена різними конкретними завданнями, що виникають з тієї чи іншої

соціально-економічної ситуації. Світова наука і практика рідко вдається до наведеної різноманітності тарифів. Як правило, використовується компроміс між соціально-орієнтованим і економічним підходами, який полягає в тому, що пасажир сплачує лише частку собівартості перевезень з урахуванням якогось рівня рентабельності, а решту компенсують з бюджетів різних рівнів, як правило, це муніципальний бюджет.

Так, світова практика свідчить, що в салоні транспортного засобу пасажир сплачує 25...75% рентабельності від вартості поїздки для перевізника, а решту навпаки, 75...25% компенсує бюджет. Така схема організації фінансових потоків є привабливою як для пасажирів, так і перевізників. На теперішньому етапі спостерігається наступне співвідношення між сплатою за проїзд в МПТ і таксі: окремо чотири пасажирів сплачують в салоні МПТ за проїзд приблизно ту ж саму вартість поїздки, яку б вони сплатили за проїзд в таксі загалом.

Для застосування того або іншого методу оплати проїзду на МПТ має значення технологія стягування з пасажирів платні за окремі поїздки (разова оплата проїзду). Оплата декількох поїздок за допомогою придбання довгострокових проїзних квитків проводиться однаково при різних методах стягування проїзної платні.

Разова оплата проїзду на МПТ може проводитися одним з двох методів: безкондукторним і з кондуктором. Основні цілі обслуговування пасажирів без кондукторів полягають у вивільненні значного числа працівників і зниженні у зв'язку з цим витрат перевізників. Проте при використанні безкондукторної системи виникає потреба в посиленні контролю за оплатою проїзду. Безкондукторна форма обслуговування можлива, якщо використовуються єдині тарифи.

5.2 Методи утворення тарифів на маршрутах міського пасажирського транспорту

Раніше при удосконаленні міських пасажирських перевезень в роботах вчених тариф не розглядався, це було недоцільно, він був постійною величиною і встановлювався державою. Однак сучасний стан масового пасажирського транспорту характеризується як незадовільний. Збитковість муніципальних пасажирських перевезень за наявності в них можливості самим встановлювати монопольні ціни пов'язана з невизначеним статусом, при якому вони, з одного боку, є комерційними підприємствами, маючи на меті отримання

максимального прибутку, а з іншого, – установами, що надають транспортні послуги за пільговими тарифами для певних категорій пасажирів. Звідси незацікавленість їх в уведенні самостійної підприємницької діяльності в ринкових умовах. Саме наявність великої кількості пільгових пасажирів і система фінансування підприємств громадського транспорту змушує міський муніципалітет до підвищення вартості проїзду, для скорочення навантаження на бюджет, створюючи ситуацію, при якій кожен платний пасажир оплачує не тільки свій проїзд, але й проїзд ще «пільгового» пасажера.

Разом з муніципальними підприємствами на ринку пасажирських перевезень діє велика кількість операторів, які надають послуги з перевезень на вищому рівні (в основному рухомим складом малої місткості), близькі за своїми параметрами до індивідуального перевезення особистим автомобілем або автомобілем-таксі. Тому в умовах вільних цін зростання транспортних тарифів на перевезення (послуги) призводить до зміни виду транспорту саме платними пасажирями.

На підставі вищенаведеного аналізу сучасного стану пасажирського транспорту і ринкових умов, в яких працюють транспортні підприємства, при удосконаленні міських пасажирських перевезень в дослідженнях тариф є варіативною величиною.

На даний момент існують різні методи визначення вартості перевезення населення міським пасажирським транспортом. У роботі [148] наведена наступна класифікація (рис. 5.3).

До недоліків розрахункового методу «середні витрати + прибуток» визначення тарифу можна віднести такі:

- складність визначення оптимальної величини прибутку;
- не враховується особливості попиту і конкуренції.

Метод визначення тарифу на основі аналізу беззбитковості й забезпечення цільового прибутку ґрунтується на побудові графіку беззбитковості й встановленні такого тарифу, що забезпечує бажаний обсяг прибутку [148], однак цей метод не враховує еластичності попиту.

Розрахунковий метод встановлення тарифу за споживчою вартістю передбачає встановлення тарифу відповідно до ефекту, одержуваного клієнтом від використання послуги, тобто відповідно до її споживчої вартості [148].

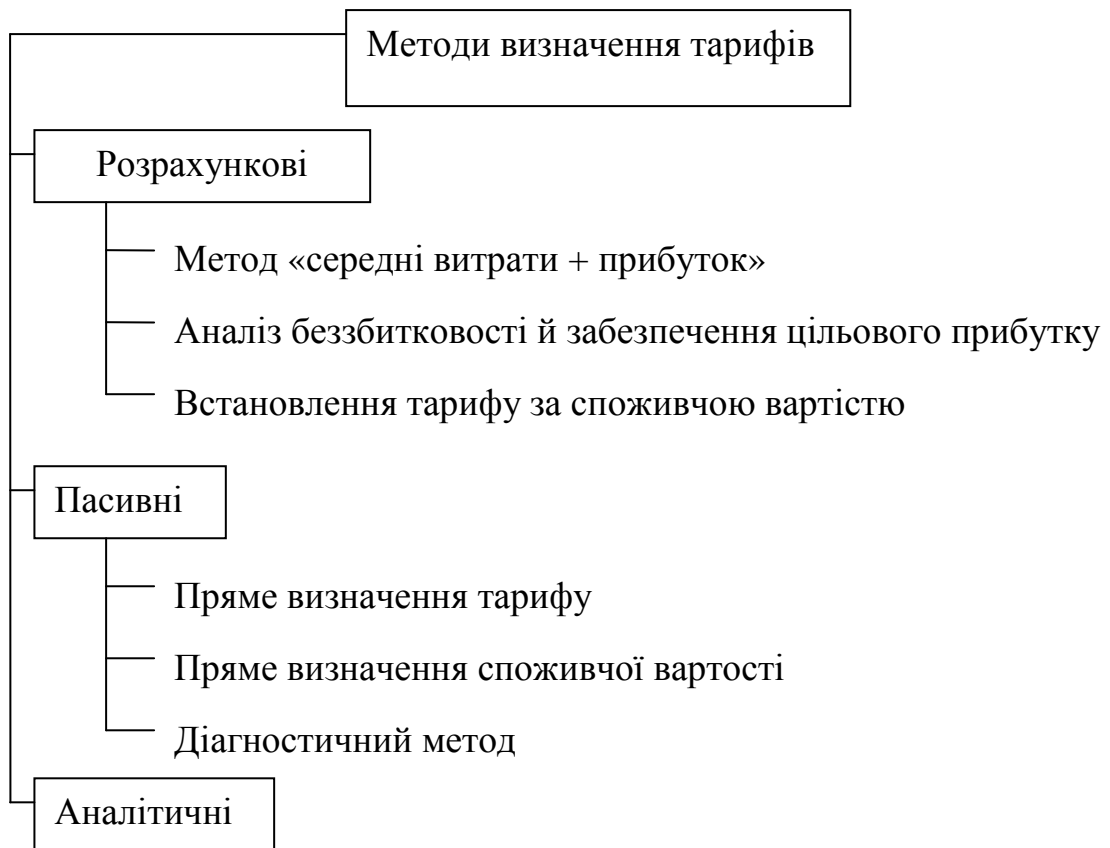


Рисунок 5.3 – Класифікація методів визначення тарифів на перевезення міським пасажирським транспортом

При визначенні тарифу групи респондентів просять визначити тариф, по яких вони готові платити за певні послуги. При визначенні споживчої вартості групі респондентів пропонують дати бальну і відносну оцінку корисності послуги, тариф встановлюється пропорційно відношенню оцінки послуги клієнтів до значення базової оцінки. При діагностичному методі споживча вартість оцінюється за декількома показниками: отримана оцінка узагальнюється, тариф встановлюється по щодо оцінок досліджуваної й базової послуги [148].

При використанні аналітичного методу визначення тарифу, він встановлюється на основі прогнозування економічного ефекту, що має одержати клієнт від використання послуги [148].

Розглянуті підходи до розрахунку тарифів на перевезення пасажирів спрямовані на створення умов для підвищення фінансово-економічної стійкості й ефективної роботи перевізників [6, 139, 145]. Відповідно до «Методичних рекомендацій визначення рівня тарифів на послуги пасажирського автотранспорту загального користування» Міністерства транспорту України

величину тарифу розраховують таким чином [148, 149]:

$$T = S(I + R), \quad (5.1)$$

де T – величина тарифу на послуги пасажирського транспорту (грн/пас., грн/год., грн/км);

S – собівартість перевезень (грн/пас., грн/год., грн/км);

R – коефіцієнт рентабельності перевезень, який дозволяє враховувати рівень прибутковості роботи перевізника.

Методика розрахунку економічного тарифу в приміському сполученні [150]:

$$T_p = \frac{\sum Z_i \cdot K_p \cdot K_{НДС} \cdot K_A \cdot l_T}{Lq_n \bar{\gamma}_{en}}, \quad (5.2)$$

де T_p – розрахунковий тариф, грн;

Z_i – загальна річна сума нормативних витрат перевізника, грн/рік;

$K_{НДС}$ – коефіцієнт, який враховує виплату податку на додану вартість;

K_p – коефіцієнт розрахункової рентабельності;

K_A – коефіцієнт, що враховує послуги автовокзалів (для міських маршрутів $K_A = 1$);

L – річний пробіг автобусів на маршруті, км;

q_n – номінальна пасажиромісткість автобуса, пас.;

$\bar{\gamma}_{en}$ – середній коефіцієнт використання пасажиромісткості автобуса;

l_T – тарифна відстань поїздки пасажирів, км.

Ця методика є практично ідентичною «Методичним рекомендаціям визначення рівня тарифів на послуги пасажирського автотранспорту загального користування», що затверджені Міністерством транспорту України.

У роботі [151] розрахунковий тариф пропонується визначати за такою формулою:

$$T_{pi} = \frac{(C_{ni} + C_{zmi} \cdot V_e) K_p l_{cp}}{q_n \gamma_{en} \beta_i V_e}, \quad (5.3)$$

де C_{ni} – фактичні постійні витрати на годину праці транспортного засобу, грн/год.;

$C_{змі}$ – фактичні змінні витрати на кілометр пробігу транспортного засобу, грн/км;

$l_{ср}$ – середня дальність поїздки пасажирів, км.;

K_p – коефіцієнт розрахункової рентабельності;

β_i – коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу.

Недоліком даної методики є те, що коефіцієнт використання пробігу ТЗ у формулі (5.3) використовувати недоцільно, бо вплив на величину тарифу нульового пробігу враховано у величинах постійних й змінних витрат. У даній методиці тариф при наявності статистичних даних пропонується визначати для кожної марки транспортного засобу. Однак в такому випадку розрахунки будуть громіздкими.

У роботі [152] запропоновані дві методики визначення тарифів на автомобільному транспорті, які орієнтуються на зовнішні фактори: на попит і конкурентів. Тарифи, що орієнтуються на попит, враховують співвідношення попиту і пропозиції і визначаються за такою формулою:

$$T_{ср} = S(1 + R)Q / П, \quad (5.4)$$

де Q – рівень попиту на даний вид послуги;

$П$ – рівень пропозиції на даний вид послуги.

Тарифи, що орієнтовані на конкурентів, визначаються на основі рівня поточних цін, тобто в залежності від якості послуг перевізника, величини тарифів конкурента і фінансово-економічного положення підприємства.

Однак в наведених методиках розрахунку розрахункового тарифу практично не приділено уваги визначенню такого рівня тарифу, що сприятиме створенню умов, які стимулюють користування населенням послугами пасажирського транспорту й дозволяють більшій частині населення задовольняти свої соціально обумовлені потреби в пересуванні без перевищення граничного навантаження на бюджет родини.

У роботі [153] наведена методика розрахунку величини тарифу, що забезпечує стабільну роботу, розвиток підприємств і підприємців, які здійснюють перевезення, а з урахуванням корегування – перехід до соціально-орієнтованих тарифів.

Після того, як пропозиції щодо величини тарифу визначені, уповноважені та інші компетентні органи ухвалюють рішення про коректування тарифів з урахуванням соціально-економічних факторів.

5.3 Формування диференційованого тарифу на маршрутах міського пасажирського транспорту

Сучасний стан тарифоутворення на міському маршрутному пасажирському транспорті характеризується недостатньо належним контролем з боку державних органів. Це призводить до економічно безпідставних тарифів, які завищують витрати населення на переміщення, та позбавляють можливості направлення даних коштів на задоволення інших потреб, що в свою чергу гальмує соціально-економічний розвиток населення.

На цей час існують рекомендовані методи розрахунку тарифів на перевезення, які затверджено наказом Міністерства транспорту та зв'язку України, але цей наказ не є нормативно-правовим актом (не зареєстровано в Міністерстві юстиції України) та не є обов'язковим до виконання в процесі тарифоутворення. Таке становище призводить до можливості встановлення підприємствами «бажаних» тарифів на маршрутах, які не можуть максимально забезпечити потреби підприємців в отриманні прибутку і врахувати інтереси пасажирів. Часто маршрути, майже дублюючи один одного з однаковим типом транспортних засобів, мають значно різні тарифи, що призводить до нездорової конкуренції.

Розрахунок економічно обумовленої величини тарифу на міські перевезення можна виконувати за формулою [153]:

$$T = [B(1 + r/100)]/Q, \quad (5.5)$$

де B – величина економічно обґрунтованих витрат на експлуатаційну діяльність підприємства отримана в результаті розрахунку бізнес-планів, грн;

r – середня економічно обґрунтована норма валового прибутку перевізників, %;

Q – планований обсяг перевезень пасажирів, пас.

Відповідно до даного методу обчислення тарифу пасажир змушений сплачувати за проїзд протягом всієї довжини маршруту без урахування фактично отриманої ним послуги.

Відповідно до відомих закономірностей міські та приміські маршрути мають однобічне перевезення з ранку та вечором і рівномірні перевезення протягом робочого дня. Здебільш кожен автобусний маршрут розбито на зупинки, які розміщено відповідно до вимог, з урахуванням щільності населення та відстаней пішого руху пасажирів до зупинок [5 – 7, 19]. Відстань

між зупинками приймається як зони проїзду, кількість яких складає на маршрутах від i до n .

Відповідно до наявної системи тарифоутворення на міських маршрутах загального користування пасажир сплачує за проїзд без урахування дійсно отриманої послуги, яку можна обчислити наступним чином. Пасажир має змогу посадки та висадки лише на зупинках, які є границями зон, з урахуванням цього отримувана ним послуга може бути визначена за формулою:

$$T = \frac{\left[B_{n1}(1+r/100)Q_{n1} + B_{n2}(1+r/100)Q_{n2} + \dots \right]}{\left[B_{ni}(1+r/100)Q_{ni} \right]} / (Q_{n1} + Q_{n2} + \dots + Q_{ni})^2, \quad (5.6)$$

де B_{ni} – величина економічно обґрунтованих витрат на експлуатаційну діяльність підприємства в межах n -ої зони грн;

Q_{ni} – прогнозований обсяг перевезень пасажирів n -ої зони на i -му маршруті, пас.

Такий підхід до визначення тарифу на маршрутах дає змогу максимально вірного обчислення вартості отриманих пасажиром послуг, проте також не є досконалим на підставі постійно різного фактичного коефіцієнта використання пасажиромісткості на ділянках маршруту та коливань собівартості перевезень (зміни вартості паливно-мастильних матеріалів, запчастин, енергетичних ресурсів, розміру заробітної плати та ін.).

Спроба отримати оптимальний тариф на перевезення не може не змусити змінювати тариф відносно годин доби, сезону, напрямку перевезень та інших факторів, формуючих попит на перевезення. Тобто отримання послуг при переміщенні однією зоною в прямому та зворотному напрямку в один і той же час доби може кількісно змінюватись в декілька разів.

Натурні спостереження за маршрутами доводять, що з ранку та вечором є ділянки маршруту, попит на проїзд за якими відсутній, а застосування запропонованого підходу до тарифоутворення в таких випадках призведе до прямих збитків підприємства. Здебільшого пасажиропотік є одностороннім і прогнозованим на кожному маршруті, а пасажир використовує одну й ту ж саму траєкторію переміщення в пряму та зворотну сторону. Розглянемо випадок включення в тариф вартості зворотної та прямої їздки (5.7):

$$T = \frac{\left[2B_{n1}(1+r/100)(Q_{n1n} + Q_{n13}) + 2B_{n2}(1+r/100)(Q_{n2n} + Q_{n23}) + \dots \right]}{\left[2B_{ni}(1+r/100)(Q_{nin} + Q_{ni3}) \right]} / \left[\frac{(Q_{n1n} + Q_{n13}) + (Q_{n2n} + Q_{n23}) + \dots}{(Q_{nin} + Q_{ni3})} \right]^2, \quad (5.7)$$

де B_{ni} – величина економічно обґрунтованих витрат на експлуатаційну діяльність підприємства в межах n -ї зони на i -му маршруті, грн;

Q_{nin} – прогнозований обсяг перевезень пасажирів n -ої зони в прямому напрямку на i -му маршруті, пас.;

Q_{niz} – прогнозований обсяг перевезень пасажирів n -ої зони в зворотному напрямку на i -му маршруті, пас.

Розрахунок тарифу на перевезення по ділянці маршруту за формулою (5.7) надає можливість перевізнику отримати прибуток за здійснену роботу й забезпечує потреби пасажирів, які переміщуються в зворотному напрямку, в середній ціновій вартості.

З метою досягнення найменшої плутанини в тарифах на одному й тому ж маршруті протягом доби пропонується не розраховувати різні тарифи в різний час доби та прийняти їх єдиними по кожній ділянці маршруту. Загальнодобовий тариф відповідно наведеному підходу можна визначити за формулою:

$$T = \sum_{i=1}^n B_{ni} (1 + r/100) / \sum_{i=1}^n Q_{ni}, \quad (5.8)$$

де $\sum_{i=1}^n B_{ni}$ – середньодобова величина економічно обґрунтованих витрат на експлуатаційну діяльність підприємства в межах n -ої зони, грн;

$\sum_{i=1}^n Q_{ni}$ – середньодобовий прогнозований обсяг перевезень пасажирів n -ої зони в обидва напрямки, пас.

Стосовно міста в цілому

$$T = \sum_{i=1}^n B_i (1 + r/100) / \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (5.9)$$

де B_i – річні середні витрати на i -му маршруті, грн;

Q_i – річний об'єм перевезень на i -му маршруті.

Таке узагальнення можна провести також з урахуванням сезонних коливань попиту на перевезення, але, спираючись на постійні зміни собівартості перевезень, воно не матиме своєї актуальності з впливом часу, що значно ускладнює розрахунки економічних проектів перевізниками. Використання наведеного підходу дає можливість перевізникові мати спрощену систему видачі квитків. Разом з цим, буде мати місце велика різниця

в прибутках підприємств, це обумовлено значною різницею в об'ємах перевезень в прямих і зворотних напрямках.

Відомо [19], що P_{ni} можна виразити через собівартість перевезень, а саме

$$S_{naci} = \frac{l_{mi}}{q_{ni} \gamma_{ci} \beta_i k_{zmi}} \left(B_{zmi} + \frac{B_{cmi}}{V_{ei}} \right), \quad (5.10)$$

або

$$S_{naci} = \frac{l_{cpi}}{q_{ni} \gamma_{ci} \beta_i} \left(B_{zmi} + \frac{B_{cmi}}{V_{ei}} \right), \quad (5.11)$$

де S_{naci} – собівартість перевезення пасажирів на i -му маршруті, грн./пас.;

q_{ni} – пасажиромісткість транспортного засобу;

l_{mi} – довжина i -го маршруту, км;

l_{cpi} – середня дальність поїздки пасажирів на i -му маршруті, км;

γ_{ci} , γ_{di} , β_i – відповідно коефіцієнти статичного і динамічного заповнення салону ТЗ на i -му маршруті, коефіцієнт використання пробігу на i -му маршруті;

k_{zmi} – коефіцієнт змінюваності на i -му маршруті;

B_{zmi} , B_{cmi} – відповідно змінні та сталі витрати на i -му маршруті, грн./км, грн./год.;

V_{ei} – експлуатаційна швидкість на i -му маршруті, км/год.

Тоді, залежність (5.8) має вигляд:

$$T = \sum_{i=1}^n \left[\frac{l_{mi} Q_i}{q_{ni} \gamma_{ci} \beta_i k_{zmi}} \left(B_{zmi} + \frac{B_{cmi}}{V_{ei}} \right) (1 + r/100) \right] / \sum_{i=1}^n Q_i. \quad (5.12)$$

Аналіз цієї залежності свідчить, що прийнятий до практичного впровадження розрахований в місті загальний тариф не може влаштовувати всіх перевізників. Це є середній по місту тариф сплати за проїзд у міському пасажирському транспорті і є прийнятним також для коротких маршрутів з високим використанням пасажиромісткості, а там, де ці параметри протилежні, тобто довгі маршрути з малим коефіцієнтом використання пасажиромісткості, цей тариф вкрай не вигідний.

Наприклад, якщо умовно прийняти на якомусь маршруті його довжину за X_1' , а коефіцієнт використання пасажиромісткості за X_2' , то відносно його розрахункового тарифу T_i на маршруті M_i

$$T_{M_1} = \frac{X_1' (1+r/100)}{q_{M_1} X_2' \beta_{M_1} k_{3M_1}} \left(B_{3M_1} + \frac{B_{cm_{M_1}}}{V_{e_{M_1}}} \right). \quad (5.13)$$

На іншому умовному маршруті, де довжина маршруту в два рази довша ($X_1'' = 2X_1'$), а коефіцієнт використання пасажиромісткості в два рази менший ($X_2'' = 0,5X_2'$), T_{M_2} можна розрахувати за залежністю:

$$T_{M_2} = \frac{2X_1' (1+r/100)}{q_{M_1} 0,5X_2' \beta_{M_1} k_{3M_1}} \left(B_{3M_1} + \frac{B_{cm_{M_1}}}{V_{e_{M_1}}} \right), \quad (5.14)$$

за умов $q_{M_1} = q_{M_2}$; $\beta_{M_1} = \beta_{M_2}$; $k_{3M_1} = k_{3M_2}$; $B_{3M_1} = B_{3M_2}$; $B_{cm_{M_1}} = B_{cm_{M_2}}$; $V_{e_{M_1}} = V_{e_{M_2}}$.

Якщо визначити співвідношення розрахункового тарифу на першому і другому маршрутах через залежності (5.13) і (5.14), то

$$\frac{T_{M_1}}{T_{M_2}} = \frac{\frac{X_1' (1+r/100)}{q_{M_1} X_2' \beta_{M_1} k_{3M_1}} \left(B_{3M_1} + \frac{B_{cm_{M_1}}}{V_{e_{M_1}}} \right)}{\frac{2X_1' (1+r/100)}{q_{M_1} 0,5X_2' \beta_{M_1} k_{3M_1}} \left(B_{3M_1} + \frac{B_{cm_{M_1}}}{V_{e_{M_1}}} \right)}.$$

Після скорочень

$$T_{M_1} = 4T_{M_2}.$$

Тобто розрахункові тарифи на маршрутах міста можуть відрізнятись в рази і така ситуація досить типова. Наприклад, короткий перший маршрут з'єднує ринок з вокзалом, де є максимальне заповнення салону в прямому і зворотному напрямках, а другий довгий маршрут з'єднує промисловий район зі спальним районом, де в одному напрямку салон заповнений, а в іншому ні.

Таке співвідношення розрахункових тарифів, коли пасажир сплачує за поїздки на різних маршрутах обумовлює автономність кожного маршруту і перешкоджає використанню єдиного проїзного квитка. При цьому встановлення величини тарифу залежно від відстані поїздки забезпечить отримання перевізником величини прибутку залежно від виконаної транспортної роботи, а пасажиру сплату за проїзд згідно з отриманої послуги.

Здебільш тарифи на перевезення пасажирів утворюються шляхом проведення калькуляції, яку перевізник подає до державних органів для затвердження величини тарифу. За даних обставин можливість в коригуванні тарифу більшою частиною належить перевізнику, який при проведенні калькуляції, зменшуючи величину обсягу перевезень з урахуванням змін вартості палива, мастильних матеріалів, має можливість отримання широкого діапазону значень. Нерідко для встановлення найбільш вигідного для перевізника тарифу останній виконує калькуляцію експлуатаційних витрат з урахуванням використання в якості палива такі марки бензину як А – 95 та А – 83, які є технологічно передбаченими для експлуатації багатьох марок пасажирського транспорту, використаного в даний час на ринку пасажирських перевезень. Проте в дійсності зазначені транспортні засоби використовують газове паливо, що значно зменшує собівартість перевезень і, як наслідок, збільшує прибуток перевізника. Використовуючи таку постановку питання перевізники масово підвищують тарифи у період сезонних коливань вартості палива (весна, осінь). Підвищення тарифу на перевезення весною надає можливість в отриманні звичного перевізника прибутку літом, при сезонному зниженні обсягів перевезень. Восени підвищення тарифу зберігає прибуток перевізника при збільшенні витрат палива на експлуатацію транспортних засобів в зимовий період.

Спираючись на отриману від перевізника заяву про підвищення тарифу на перевезення пасажирів на маршруті, державним органам влади важко приділяти увагу перевірці відповідності проведеної калькуляції до реальних умов. Однією з причин такого становища є мала потужність власної служби з обстежень пасажиропотоків та можливості замовлення даних обстежень через їх велику вартість.

Відомо, що знайшли своє втілення в життя тарифи перевезення пасажирів, що складаються не відносно всієї поїздки, а в залежності від її довжини. Встановлюється вартість за поїздки, наприклад, на один кілометр, при цьому вартість квитка за поїздки становить

$$T_{njMi} = T_{n.kmi} \cdot l_{nj}, \quad (5.15)$$

де T_{njMi} – вартість поїздки j -го пасажера на i -му маршруті, грн;

$T_{n.kmi}$ – тариф за одного перевезеного пасажера на i -му маршруті на відстань одного кілометра, грн/км;

l_{nj} – довжина поїздки j -го пасажера.

Відомо, що $T_{n.kmi}$ можна виразити через собівартість одного пасажиро-кілометра на i -му маршруті $S_{n.kmi}$ [19]

$$T_{n.kmi} = S_{n.kmi} (1 + r/100), \quad (5.16)$$

де $(1 + r/100)$ – узгоджений рівень рентабельності.

Тоді, використовуючи відомі залежності [19] отримаємо:

$$T_{n.kmi} = \frac{1}{q_i \gamma_{\partial i} \beta_i} \left(B_{зми} + \frac{B_{сми}}{V_{ei}} \right) (1 + r/100), \quad (5.17)$$

Тоді j -ий пасажир за поїздку довжиною l_j на маршруті M_i сплатить $T_{зазjMi}$ КОШТИ

$$T_{зазjMi} = T_{n.kmi} \cdot l_j, \quad (5.18)$$

або

$$T_{зазjMi} = \frac{l_j}{q_i \gamma_{\partial i} \beta_i} \left(B_{зми} + \frac{B_{сми}}{V_{ei}} \right) (1 + r/100) \quad (5.19)$$

Аналізуючи залежність (5.19), можна стверджувати, що тариф за проїзд одного кілометра не залежить, як тариф за поїздку (5.12) від довжини поїздки, а при інших рівних умовах, залежить від коефіцієнта динамічного заповнення салону $\gamma_{\partial i}$. Так, якщо розглянути два маршрути, маршрут з $\gamma_{\partial 1} \approx 1$ (в прямому і зворотному напрямках заповнення салону максимальне), а на маршруті $\gamma_{\partial 2} \approx 0,5$ (в прямому напрямку салон ТЗ заповнений максимально, а в зворотному – напівпорожній), то співвідношення $\frac{T_{n.km1}}{T_{n.km2}}$ має вигляд:

$$\frac{T_{n.км1}}{T_{n.км2}} = \frac{\frac{(1+r/100)}{q_{м1}\gamma_{\partialм1}\beta_{м1}} \left(B_{змм1} + \frac{B_{стм1}}{V_{ем1}} \right)}{\frac{(1+r/100)}{q_{м2}\gamma_{\partialм2}\beta_{м2}} \left(B_{змм2} + \frac{B_{стм2}}{V_{ем2}} \right)},$$

де при $\beta_{м1} = \beta_{м2}$; $q_{м1} = q_{м2}$; $B_{змм1} = B_{змм2}$; $B_{стм1} = B_{стм2}$; $V_{ем1} = V_{ем2}$ після скорочень маємо:

$$T_{n.км1} = 2T_{n.км2}.$$

У середньому по місту $T_{n.кмМ}$ тариф за проїзд одного пасажиро-кілометра можна розрахувати по залежності:

$$T_{n.кмМ} = \frac{B_M(1+r/100)}{W_M}, \quad (5.20)$$

де B_M – загальні витрати перевізників міста на перевезення пасажирів, грн;

W_M – загальна транспортна робота, пас·км.

Аналогічно з (5.9) залежність (5.20) має вигляд:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n B_i(1+r/100)}{\sum_{i=1}^n W_i}, \quad (5.21)$$

де W_i – загальна за рік транспортна робота на i -му маршруті, грн.

Якщо в місті використовують систему плати за проїзд, що залежить від дальності поїздки, то маршрути розділяють на зони, кожна з яких має свою вартість за проїзд, і пасажир сплачує за весь свій шлях пересування як суму вартості зон, які він перетинає:

$$T = \sum_{j=1}^n T_j, \quad (5.22)$$

де T_j – тариф на перевезення у відповідній зоні.

n – кількість тарифних зон.

Таким чином, розглянутий метод тарифікації дозволяє застосовувати диференційовану величину сплати пасажирами за проїзд залежно від його відстані. Це забезпечить отримання перевізником величини доходів залежно від виконаної транспортної роботи, а пасажиру витрати коштів згідно з отриманою послугою.

5.4 Формування соціально-орієнтованого тарифу на маршрутах міського пасажирського транспорту

Величина тарифів має забезпечувати відшкодування витрат транспортного підприємства, але при цьому необхідне врахування споживчої вартості транспортних послуг.

У роботі [153] запропонована наступна методика розрахунку соціально-орієнтованого тарифу, що базується на витратах і доходах транспортного підприємства, і залежно від них корегується коефіцієнтами для отримання тарифу, прийняттого для пасажирів:

$$T_{co} = \frac{T_{eo}}{K_B \cdot K_{Dcp} \cdot K_{II} \cdot K_{ЛА} \cdot K_{nep} \cdot K_{Lcp} \cdot K_P}, \quad (5.23)$$

де T_{eo} – економічно обґрунтований тариф, грн;

K_B – коефіцієнт, що вказує на частку жителів, середні доходи яких приходяться на душу населення нижче або дорівнюють величині прожиткового мінімуму;

K_{Dcp} – коефіцієнт, що вказує на співвідношення середніх грошових доходів, які приходяться на душу населення до величини прожиткового мінімуму;

K_{II} – коефіцієнт, що вказує на частку серед населення пенсіонерів і непрацюючого населення, у відсотках від усього населення;

$K_{ЛА}$ – коефіцієнт, що вказує на частку населення, яка володіє особистими легковими автомобілями;

K_{nep} – коефіцієнт, що вказує на необхідну середню величину коефіцієнта пересадочності;

K_{Lcp} – коефіцієнт, що вказує на середню дальність поїздки на міських маршрутах;

K_P – коефіцієнт, що вказує на рівень конкуренції на ринку пасажирських транспортних послуг.

Але на сьогоднішній час зустрічаються випадки, коли підприємства штучно підвищують свої витрати для отримання більшого прибутку завдяки збільшення вартості транспортних послуг.

Іноді розрахунок тарифу проводиться з урахуванням коефіцієнта, що враховує кількість перевезених пасажирів, які користуються пільгами, наприклад:

$$T_p = \frac{\sum Z_i \cdot K_p \cdot K_{\text{НДС}} \cdot K_L}{Lq_n} \cdot \frac{l_{cp}}{\bar{\gamma}_{\text{вн}}}, \quad (5.24)$$

де K_L – коефіцієнт, що враховує кількість перевезених пасажирів, які користуються пільгами;

l_{cp} – середня дальність поїздки пасажира, км.

На підставі [154] для автобусів особливо малої пасажиромісткості коефіцієнт, що враховує кількість перевезених пасажирів, які користуються пільгами, складає 10–15%, для автобусів середньої і великої пасажиромісткостей – 20–30%.

Однак як в роботі [153], так і в цьому підході мається на увазі те, що за пасажира, який користується пільгами, за проїзд сплачує пасажир, який пільгами не користується. У такому разі чи можна цей тариф називати соціально-орієнтовним щодо пасажирів, які не користуються пільгами? У Законі України «Про захист прав споживача» [155] сказано, що споживачі мають право на: захист своїх прав державою; належну якість продукції та обслуговування і т.д., відповідно споживач платить за надану якість продукції, послуг. Однак у цьому Законі не зазначено, що споживач, купуючи продукцію (послугу), повинен платити ще за когось.

Величину споживчої вартості транспортних послуг пропонується визначати, оцінюючи різницю між зниженням працездатності пасажира на виробництві внаслідок транспортного процесу й зменшення доходу пасажира внаслідок пішого пересування, тобто скільки готовий заплатити пасажир за транспортну послугу і її якість, щоб не подолати цей шлях пішки:

$$C_{\text{тр}_\text{послуги}} = C_{ij_піш} - C_{ij_тр}, \quad (5.25)$$

де $C_{\text{тр}_\text{послуги}}$ – споживча вартість транспортних послуг, грн./поїздка;

$C_{ij_піш}$ – середнє зниження доходу пасажира на виробництві внаслідок пішого пересування, грн./поїздка;

C_{ij_mp} – середнє зниження доходу пасажера на основному виробництві внаслідок пересування на транспорті, грн/поїздка.

За залежностями (3.42) – (3.47) були розраховані значення зменшення прибутку пасажера при пересуванні пішки і на транспортному засобі для різної довжини пересування пасажера (маршрутної поїздки). Розрахунки проводили для транспортних засобів великої місткості – ЛАЗ А-183, номінальна місткість салону яких складає 100 пас. ($q_n = 100$ пас.), середньої місткості – ПАЗ 32054 ($q_n = 42$ пас.) і малої місткості – ГАЗ 322132 ($q_n = 13$ пас.) при різних умовах поїздки - $k\gamma_{mn} = 1, k\gamma_{mn} = 0,7, k\gamma_{mn} = 0,5, k\gamma_{mn} = 0,3$, для яких значення коефіцієнта заповнення салону під час маршрутної поїздки складає відповідно $\gamma_{mn} = 1,2, \gamma_{mn} = 0,9, \gamma_{mn} = 0,6, \gamma_{mn} = 0,4$. Залежність зміни зниження прибутку пасажера від довжини пересування (маршрутної поїздки) і умов поїздки представлена на рисунку 5.4.

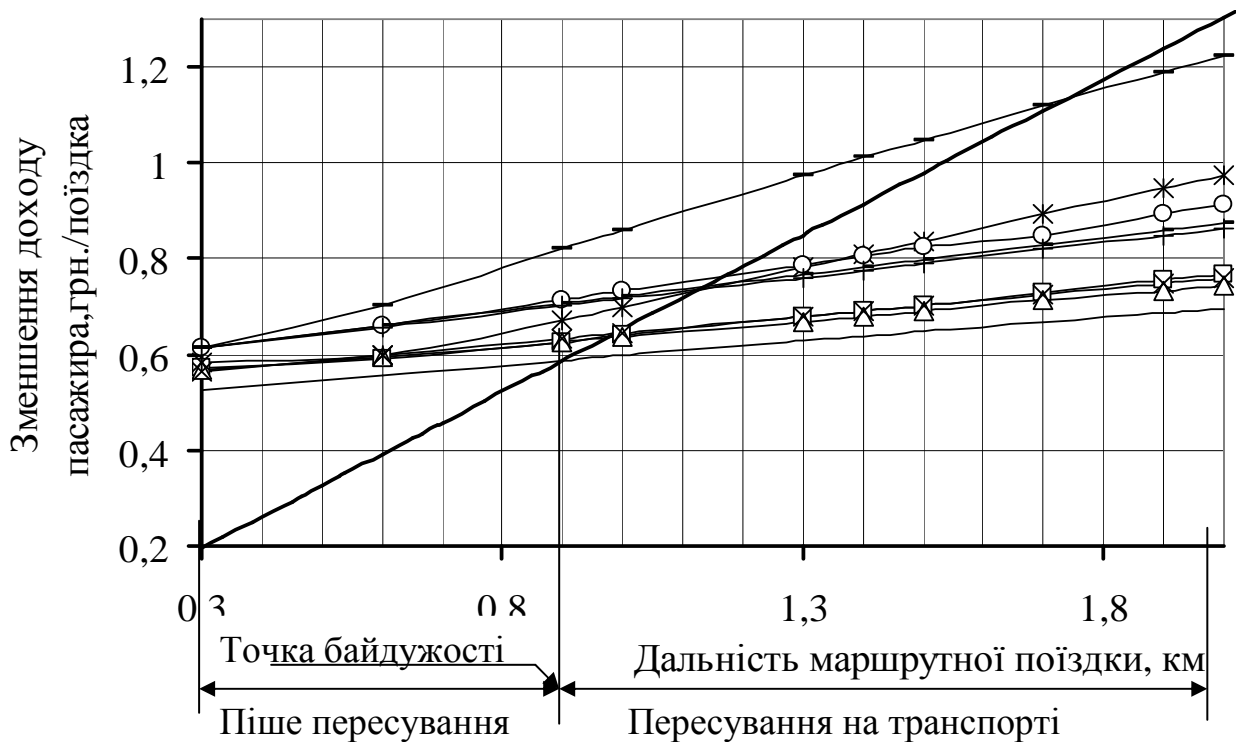


Рисунок 5.4 - Зменшення доходу пасажера внаслідок пішого і транспортного пересування при різних умовах поїздки:

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| — $C_{ij_піш}$ | —□— $C_{ij_0,7}(q_n=42)$ | —△— $C_{ij_0,5}(q_n=42)$ |
| —×— $C_{ij_0,3}(q_n=42)$ | —*— $C_{ij_1}(q_n=42)$ | —○— $C_{ij_0,7}(q_n=100)$ |
| —+— $C_{ij_0,5}(q_n=100)$ | —+— $C_{ij_0,3}(q_n=100)$ | —+— $C_{ij_1}(q_n=100)$ |
| —+— $C_{ij_0,3}(q_n=13)$ | | |

Однак на підставі моделі вибору між пішим і механічним видами пересування, що запропонована Я. Цибулкою (5.26) і отриманих нижніх і верхніх меж дальності пішого маршруту пасажирів для великих міст (5.27), запропонований спосіб визначення споживчої вартості транспортних послуг можна використовувати тільки для наведених меж дальності пішого маршруту пасажирів, тому що пересування пішки на більші відстані погано впливають на функціональний стан і здоров'я людини [58].

$$y^p = f(t_c^p), \quad (5.26)$$

де y^p – доля пасажирів, що обирають пішохідні маршрути;

t_c^p – час пішого маршруту, хв.

$$5\text{хв.} \leq t_c^p \leq 28\text{хв.} \quad (5.27)$$

Тому при визначенні споживчої вартості транспортних послуг пропонується розглядати різницю між зниженням прибутку пасажирів на виробництві внаслідок транспортного пересування при «гірших умовах поїздки» і зниженням доходу пасажирів на виробництві внаслідок транспортного пересування в умовах, що пропонуються на маршруті:

$$C_{\text{тр}_\text{послуги}} = \bar{C}_{ij_\text{тр}}^{\text{гірші}} - C_{ij_\text{тр}}, \quad (5.28)$$

де $C_{\text{тр}_\text{послуги}}$ – величина споживчої вартості транспортних послуг, грн/поїздка;

$\bar{C}_{ij_\text{тр}}^{\text{гірші}}$ – середнє зниження прибутку пасажирів на виробництві у зв'язку з «гіршими умовами» пересування на транспорті, грн/поїздка.

На підставі того, що впродовж дня пасажир отримує транспортну послугу мінімум два рази, отриману величину споживчої вартості транспортної послуги ділимо на 2, щоб отримати величину споживчої вартості транспортної послуги за одну поїздку (рис. 5.5).

Потенційна споживча величина вартості поїздки розрахована для марок наведеної місткості при умові їх заповнення 3 пас./м², і показана на рисунку 5.6. «Гіршими умовами поїздки» приймаємо умови, коли на вільну площу салону приходиться 8 чол./м².

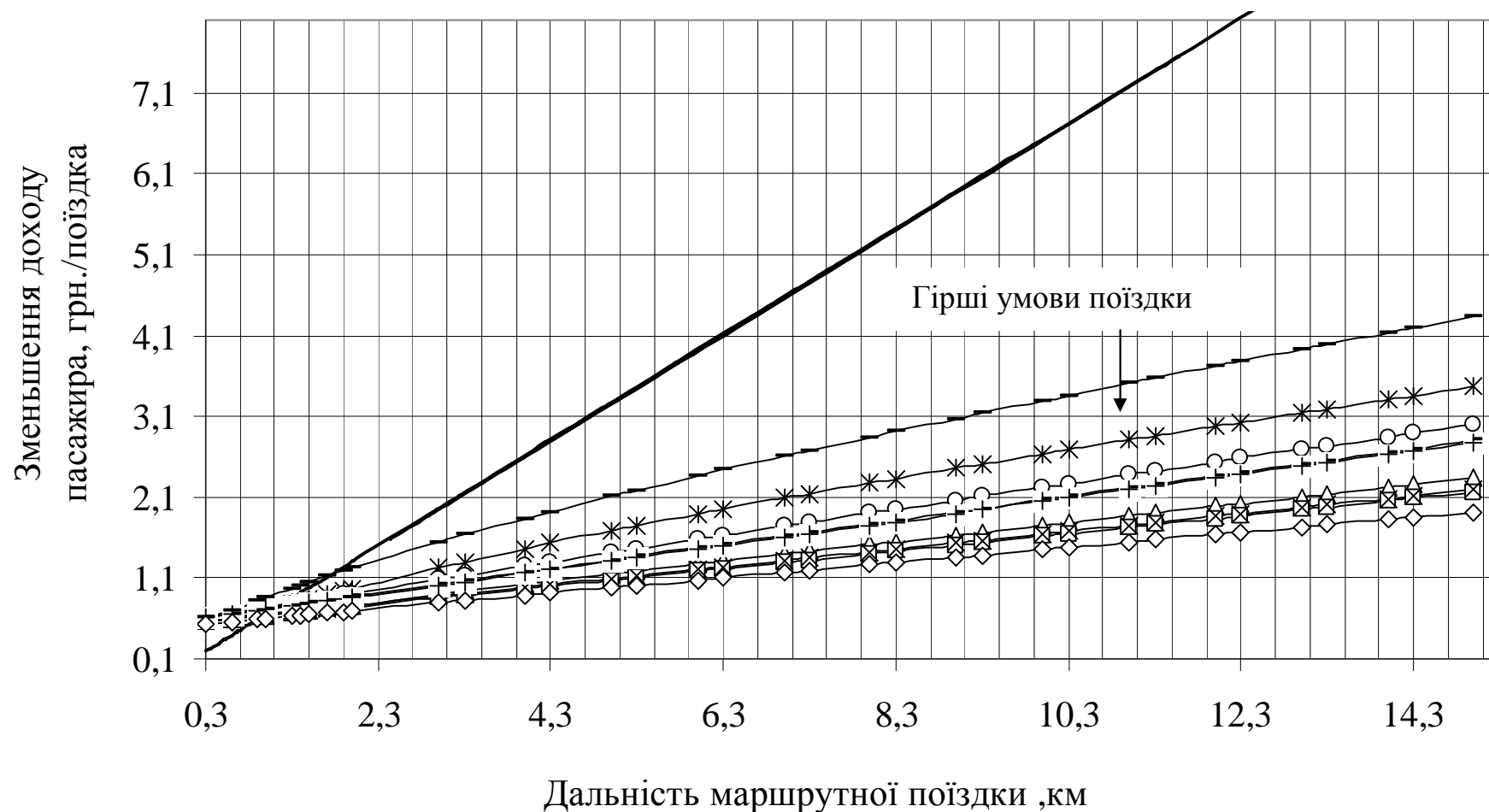


Рисунок 5.5 - Зменшення доходу пасажера внаслідок пішого пересування і пересування на транспорті при різних умовах поїздки

- | | | | |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| — $C_{ij_пiш}$ | —△— $C_{ij_0,7}(q_n=42)$ | —□— $C_{ij_0,5}(q_n=42)$ | —×— $C_{ij_0,3}(q_n=42)$ |
| —*— $C_{ij_1}(q_n=42)$ | —○— $C_{ij_0,7}(q_n=100)$ | —+— $C_{ij_0,5}(q_n=100)$ | — — $C_{ij_0,3}(q_n=100)$ |
| — — $C_{ij_1}(q_n=100)$ | —◇— $C_{ij_0,3}(q_n=13)$ | | |

Вказаний граничний норматив виходить з того, що при такому заповненні спостерігається блокування можливості переміщення пасажирів по салону [146]. Розглянувши залежності зображені на рисунку 5.6 можна зробити висновок, що при довжині пересування приблизно 0,3 – 0,8км пасажир зовсім не готовий платити за надану послугу, тому що в цьому разі потенційна величини споживчої вартості поїздки від’ємна, тобто пасажир віддає перевагу пішому пересуванню.

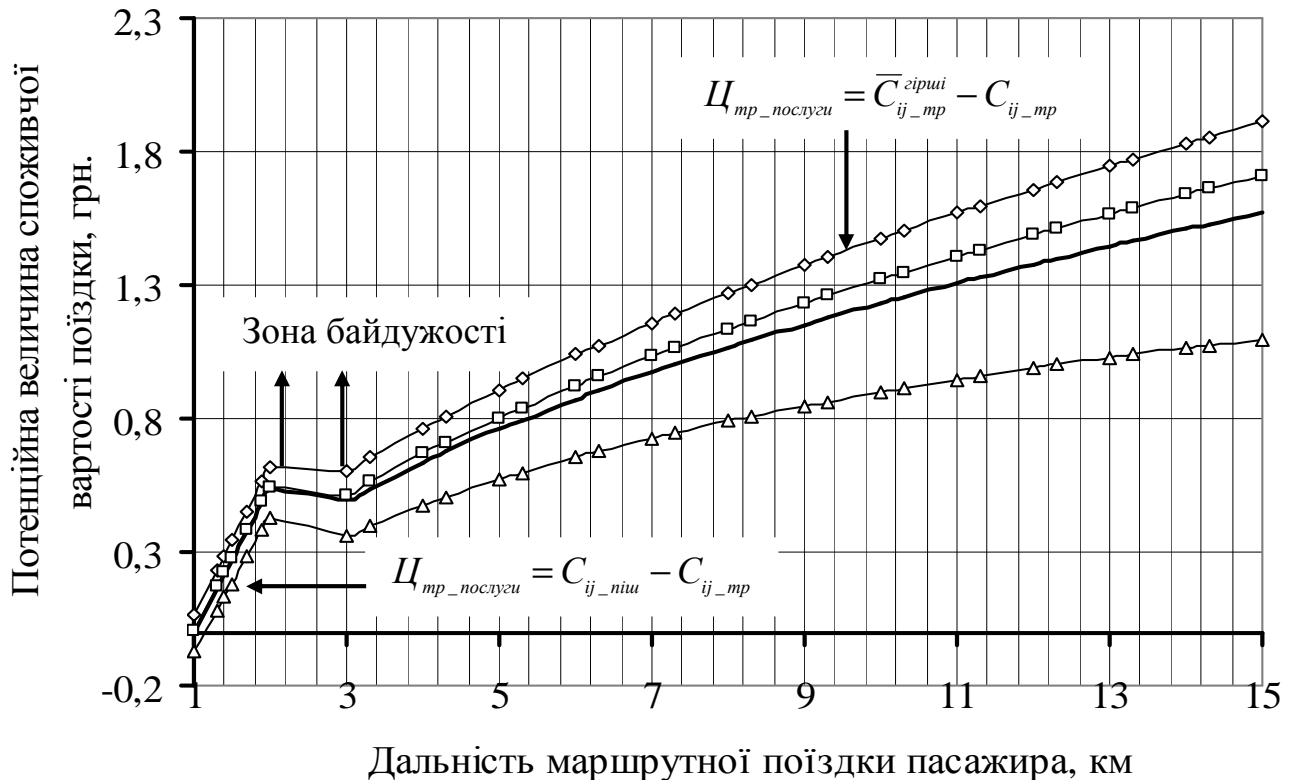


Рисунок 5.6 - Зміна потенційної величини споживчої вартості поїздки для транспортних засобів різної пасажиромісткості

- ◇— qн=13 пас.
- qн=42 пас.
- △— qн=100 пас.
- Середнє значення потенційної величини споживчої вартості поїздки

Розрахуємо величину розрахункового тарифу для *n*-го маршруту і транспортних засобів, що плануються для роботи на ньому: транспортні засоби великої місткості (ЛАЗ – А183), малої місткості (ПАЗ-32054) і особливо малої місткості (ГАЗ 32213) за формулою 3.77.

При встановленні тарифу маршрутів вважалось, що транспортні засоби купують у лізинг для відкриття нового *n*-го маршруту (табл. 5.1), тому при визначенні загальної річної суми витрат враховувались капітальні вкладення. Розрахунок проводили для різної довжини маршруту, з урахуванням того, що коефіцієнт використання пасажиромісткості транспортного засобу складає 3 чол./м².

Таблиця 5.1 – Параметри роботи маршруту

Показник	Значення
Кількість календарних днів у році	365
Кількість робочих днів у році	241
Заробітна плата водія, грн/місяць	1000
Середній час в наряді водія ,год.	8
Заробітна плата інженерно-технічного персоналу, грн/місяць	800
Ціна 1 л. палива, грн	6,50
Ціна 1 л. мастила, грн	20,5
Ціна 1 кг. змащення, грн	13,2
Надбавка до норми витрати палива в зимовий період, %	10
Коефіцієнт урахування витрат на доставку й придбання палива	1,03
Норма витрат палива на внутрішньогосподарські потреби, %	3
Норматив нарахувань на заробітну плату, %	37,78
Ставка податку на додану вартість, %	20
Ставка податку на прибуток, %	30
Норма річних відрахувань на амортизацію, %	25

Залежність зміни середньої величини розрахункового тарифу від довжини маршруту зображена на рисунку 5.7.

Як видно з рисунку 5.7, інтереси перевізника і пасажирів не співпадають. Якщо прийняти для роботи на маршруті тариф, який відповідає величині споживчої вартості транспортної послуги, то підприємство не тільки не буде отримувати прибутку, а працюватиме собі в збиток.

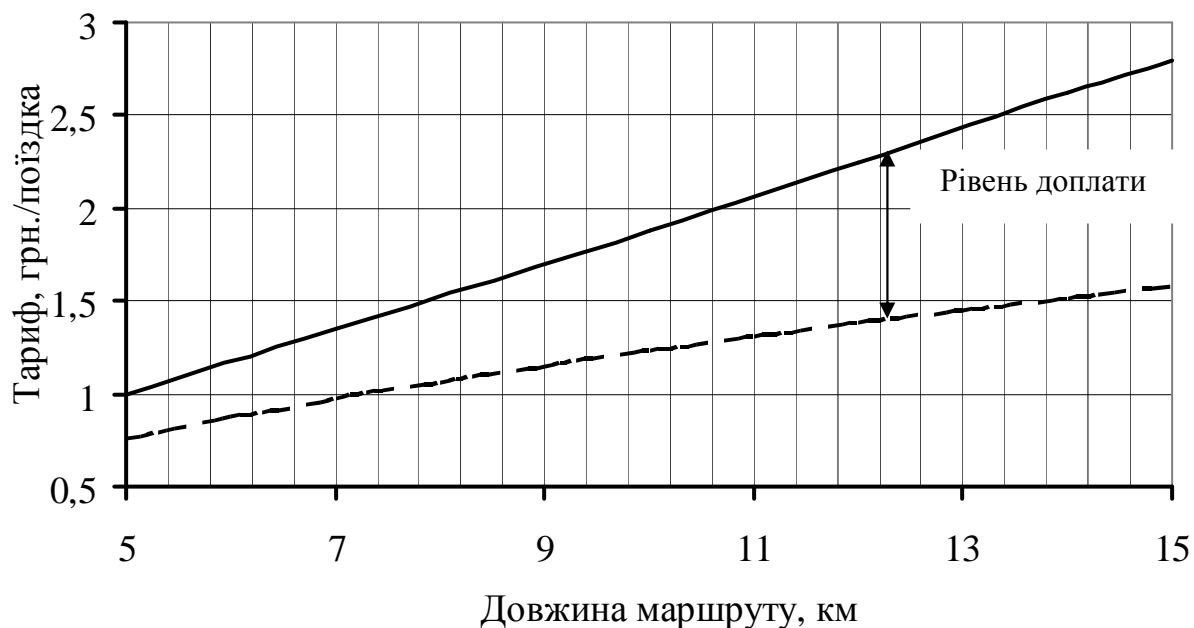


Рисунок 5.7 - Зміна середнього розрахункового тарифу і потенційної величини споживчої вартості транспортних послуг від довжини маршруту:

- Тср_розр - середній розрахунковий тариф для автотранспортних засобів з розглядуваними місткостями, грн./поїздка.
- - Цтр_послуга - середня, для розглядуваних місткостей автотранспортних засобів, потенційна величина споживчої вартості транспортних послуг, грн./поїздка

Відповідно до Наказу Міністерства транспорту України «Про затвердження Методичних рекомендацій визначення рівня тарифів на послуги пасажирського автотранспорту загального користування» рівень тарифів на маршрутах загального користування повинен забезпечувати перевізнику:

- відшкодування обґрунтованих поточних витрат;
- прибутковість роботи;
- можливість оновлення рухомого складу [149].

При формуванні тарифів на міських автобусних маршрутах доцільно враховувати як розрахунковий тариф, так і соціально-орієнтований (споживча вартість транспортних послуг), який враховує соціальні наслідки транспортної поїздки. Використання якого-небудь середньозваженого тарифу може призвести до помилкових висновків, тобто тариф, який не задовольняє пасажирів, може призвести до того, що він відмовиться від користування цим

маршрутом, при цьому тариф, який не відповідає вимогам автотранспортного підприємства, призведе до того, що перевізник відмовиться працювати.

Покращення організації транспортного процесу перевезень пасажирів є важливою соціальною проблемою, у вирішенні якої повинні бути задіяні всі рівні влади. Це означає, що державне фінансування неминуче і що допомога держсектора має бути центральним, а не другорядним фактором.

5.5 Визначення соціально-орієнтованого тарифу на маршрутах міського пасажирського транспорту

Для визначення величини тарифу, який готовий заплатити пасажир за транспортну послугу необхідно провести опитування пасажирів за допомогою анкети (рис. 5.8).

У процесі опитування пасажирів маршруту № 75 м. Харкова необхідно вказати шлях прямування та суму, яку пасажир готовий заплатити за рівень наданої йому транспортної послуги. Для цього було виділено 6 соціальних груп населення.

У першу чергу на те, скільки готовий заплатити пасажир за транспортну послугу впливає на його дохід, тобто скільки він готовий заплатити без граничного навантаження на бюджет родини.

При складанні анкети були розглянуті групи з різним рівнем доходу. Для зручності заповнення анкети доходи розглянутих груп були розбиті на інтервали. Для цього необхідно вибрати максимальне та мінімальне значення доходів. У відповідності $T_{max} = 4200 \text{ грн}$, $T_{min} = 700 \text{ грн}$. Далі визначається інтервал варіювання середнього доходу за наступною формулою [120, 121]:

$$\Delta T = T_{max} - T_{min}, \quad (5.29)$$

$$\Delta T = 4200 - 700 = 3500 \text{ грн.}$$

Інтервал варіювання доходу розбивається на декілька частин (класів, розрядів та т.п.). Число класів визначається за формулою Старджеса [120, 121]:

$$K = 1 + 3,32 \lg n, \quad (5.30)$$

де n – кількість груп населення, з різним рівнем доходу ($n = 18$).

$$K = 1 + 3,32 \lg 18 = 5.$$

Номер анкети _____

Номер маршруту _____

За вашим соціальним положенням Ви є:

- студент технікуму або ВУЗу
- безробітний
- працюючий пенсіонер
- непрацюючий пенсіонер
- людина працездатного віку, яка виконує трудову діяльність
- інвалід

Ваш середній дохід за місяць складає, грн:

- менше 700
- 700 – 1400
- 1400 – 2100
- 2100 – 2800
- 2800 – 3500
- 3500 – 4200
- понад 4200

Ваш початковий пункт відправлення _____

Ваш кінцевий пункт призначення _____

Скільки Ви готові заплатити за рівень наданої послуги? _____

Чи задовольняють Вас автотранспортні послуги на даному маршруті?

- так
- ні

Проставте по черзі фактори, що не дозволяють Вам повністю задовольнити Ваші потреби в пересуванні з використанням даного маршруту від більш, на Вашу думку, значущого до найменш:

- _____ Вартість проїзду
- _____ Відмова від посадки
- _____ Великі інтервали руху
- _____ Заповнення салону
- _____ Безпека руху

Рисунок 5.8 – Анкета опитування пасажирів

Наступним кроком є оцінювання класового інтервалу за формулою [120, 121]:

$$i = \frac{T_{max} - T_{min}}{K} = \frac{\Delta T}{K}, \quad (5.31)$$
$$i = \frac{3500}{5} = 700 \text{ грн.}$$

Встановлюємо межі для кожного з п'яти класів:

Номер класів	1	2	3	4	5
Межі класів	700-1400	1400-2100	2100-2800	2800-3500	3500-4200

Так як при розрахунках були враховані доходи лише населення, яке виконує трудову діяльність та пенсіонерів, то при складанні анкети до вище отриманих п'яти класів додаємо ще два пункти, а саме «менше 700» та «понад 4200».

При заповненні анкети (рис. 5.8) пасажирам пропонується відповісти на питання про те, чи задовольняють їх автотранспортні послуги, що надаються на даному маршруті, та визначити за допомогою ранжирування ті фактори, які не дозволяють їм повністю задовольнити свої потреби в пересуванні. На основі досліджень, що були проведені у роботі [4, 157], було виділено п'ять основних факторів, які впливають на задоволеність пасажирів у пасажирських автотранспортних послугах:

- 1) вартість проїзду;
- 2) відмова від посадки;
- 3) великі інтервали руху;
- 4) заповнення салону;
- 5) безпека руху.

При обробці даних анкетного опитування були побудовані діаграми залежності тарифу, який пасажир готовий заплатити за транспортну послугу від його доходу (рис. 5.9 – 5.10). На рисунку 5.9 зображено середній тариф, який пасажир готовий заплатити за транспортну послугу (T_{cp}^{zom}) по всій сукупності опитаних пасажирів.

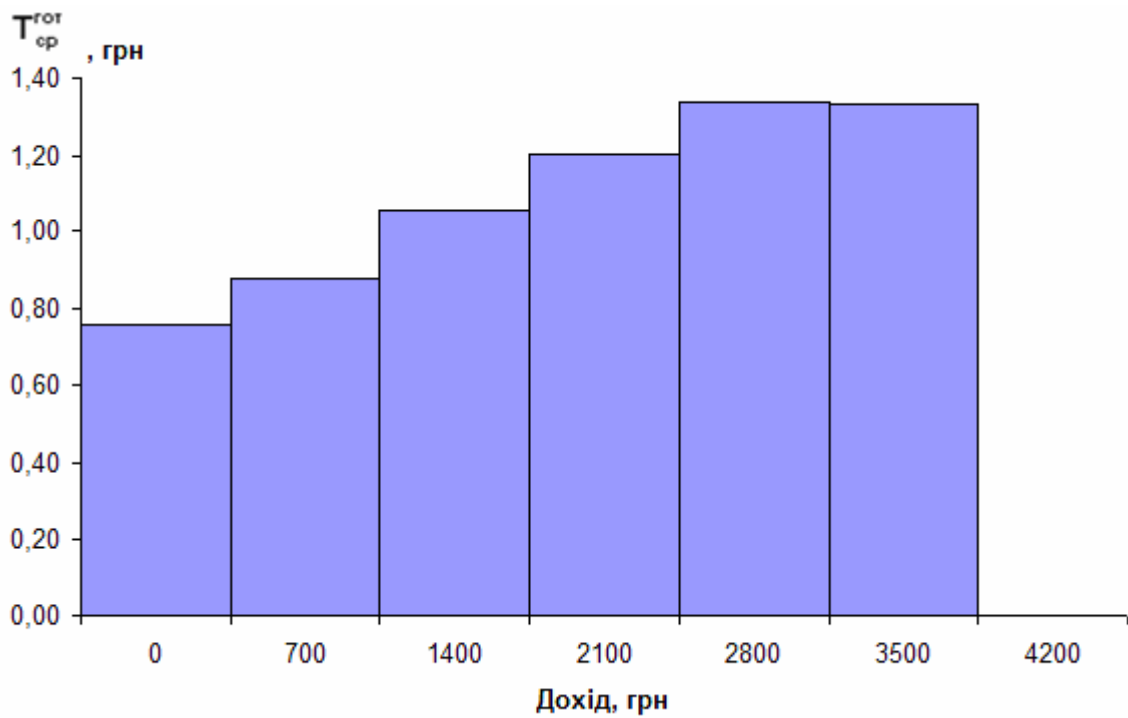


Рисунок 5.9 – Діаграма зміни тарифу, який пасажир готовий заплатити від його доходу для всієї сукупності опитаних пасажирів

На рисунку 5.10 надано діаграму зміни тарифу, який пасажир готовий заплатити за транспортну послугу від його доходу маршруту, що розглядається.

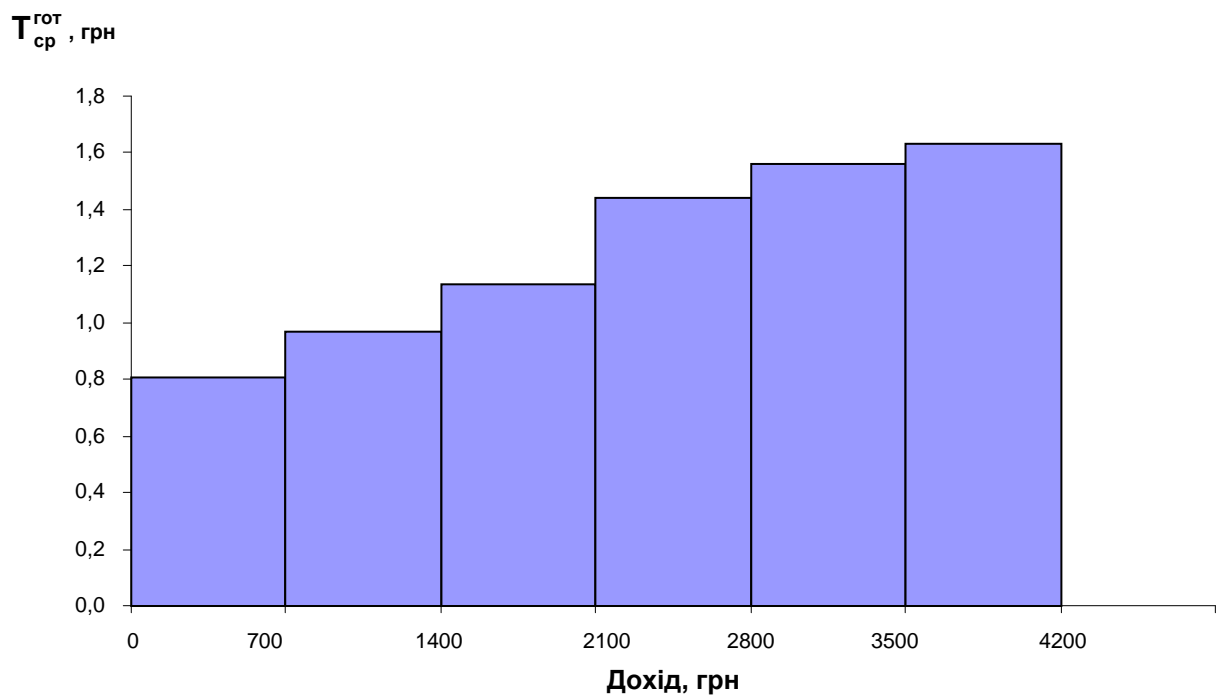


Рисунок 5.10 – Діаграма зміни тарифу, який пасажир готовий заплатити за користування послугами автобусного маршруту № 75 від його доходу

Наведені діаграми свідчать про те, що дохід пасажирів суттєво впливає на грошову суму, яку він готовий заплатити за отриману транспортну послугу.

На основі анкетного опитування пасажирів встановлено, що вартість, яку пасажир готовий заплатити за надані йому транспортні послуги на маршруті № 75 становить від 0,5 до 1,5 грн. В середньому пасажир за надану йому транспортну послугу готовий заплатити на маршруті № 75 – 0,96 грн.

При анкетування пасажирів повинні були назвати тариф, який вони готові заплатити, стосовно не тільки зі свого доходу, а й з умов пересування, скільки вони знаходяться в цих умовах (час маршрутної поїздки). Тобто отримані значення тарифу, які пасажирів готові заплатити за надані їм транспортні послуги значно менші за існуючий на цьому маршруті тариф, що свідчить про незадоволеність пасажирів.

Для проведення розрахунків необхідно визначити середнє зниження доходу пасажирів на основному виробництві при існуючих умовах пересування на транспорті та у зв'язку з «гіршими умовами» пересування на транспорті. Тоді формула (5.28) матиме вигляд [157]:

$$C_{тр_послуги}^{існ} = \bar{C}_{ij_тр}^{гірші} - C_{ij_тр}^{існ}. \quad (5.32)$$

За формулою (3.46) розрахуємо значення зменшення доходу пасажирів при пересуванні на транспортному засобі при існуючих умовах поїздки на маршруті № 75 при $\gamma_{mn} = 1,1$. На основі таблиці 3.1 отримуємо $k\gamma_{mn} = 0,92$. Результати розрахунків надано в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного пересування при існуючих умовах пересування

Параметри	Маршрут № 75
ФС пасажирів перед маршрутною поїздкою P_2 , бал.	2,99
ФС пасажирів в кінці маршрутної поїздки $P_1^{існ}$, бал.	5,26
Середнє зниження доходу внаслідок транспортного пересування при існуючих умовах $C_{ij_тр}^{існ}$, грн/день	7,6

Проведемо аналогічні розрахунки середнього зниження прибутку пасажирів на виробництві у зв'язку з «гіршими умовами» пересування на транспорті, тобто при значенні коефіцієнта заповнення салону під час маршрутної поїздки $\gamma_{mn} = 1,2$, тоді стосовно таблиці 3.1 $k\gamma_{mn} = 1$. Результати розрахунків наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Зниження прибутку пасажирів на виробництві у зв'язку з «гіршими умовами» пересування на транспорті

Параметри	Маршрут № 75
ФС пасажирів в кінці маршрутної поїздки PI_1^{girui} , бал.	5,77
Середнє зниження доходу внаслідок транспортного пересування при існуючих умовах $C_{ij_tr}^{girui}$, грн/день	8,96

Як було зазначено вище, пасажир отримує транспортну послугу мінімум два рази на день, то отриману величину споживчої вартості транспортної послуги необхідно поділити на 2. Тоді даний показник для маршруту № 75 при використанні транспортного засобу марки ПАЗ-3205 становитиме: $C_{tr_послуги}^{исн} = 0,68$ грн/поїздка.

Розрахуємо середнє зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного пересування після оновлення парку ТЗ $C_{ij_tr}^{проп}$, тобто при нормативному значенні коефіцієнта заповнення салону транспортного засобу під час маршрутної поїздки пасажирів $\gamma_{mn} = 0,9$. Тоді стосовно таблиці 3.1 отримуємо $k\gamma_{mn} = 0,74$. Результати розрахунків представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного пересування при «пропонованих» умовах

Параметри	Маршрут № 75
ФС пасажирів в кінці маршрутної поїздки $PI_1^{проп}$, бал.	4,23
Середнє зниження доходу внаслідок транспортного пересування при пропонованих умовах $C_{ij_tr}^{проп}$, грн./день	5,74

Довжина досліджуваного маршрутів становить більш ніж 3 км, при визначенні споживчої вартості транспортних послуг після покращення умов пересування пропонується розглядати різницю між зниженням доходу

пасажира на виробництві внаслідок транспортного пересування при «гірших умовах поїздки» (рис. 5.5) і зниженням доходу пасажира на виробництві внаслідок транспортного пересування в умовах, що пропонуються на маршруті. Результати розрахунків зводимо до таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати розрахунків

Показник	Маршрут № 75
Розрахунковий тариф T_p , грн.	1,9
Існуючий тариф, $T_{існ}$, грн.	1,75
Вартість, яку пасажир готовий заплатити за надану йому транспортну послугу (за результатами анкетного опитування):	
мінімальне значення $T_{зот}^{\min}$, грн.	0,5
максимальне значення $T_{зот}^{\max}$, грн.	1,5
середнє значення $T_{зот}$, грн.	0,96
Середнє зниження доходу пасажира на основному виробництві внаслідок пересування на транспорті при існуючих умовах поїздки $C_{ij-тр}^{існ}$, грн /день	7,6
Середнє зниження доходу пасажира на основному виробництві внаслідок пересування на транспорті при "гірших" умовах поїздки $C_{ij-тр}^{гірші}$, грн /день	8,96
Середнє зниження доходу пасажира на основному виробництві внаслідок пересування на транспорті при пропонованих умовах поїздки $C_{ij-тр}^{проп}$, грн /день	5,74
Величина споживчої вартості транспортних послуг при існуючих умовах поїздки $C_{тр_послуги}^{існ}$, грн/поїздка	0,68
Величина споживчої вартості транспортних послуг при пропонованих умовах поїздки $C_{тр_послуги}^{проп}$, грн/поїздка	1,65

Як видно з таблиці 5.9 при умовах, що існують на сьогоднішній день на маршруті № 75 пасажир готовий заплатити за отримані послуги 0,68 грн. Порівнюючи отримані величини споживчої вартості транспортних послуг при існуючих умовах поїздки з діючими тарифами на даних маршрутах видно, що вони значно менші. Це ще раз свідчить про невідповідність наданих послуг вимогам пасажирів.

5.6 Розподіл фінансових потоків в системі міського пасажирського транспорту

Сучасні типи білетів за проїзд на міському пасажирському транспорті стрімко змінюється з кожним роком, паперові білети в минулому, на заміну їм прийшли електромагнітні картки, при цьому за кордоном (Англія, Сполученні Штати Америки) розглядається можливість залучення Інтернету і мобільних телефонів при оплаті проїзду в міському пасажирському транспорті (табл. 5.6) [158–171]. Практичне застосування електронних карток, показало їх безперечну перевагу перед паперовими білетами, проте розвиток сучасних технологій привів до появи і використання віртуальних квитків (е-квитків) в системі міського пасажирського транспорту [158–171]. Однак дана форма забезпечення білетами системи МПТ вимагає значних інвестицій і високого технологічного розвитку системи МПТ.

Сучасна практика плати за проїзд включає наступні напрямки [3, 20, 46, 146, 147, 158-171]: оплата за маршрутну поїздку в салоні; оплата в залежності від дальності поїздки; оплата по єдиному квитку. Кожен з наведених напрямків має свою схему розподілу фінансових потоків.

Схема розподілу фінансових потоків в системі міського пасажирського транспорту при застосуванні фіксованого та диференційованого тарифів представлена на рисунку 5.11.

При реалізації цієї схеми руху фінансових потоків (рис. 5.11) загальні витрати B_M на організацію перевезень пасажирів, спираючись на (рис. 5.11) можна обчислити за формулою, що спирається на об'єм перевезень у місті:

$$B_M = \sum_{i=1}^n \left[\frac{l_{mi} Q_i}{q_i \gamma_{ci} \beta_i k_{zmi}} \left(B_{zmi} + \frac{B_{cmi}}{V_{ei}} \right) \right]. \quad (5.33)$$

Таблиця 5.6 – Сучасні типи білетів на міському пасажирському транспорті [158 – 171]

№	Типи білетів	Спосіб використання	Позитивні моменти	Недоліки
1	2	3	4	5
1.	Паперові білети	Механічний або електромеханічний	Дешеве виробництво, легкість використання, у разі удосконалення виду оплати в транспортній системі - витрати вилучення з використання не великі	Не багатофункціональний, не ефективний для метрополітену і міського наземного транспорту. Не дозволяє простежувати потоки пасажирів, змінюваність пасажирів на маршруті.
2.	Паперові/пластикові картки з магнітними смугами	Контактні термінали	Тривалі у використанні. Легкість використання, збір інформації про роботу на маршруті.	Встановлення спеціального устаткування, можливі збої при прочитуванні інформації, уразливість магнітної смуги
3.	Інтелектуальні картки (електронні білети)		Зручність у використанні. Надання даних про пасажиропотоки, що корисна для оптимізації роботи на маршрутах. Багатофункціональність картки - може використовуватися і для оплати інших послуг.	Значна вартість введення в експлуатацію. Операційний час обробки інформації для контактної карти вищий, ніж для безконтактної.
	Контактна електронна картка	Контактні термінали		
	Безконтактна електронна картка	Безконтактні термінали		
Комбінована картка (подвійний інтерфейс)	Контактні та безконтактні термінали			
4.	Е-білети	З використанням Інтернету, мобільних телефонів, безконтактних терміналів	Безбілетна форма оплати, друк квитка за запитом. Відсутність наявної оплати.	Складність і значна вартість організації роботи. Велика кількість спеціальних технічних вимог як для пасажирів, так і для операторів на транспорті.

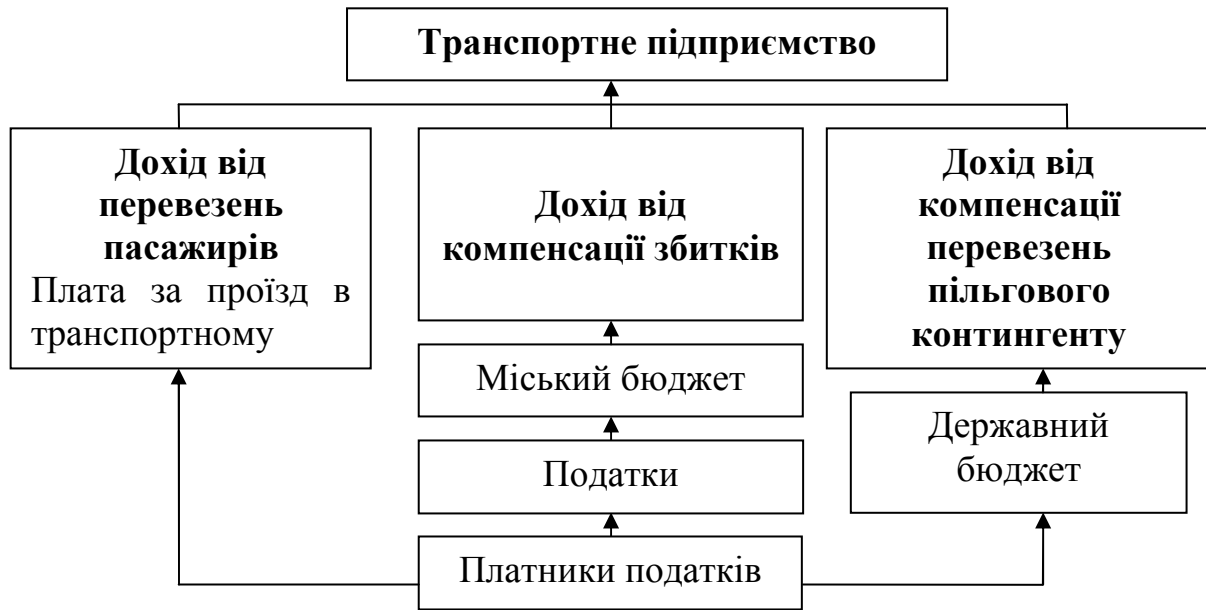


Рисунок 5.11 – Схема розподілу фінансових потоків в системі міського пасажирського транспорту при застосуванні фіксованого та диференційованого тарифів

Аналогічно, на підставі транспортної роботи в місті і залежності (5.17) загальні витрати B_M на організацію перевезень пасажирів можна обчислити, як:

$$B_M = \sum_{i=1}^n \left[\frac{W_i}{q_i \gamma_{oi} \beta_i} \left(B_{zmi} + \frac{B_{cmi}}{V_{ei}} \right) \right], \quad (5.34)$$

де W_i – транспортна робота на i -му маршруті, пас·км.

У цьому випадку B_M містить в собі витрати на виготовлення і реалізацію проїзних квитків $B_{кв}$, і не містить витрати на обстеження маршрутної транспортної роботи з метою розподілу доплат за неї, або оплата за придбані білети за проїзд $B_{скв}$. Схема руху фінансових потоків в системі міського пасажирського транспорту при застосуванні «єдиного квитка» представлена на рисунку 5.12.

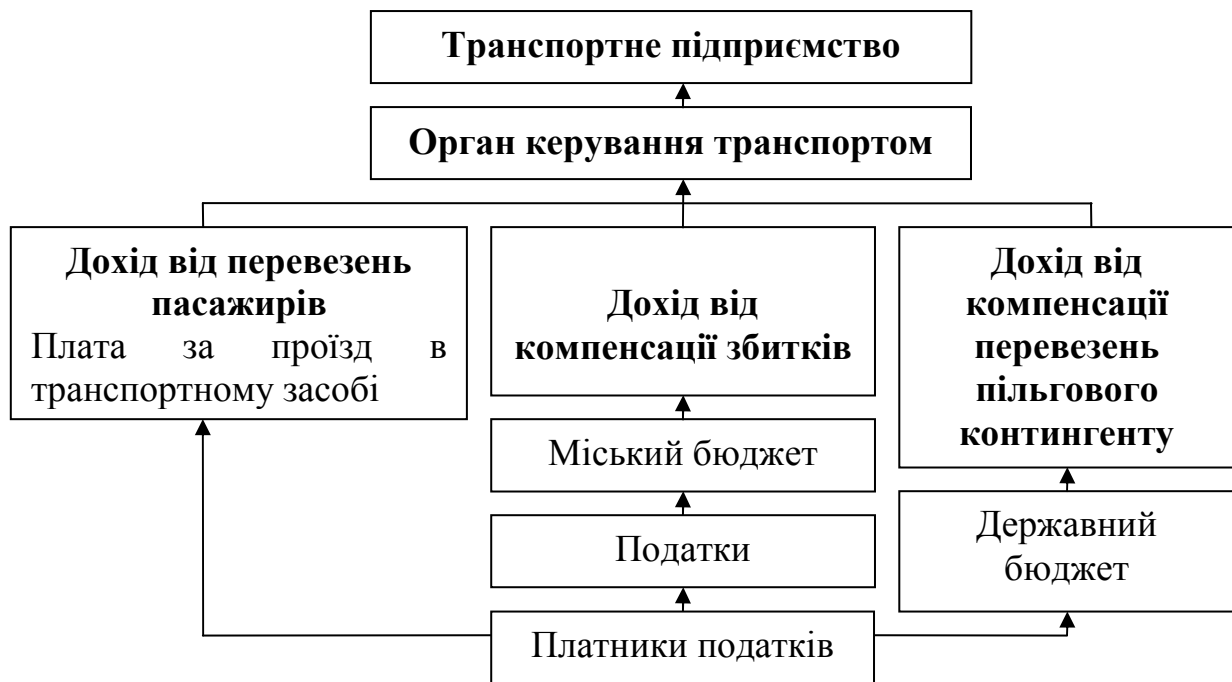


Рисунок 5.12 – Схема руху фінансових потоків в системі міського пасажирського транспорту при застосуванні «єдиного квитка»

Структура органу керування транспортом має наступний вид і представлена на рисунку 5.13.

Відповідно до отриманої структури маємо, що основна частка витрат на організацію органу керування ($B_{OPG.KEP}$) складається з:

- витрат на заробітну платню персоналу відділу контролю по роботі з операційними пристроями забезпечення внесення платні за проїзд;
- утриманням операційних пристроїв;
- витрати на обслуговування пристроїв поповнення «єдиних квитків» та інше.

При використанні «єдиного проїзного квитка» він дозволяє здійснювати проїзд в будь-якому міському пасажирському транспорті. Загальні витрати на організацію перевезень B_{MC} суттєво відрізняється від аналогічних витрат B_{MP} при різних тарифах на різних маршрутах. У першому випадку:

$$- \quad B_{MC} = B_{MCO} + B_{MCE}, \quad (5.35)$$

де B_{MCE} – загальні експлуатаційні витрати транспортних підприємств на здійснення перевезень;

B_{MCO} – загальні витрати органів місцевого самоврядування на організацію перевезень.

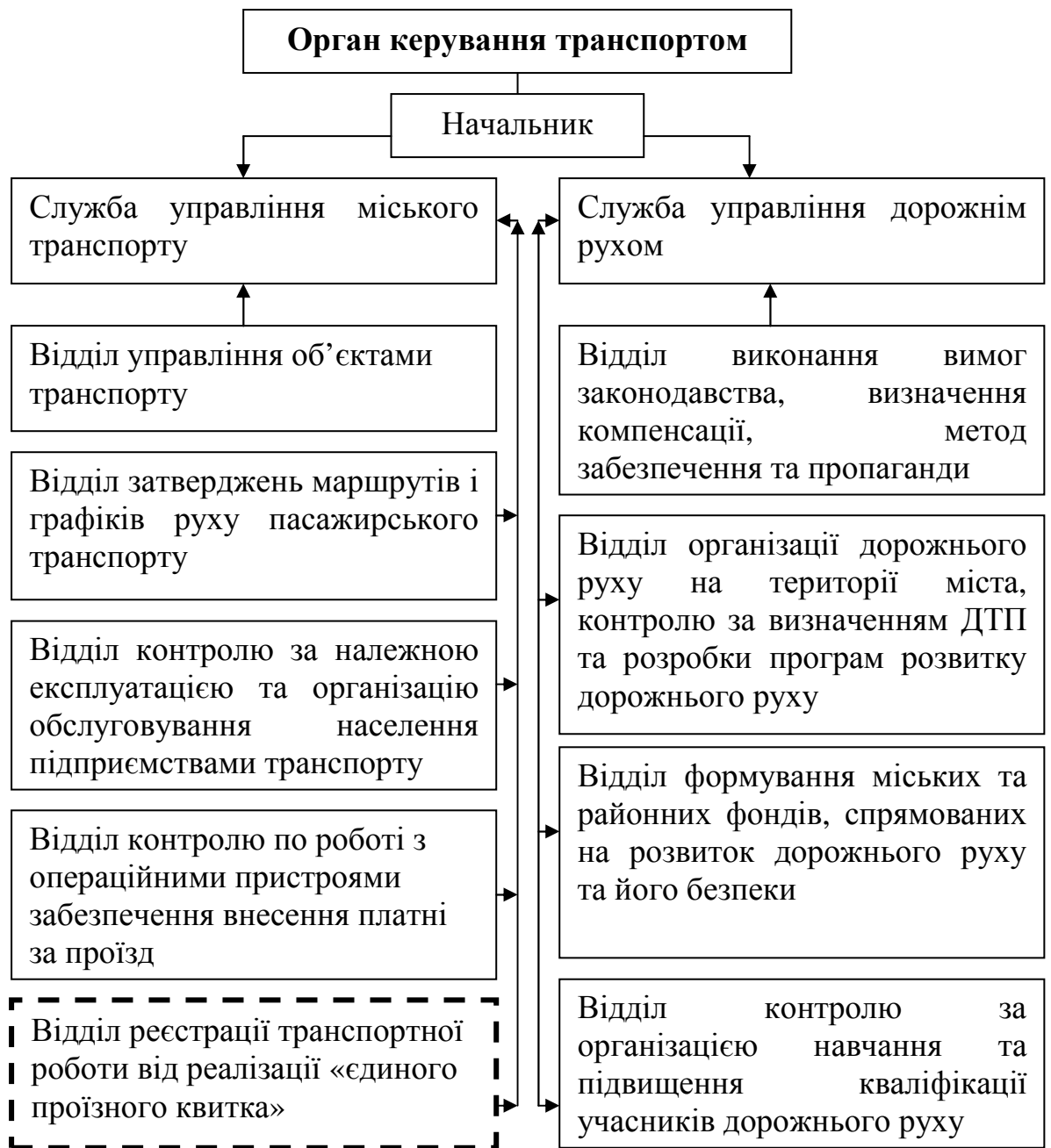


Рисунок 5.13 – Структура органу керування транспортом

В свою чергу

$$B_{MEO} = B_{MEO3} + B_{MEOB}, \quad (5.36)$$

де B_{MEO3} – загальні витрати органу керування транспортом, пов'язані з виконанням традиційних загальних функцій;

B_{MEOB} – витрати на обстеження маршрутної транспортної роботи і розподіл загальної у місті виручки.

Разом з цим B_{MCE} складаються з експлуатаційних витрат на роботу транспортних засобів і відповідної інфраструктури B_{MCET} і витрати на кондукторів і контролерів B_{MCEK} , тобто

$$B_{MCE} = B_{MCET} + B_{MCEK}. \quad (5.37)$$

Тоді

$$B_{MC} = B_{MCOZ} + B_{MCOB} + B_{MCET} + B_{MCEK}. \quad (5.38)$$

При реалізації кондукторами автономних на маршрутах МПТ квитків загальні міські витрати на перевезення пасажирів B_{MP} складаються з загальних експлуатаційних витрат транспортних підприємств на здійснення перевезень B_{MPE} і загальних витрат органів місцевого самоврядування на організацію перевезень B_{MPO} :

$$B_{MP} = B_{MPE} + B_{MPO}. \quad (5.39)$$

В свою чергу

$$B_{MPO} = B_{MPOZ} + B_{MPOB}, \quad (5.40)$$

де B_{MPOZ} – загальні витрати органу керування транспортом на виконання традиційних загальних функцій;

B_{MPOB} – витрати на обстеження маршрутної транспортної роботи і розподіл загальної у місті виручки.

При цьому експлуатаційні витрати B_{MPE} складаються з витрат на функціонування інфраструктури з транспортними засобами B_{MPET} і витрат на контролерів B_{MPEK}

$$B_{MPE} = B_{MPET} + B_{MPEK}. \quad (5.41)$$

Тоді рівняння (5.40) має вигляд:

$$B_{MP} = B_{MPOZ} + B_{MPOB} + B_{MPET} + B_{MPEK}. \quad (5.42)$$

На підставі діючої практики можна припустити, що

$$B_{МСЕТ} = B_{МРЕТ}. \quad (5.43)$$

Тобто експлуатаційні витрати транспортних підприємств на інфраструктуру і рух транспортних засобів не залежать від форми білета: чи є він «єдиним квитком», чи ні. При цьому можна стверджувати, що витрати органу керування міським транспортом для виконання традиційних функцій теж не залежать від того, є квиток централізованим «єдиним квитком», чи ні

$$B_{МСОЗ} = B_{МРОЗ}. \quad (5.44)$$

Для вирішення питання доцільності «єдиного квитка» в місті можна скористатися рівняннями відповідних витрат:

$$B_{МС} = B_{МР}. \quad (5.45)$$

Або на підставі рівнянь (5.38) і (5.42)

$$B_{МСОЗ} + B_{МСОБ} + B_{МСЕТ} + B_{МСЕК} = B_{МРОЗ} + B_{МРОБ} + B_{МРЕТ} + B_{МРЕК},$$

враховуючи (5.39) і (5.40) рівняння має вигляд:

$$B_{МСОБ} + B_{МСЕК} = B_{МРОБ} + B_{МРЕК}. \quad (5.46)$$

Не виникає сумніву, що відсутні витрати на розподіл і збирання загальної виручки при розповсюдженні білетів кожним підприємством мають бути

$$B_{МРОБ} = 0.$$

Також при «єдиному білеті» витрати на кондукторів відсутні, маємо

$$B_{МСЕК} = 0.$$

Тоді рівняння (5.46) приймає вигляд:

$$B_{МСОБ} = B_{МРЕК}. \quad (5.47)$$

Наведене рівняння (5.48) характеризує співвідношення частки витрат при роботі з кондукторами (права частина) і при «єдиному квитку» (ліва частина), тобто якщо

$$B_{МСОБ} \leq B_{МРЕК},$$

то перевагу має традиційний спосіб збору виручки за допомогою кондукторів, і навпаки, якщо

$$B_{МСОБ} \geq B_{МРЕК},$$

то перевагу має впровадження «єдиного білету». Наведене свідчить про те, що тоді, коли витрати на організацію спеціального підрозділу з впровадження «єдиного квитка» менші, ніж загальні витрати перевізників на розповсюдження білетів за допомогою кондукторів, то використання «єдиного квитка» доцільно. При цьому рух фінансів при організації міських пасажирських перевезень (рис. 5.11 і 5.12) свідчить про незалежність фінансування органу управління дії «єдиного квитка» бо першоджерелом в усіх випадках є платник податків.

5.7 Розподіл транспортної роботи між маршрутами міського пасажирського транспорту

5.7.1 Залежність зміни вартості поїздки від її середньої дальності

Витрати на транспортну роботу в місті можна описати наступним чином

$$B_t = S_{наст} \cdot Q_{мі}, \quad (5.48)$$

де B_t – витрати на транспортну роботу в місті за період t , грн;

$S_{наст}$ – собівартість перевезення пасажирів за період t , грн/пас.;

$Q_{мі}$ – загальний обсяг перевезених пасажирів в місті за період t , пас.

Враховуючи те, що на теперішній час система міського пасажирського транспорту представляє собою сукупність різних видів транспорту і підприємств різних форм власності, запишемо формулу (5.48) в наступному вигляді:

$$B_t = B_t^{ТП_1} + B_t^{ТП_2} + \dots + B_t^{ТП_n} = \sum_{k=1}^m S_{наст}^{ТП_1} \cdot Q_{ТП_1 t} + \sum_{k=1}^m S_{наст}^{ТП_2} \cdot Q_{ТП_2 t} + \dots + \sum_{k=1}^m S_{наст}^{ТП_n} \cdot Q_{ТП_n t}, \quad (5.49)$$

де $B_t^{ТП_n}$ – витрати на транспортну роботу транспортним підприємством (ТП) за період t , грн;

$S_{наст}^{ТП_n}$ – собівартість перевезення пасажирів ТП за період t , грн/пас.;

$Q_{ТП_n t}$ – обсяг перевезених пасажирів транспортним підприємством за період t , пас.;

m – кількість маршрутів, що обслуговуються транспортним підприємством.

При цьому дохід транспортного підприємства, в якому перевізник зацікавлений має визначатись за формулою

$$D_t = B_t^{ТП} (1 + r), \quad (5.50)$$

де D_t – дохід транспортного підприємства за період t , грн;

$B_t^{ТП}$ – витрати на виконану транспортну роботу за період t , грн;

r – рівень рентабельності.

Або дохід транспортного підприємства (D_t), в якому зацікавлений перевізник, можна представити у вигляді

$$D_t = D_{\phi_t} + N_{мун_t}, \quad (5.51)$$

де D_{ϕ_t} – дохід ТП за реалізацію проїзних квитків за період t , грн;

$N_{мун_t}$ – фінансування міської влади (встановлений рівень доплат) за період t , грн.

Якщо вартість проїзду не залежить від її дальності дохід транспортного підприємства можна визначити за формулою:

$$D_{\phi_t} = Q_{\text{ТПт}} \cdot T_i, \quad (5.52)$$

де $Q_{\text{ТПт}}$ – обсяг перевезених пасажирів ТП за період t , пас.;

T_i – затверджений тариф, що сплачують пасажирів на маршруті, який обслуговує i -те ТП, грн.

Якщо підставити формулу (5.52) у рівняння (5.51), отримаємо дохід, в якому зацікавлений перевізник:

$$D_t = Q_{\text{ТПт}} \cdot T_i + N_{\text{мун}_t}, \quad (5.53)$$

Якщо прирівняти формули (5.51) і (5.54), то рівень доплати з міського бюджету дорівнює

$$B_t^{\text{III}} (1+r) = Q_{\text{ТПт}} \cdot T_i + N_{\text{мун}_t}, \quad (5.54)$$

$$N_{\text{мун}_t} = B_t^{\text{III}} (1+r) - Q_{\text{ТПт}} \cdot T_i, \quad (5.55)$$

а затверджений тариф на перевезення пасажирів можна визначити наступним чином

$$T_i = (B_t^{\text{III}} (1+r) - N_{\text{мун}_t}) / Q_{\text{ТПт}}. \quad (5.56)$$

Відповідно до Наказу Міністерства транспорту України «Про затвердження Методичних рекомендацій визначення рівня тарифів на послуги пасажирського автотранспорту загального користування» [149] якщо рівень тарифу за транспортні послуги не забезпечує перевізнику зазначені в наказі умови, то є доцільність фінансування міського пасажирського транспорту.

Якщо плата за маршрутну поїздку не залежить від її дальності, то в такому випадку рівняння (5.56) набуває вигляд

$$T_{pQ} = \frac{B_{pi}^{\text{III}} (1+r)}{q_{ni} \sum_{i=1}^n \gamma_{ci} k_{zmi}}, \quad (5.57)$$

де T_{pQ} – розрахунковий тариф на маршруті, грн/ пас;

B_{pi}^{III} – витрати на здійснення i -го рейсу, грн;

q_{ni} – пасажиромісткість транспортного засобу;

γ_{ci} – статичний коефіцієнт заповнення салону транспортного засобу;

k_{zmi} – коефіцієнт змінюваності пасажирів;

n – кількість рейсів.

Аналогічно формулі (5.52) T_i можна обумовити як ціну для пасажирів за проїзд

$$Ц'_Q = T_{pQ} - P_{DQ}, \quad (5.58)$$

де P_{DQ} – рівень доплат за одного перевезеного пасажирів, грн/пас;

Рівень доплат за одного перевезеного пасажирів можна визначити за формулою

$$P_{DQ} = \frac{N_{\text{мун}}}{Q_m}, \quad (5.59)$$

де Q_m – обсяг перевезень пасажирів у місті за період t , пас.

Якщо має місце плата в залежності від дальності поїздки, то використовується диференційований тариф T_{pW} на перевезення одного пасажирів на один кілометр. Виходячи з того, що на здійснення транспортної роботи, наприклад на довжину зворотного рейсу (l_{3P}) W_{3P} , яку можна розрахувати за залежністю [19]

$$W_{3P} = q_n \gamma_\delta l_{3P} \beta, \quad (5.60)$$

а витрати на зворотній рейс:

$$B_{3P} = B_{\text{км}}^{\text{III}} (1+r) l_{3P}, \quad (5.61)$$

то

$$T_{pW} = \frac{B_{3P}}{W_{3P}}, \quad (5.62)$$

або

$$T_{pW} = \frac{B_{\text{км}}^{\text{III}} (1+r)}{q_n \gamma_\delta \beta}, \quad (5.63)$$

де T_{pW} – диференцирований тариф на маршруті, грн/пас.км;

$B_{км}^{III}$ – витрати на здійснення руху ТЗ на один кілометр маршруту, грн./км;

γ_{δ} – динамічний коефіцієнт заповнення салону;

β – коефіцієнт використання пробігу.

Вартість за проїзд становить

$$Ц''_W = (T_{pW} - P_{дW}) \cdot l_i, \quad (5.64)$$

де l_i – дальність поїздки i -го пасажера, км.

$P_{дW}$ – рівень доплат за один пасажирокілометр, грн/пас.км;

Рівень доплат за один пасажирокілометр можна визначити за формулою

$$P_{дW} = \frac{N_{мун}}{\sum_{i=1}^m H_{ij} l_{ij}}, \quad (5.65)$$

де H_{ij} – кореспонденції з i -го району j -ий, пас.;

l_{ij} – відстань між i -тим і j -тим районами, км;

m – кількість транспортних районів.

$$P_{дW} = \frac{N_{мун}}{W_m}, \quad (5.66)$$

де W_m – транспортна робота в місті, пас.км.

Розглянувши рівняння (5.57) і (5.60) припустимо, що є така рівнозначна довжина поїздки l_{ip} , коли для пасажера $Ц'_Q = Ц''_W$, тобто:

$$\frac{B_{pi}^{III} (1+r)}{q_n \sum_{i=1}^n \gamma_{ci} k_{зми}} - P_{дQ} = \left(\frac{B_{км}^{III} (1+r)}{q_n \gamma_{\delta} \beta} - P_{дW} \right) \cdot l_{ip}, \quad (5.67)$$

враховуючи те, що витрати за рейс транспортного підприємства можна представити у вигляді

$$B_{pi}^{ТП} = B_{км}^{ТП} \cdot \frac{l_m}{\beta}, \quad (5.68)$$

де l_m – довжина маршруту, км.

Підставимо (5.68) у (5.67) і, після перетворень і скорочень отримаємо

$$l_{ip} = \frac{B_{км}^{ТП} (1+r) l_m \gamma_{\delta} - P_{DQ} \gamma_{\delta} q_n \sum_{i=1}^n \gamma_{ci} k_{зми}}{B_{км}^{ТП} (1+r) \sum_{i=1}^n \gamma_{ci} k_{зми} - P_{DW} \gamma_{\delta} q_n \sum_{i=1}^n \gamma_{ci} k_{зми}}. \quad (5.69)$$

Це та рівнозначна дальність поїздки пасажира (l_{ip}), при якій, якщо середня дальність поїздки пасажира на маршруті (l_{cp}) більша за рівнозначну дальність поїздки пасажира, тобто $l_{cp} \geq l_{ip}$, то підприємству вигідно працювати з вартістю за проїзд C_w'' , в свою чергу в інтересах пасажира є вартість C'_o і навпаки.

Отримані закономірності визначення рівнозначної дальності поїздки пасажира на маршруті (l_{ip}) дозволяють в порівнянні з середньою дальністю поїздки пасажирів на маршруті, встановити кому з учасників ринку міських пасажирських перевезень (пасажир, ТП) яка вигідна вартість поїздки, та, що виходить з оплати одного перевезеного пасажира (грн/пас) чи та, що виходить з оплати за одиницю транспортної роботи (грн/пас.км).

5.7.2 Вплив вартості проїзду на показники міських пасажирських перевезень

Для виявлення впливу зміни вартості проїзду на обсяг перевезень на міському пасажирському транспорті було проведено оброблення даних та аналіз зміни обсягів перевезень пасажирів, отриманих з камер спостережень розміщених в салонах автобусів. З історії міста Харкова відомо, що в 2009 році було змінено тарифи на перевезення пасажирів по автобусних маршрутах на 0,25 грн., дані зведено в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Кількісні показники, що отримані після введення нового фіксованого тарифу на перевезення

№	Зміна вартості проїзду, $\Delta C'$ грн	Новоутворене на вартість, грн. C_n	Довжина маршруту l_m , км	Кількість перевезених пасажирів одним автобусом за добу при попередньому тарифі, Q_1 чол.	Кількість перевезених пасажирів одним автобусом за добу при новоутвореному тарифі, Q_2 чол.	Середня відстань їздки пасажирів l_{cp} , км	Вартість проїзду на маршрутах конкурентах електротранспорту C'_{min} , грн.	Вартість проїзду на автобусних маршрутах конкурентах, C'_a , грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,25	2,25	8,40	650,00	570,00	7,40	1,00	2,5
2	0,25	2,00	7,90	480,00	450,00	6,40	1,00	2
3	0,25	2,50	12,30	740,00	645,00	7,90	1,00	1,75
4	0,25	2,25	14,70	850,00	790,00	9,80	1,00	1,5
5	0,25	1,75	5,60	630,00	550,00	5,30	1,00	1,75
6	0,25	2,00	9,80	700,00	660,00	7,00	1,00	1,75
7	0,25	2,25	14,70	550,00	510,00	13,20	1,00	2
8	0,25	1,75	6,40	850,00	740,00	5,80	1,00	2,25
9	0,25	1,75	7,60	800,00	720,00	6,90	1,00	2

Продовження таблиці 5.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,25	1,75	8,90	750,00	690,00	8,20	1,00	2,25
11	0,25	2,25	11,40	8680,00	600,00	9,00	1,00	1,75
12	0,25	2,25	14,30	450,00	420,00	9,80	1,00	1,75
13	0,25	2,00	7,40	550,00	500,00	6,80	1,00	2
14	0,25	2,00	12,10	740,00	690,00	10,40	1,00	2,25
15	0,25	2,00	8,70	820,00	740,00	6,70	1,00	1,75
16	0,25	2,25	21,40	600,00	500,00	8,40	1,00	2
17	0,25	3,25	25,60	650,00	580,00	9,60	1,00	1,75
18	0,25	2,00	12,80	700,00	640,00	7,40	1,00	1,5
19	0,25	2,00	11,60	650,00	600,00	6,30	1,00	1,75
20	0,25	1,50	2,60	800,00	720,00	2,40	1,00	2
21	0,25	1,75	2,80	840,00	750,00	2,60	1,00	2,5

В обстеженні розглядались данні з двадцяти одного автобусного маршруту м. Харкова, також була розглянута цінова політика на маршрутах конкурентах.

Аналізуючи дані таблиці 5.7 можна побачити, що обсяг перевезення одним автобусом на добу зменшився, тобто коефіцієнта відносної зміни обсягів перевезень k_{on} , внаслідок зміни вартості проїзду, можна представити наступним чином:

$$k_{on} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1}, \quad (5.70)$$

де Q_1 – обсяг перевезених пасажирів одним автобусом за добу до зміни тарифу, пас.;

Q_2 – обсяг перевезених пасажирів одним автобусом за добу при новоутвореному тарифі, пас.

Припустимо, що на коефіцієнт відносної зміни обсягів перевезень k_{on} пливають фактори наведені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Вихідні данні для використання побудови функції залежності відносної зміни обсягів перевезень k_{on} від показників

№	$(Q_2 - Q_1) / Q_1$ (y)	$\Delta C' / C'_n$ (x ₁)	l_m , км (x ₂)	C'_n / C'_a (x ₃)	C'_n / C'_{min} (x ₄)	l_{cp} , км (x ₅)
1	-0,1231	0,11	8,40	0,9	2,25	7,40
2	-0,0625	0,13	7,90	1	2	6,40
3	-0,1284	0,10	12,30	1,4286	2,5	7,90
4	-0,0706	0,11	14,70	1,5	2,25	9,80
5	-0,1269	0,14	5,60	1	1,75	5,30
6	-0,0571	0,13	9,80	1,1429	2	7,00
7	-0,0727	0,11	14,70	1,125	2,25	13,20
8	-0,1294	0,14	6,40	0,7778	1,75	5,80
9	-0,1	0,14	7,60	0,875	1,75	6,90
10	-0,08	0,14	8,90	0,7778	1,75	8,20
11	-0,1176	0,11	11,40	1,2857	2,25	9,00
12	-0,0667	0,11	14,30	1,2857	2,25	9,80
13	-0,0909	0,13	7,40	1	2	6,80

Продовження таблиці 5.8

14	-0,0676	0,13	12,10	0,8889	2	10,40
15	-0,0976	0,13	8,70	1,1428	2	6,70
16	-0,1667	0,11	21,40	1,125	2,25	8,40
17	-0,1077	0,08	25,60	1,8571	3,25	9,60
18	-0,0857	0,13	12,80	1,3333	2	7,40
19	-0,0769	0,13	11,60	1,1429	2	6,30
20	-0,1	0,17	2,60	0,75	1,5	2,40
21	-0,1071	0,14	2,80	0,7	1,75	2,60

Обробка отриманих даних (табл. 5.12) в програмі STATISTICA дозволила визначити рівняння регресії:

$$y = -0,642 + 2,304x_1 - 0,0041x_2 + 0,0592x_3 + 0,07099x_4 + 0,01189x_5, \quad (5.71)$$

Проведений кореляційний аналіз свідчить про не значимість фактора x_4 , тому даний фактор був виключений з подальшого розгляду.

Отримане рівняння регресії має вигляд:

$$y = -0,382 + 1,286x_1 - 0,0031x_2 + 0,0754x_3 + 0,0101x_5, \quad (5.72)$$

при цьому коефіцієнт кореляції дорівнює 0,65, що свідчить про середній зв'язок між факторами.

Адекватність отриманої лінійної моделі перевірено за допомогою критерію Фішера. Модель є адекватною, якщо виконується нерівність [172]

$$F_p = \frac{s_{ad}^2}{s_y^2} \leq F_T, \quad (5.73)$$

де s_{ad}^2 – дисперсія адекватності;

s_y^2 – дисперсія відтворюваності.

Визначимо критерій Фішера в наступному порядку. За отриманим рівнянням (5.72) визначимо розрахункове значення y_p , результати зводимо у таблицю 5.9.

Таблиця 5.9 – Вихідні дані для розрахунку критерію Фішера

№	y	y_p	\bar{y}	$(y - y_p)^2$	$(y_{ji} - \bar{y}_i)^2$	$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (y_{ji} - \bar{y}_i)^2}{m - 1}$
1	2	3	4	5	6	7
1	-0,1231	-0,1239	-0,1235	8,1559	4,0779	8,1559
2	-0,0625	-0,0993	-0,0809	0,0013	0,0007	0,0014
3	-0,1284	-0,1041	-0,1162	0,0006	0,0003	0,0006
4	-0,0706	-0,0741	-0,0723	1,1846	5,9229	1,1846
5	-0,1269	-0,0904	-0,1087	0,0013	0,0007	0,0013
6	-0,0571	-0,0883	-0,0727	0,0001	0,0005	0,0009
7	-0,0727	-0,0679	-0,0704	2,2679	1,1339	2,2679
8	-0,1294	-0,1046	-0,117	0,0006	0,0003	0,0006
9	-0,1	-0,08986	-0,0949	0,0001	5,1461	0,0001
10	-0,08	-0,0881	-0,0841	6,5376	3,2688	6,5375
11	-0,1176	-0,088	-0,1028	0,0009	0,0004	0,0009
12	-0,0667	-0,08895	-0,0778	0,0005	0,0002	0,0005
13	-0,0909	-0,0937	-0,0923	7,6779	3,8389	7,6779
14	-0,0676	-0,0803	-0,0739	0,0002	8,0647	0,0002
15	-0,0976	-0,0879	-0,0928	9,2399	4,6199	9,2399
16	-0,1667	-0,1372	-0,1519	0,0009	0,0004	0,0009
17	-0,1077	-0,1215	-0,1146	0,0002	9,5208	0,0002
18	-0,0857	-0,0792	-0,0825	4,2089	2,1045	4,2089
19	-0,0769	-0,101	-0,089	0,0006	0,0003	0,0006
20	-0,1	-0,0907	-0,0953	8,7422	4,3711	8,7423
21	-0,1071	-0,1316	-0,1194	0,0006	0,0003	0,0006

Визначимо дисперсію адекватності за формулою

$$s_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{pi})^2}{n - k - 1}, \quad (5.74)$$

$$s_{ad}^2 = \frac{0,0091}{21 - 4 - 1} = 0,0006.$$

Визначимо дисперсію відтворюваності за формулою

$$s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n s_i^2}{n}; \quad (5.75)$$

$$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (y_{ji} - \bar{y}_i)^2}{m-1}, \quad (5.76)$$

де s_i^2 – дисперсія в i -тій точці (табл.5.13);

m – число паралельних дослідів;

\bar{y}_i – середнє значення оцінюваного параметра в даній серії паралельних дослідів.

$$s_y^2 = \frac{0,0091}{21} = 0,0004.$$

Визначимо розрахункове значення критерію Фішера

$$F_p = \frac{0,0006}{0,0004} = 1,3125.$$

Табличне значення критерію Фішера при 5%-ом рівні значущості, при числі ступенів свободи для дисперсії адекватності $K_{ad} = 21 - 4 - 1 = 16$ і числі ступенів свободи для дисперсії відтворюваності $K_y = n = 21$ становить $F_T = 2,1$. Тобто

$$F_p = 1,31 < F_T = 2,1,$$

що свідчить про адекватність отриманої моделі.

Математична модель визначення коефіцієнта відносної зміни обсягів перевезень k_{on} при зміні тарифу має наступний вигляд:

$$k_{on} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} = -0,382 + 1,286 \frac{\Delta \Pi'_n}{\Pi'_n} - 0,0031 \Pi'_m + 0,0754 \frac{\Pi'_n}{\Pi'_a} + 0,0101 \Pi'_{cp}. \quad (5.77)$$

$$D_1 = \Pi'_1 \cdot Q_1, \quad (5.78)$$

$$D_2 = \Pi'_n Q_1 (1 + k_{on}), \quad (5.79)$$

$$D_2 \geq D_1, \quad (5.80)$$

$$C'_n Q_1 (1 + k_{on}) \geq C'_1 \cdot Q_1, \quad (5.81)$$

$$C'_n \geq \frac{C'_1}{1 + k_{on}}. \quad (5.82)$$

Отримані закономірності визначають взаємозв'язок між існуючою і можливою вартістю проїзду і дозволяють встановити доцільність підвищення вартості проїзду на маршрутах міського пасажирського транспорту.

Запропоновані підходи щодо тарифоутворення дозволяють розробляти таку систему тарифікації, яка враховує економічні потреби перевізника в отриманні необхідного прибутку та забезпечує пасажирів величиною сплати за переміщення в міському пасажирському транспорті залежно від характеристики фактично отриманої послуги, з визначенням доцільності використання «єдиного проїзного квитка» та застосуванням диференційованої величини сплати пасажирів за проїзд залежно від його відстані. При цьому отримане значення рівнозначної дальності поїздки пасажирів на маршруті дозволяє визначити доцільність використання диференційованого або фіксованого тарифів.

Представлена система взаємодії контролюючих і організуючих складових транспортного процесу, яка на підставі розподілу транспортної роботи і відповідних фінансових потоків забезпечує мотивацію, як перевізників так і пасажирів.

Запропоновані закономірності коливання попиту на перевезення на міському пасажирському транспорті надають можливість врахувати вплив величини тарифу на обсяги перевезень й заздалегідь обчислювати економічні показники роботи маршруту.

Запропонований підхід щодо розподілу транспортної роботи і фінансових потоків в системі міського пасажирського транспорту, який базується на обґрунтованому в роботі коефіцієнті відносної зміни обсягів перевезень, що коливається у діапазоні від -0,0571 до -0,1667, дозволив удосконалити методику розрахунку показників функціонування згаданої системи. Статистична оцінка математичної моделі відносної зміни обсягів перевезень за коефіцієнтом кореляції вказує на можливість її застосування для вирішення практичних завдань.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке тариф?
2. Назвіть основні види тарифів.
3. Що таке диференційний тариф?
4. Назвіть основні методи утворення тарифів на маршрутах міського пасажирського транспорту.
5. Назвіть недоліки розрахункового методу «середні витрати + прибуток» визначення тарифу?
6. На чому ґрунтується метод визначення тарифу на основі аналізу безбитковості й забезпечення цільового прибутку? Назвіть недоліки даного методу.
7. В чому полягає метод встановлення тарифу за споживчою вартістю?
8. На вирішення яких основних завдань має бути орієнтована методика визначення тарифів на перевезення пасажирів міським пасажирським транспортом?
9. Які варіанти оплати пасажирами проїзду на маршрутах МПТ можуть бути передбачені системою формування тарифів?
10. Які принципи можуть бути використані в основі переходу від економічно обґрунтованих тарифів, розрахованих на нормативній основі, до соціально-орієнтованих?
11. Назвіть основні складові схеми розподілу фінансових потоків у системі міського пасажирського транспорту при застосуванні фіксованого та диференційованого тарифів?
12. У чому полягає різниця між схемою розподілу фінансових потоків у системі міського пасажирського транспорту при застосуванні фіксованого та диференційованого тарифів і схемою руху фінансових потоків при застосуванні «єдиного квитка»?
13. Перерахуйте сучасні типи білетів, що використовуються на міському пасажирському транспорті.
14. У чому полягають позитивні та негативні риси використання паперових білетів на міському пасажирському транспорті?
15. У чому полягають позитивні та негативні риси використання контактної електронної картки при оплаті послуг міського пасажирського транспорту?

16. Яким чином використовуються Е-білети, SMS-білети та WAP-білети при оплаті послуг міського пасажирського транспорту?
17. З яких підрозділів складається орган керування транспортом?
18. В чому полягає різниця між схемою розподілу фінансових потоків в системі МПТ при застосуванні фіксованого, диференційованого тарифів та схемою руху фінансових потоків в системі міського пасажирського транспорту при застосуванні «єдиного квитка»?
19. Що таке рівнозначна дальність поїздки пасажиром?

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Білет	Індекс рентабельності	123
- паперові	Інвестиційний потік	126
220		
- паперові/пластикові картки з магнітними смугами	Кореспонденція	70, 72
221		
- інтелектуальні картки (електронні білети)	Коефіцієнт	
222	- коефіцієнт пересадності	26
- контактна електронна картка	- коефіцієнт користування транспортом	52, 66
222		
- безконтактна електронна картка	- коефіцієнт користування масовим пасажирським транспортом	66
222		
- комбінована картка (подвійний інтерфейс)	- коефіцієнт використання пробігу	90
222		
- Е-білети	- коефіцієнт заповнення салону транспортного засобу	93
223		
Витрати	- коефіцієнта статичного використання місткості	94
- загальні витрати суспільства на транспортний процес	- коефіцієнта динамічного використання місткості	94
54		
- витрати пасажирів на проїзд у транспортному засобі	- коефіцієнт змінюваності	95
54		
- витрати на покращення екологічної ситуації в місті	- коефіцієнт дефіциту	150
54		
- витрати МПТС	Класи місткості транспортних засобів	28
24		
- нормативні витрати перевізника	Капітальні вкладення	29, 31, 127
127		
Вартість транспортного часу пасажирів	Конкурентоздатність	
102	- груповий показник конкурентоздатності за нормативними параметрами	174
Внутрішня норма рентабельності	- групового показника конкурентоздатності за технологічними параметрами	178
123, 136		
Грошовий потік		
122		
Доход МПТС		
24, 126		
Зниження міського доходу внаслідок транспортного процесу		
54		
Зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного пересування		
104, 219		
Інтервал руху		
94		

Інвестиційний проект	120	Показник активності	
- груповий		регуляторних систем	97
конкурентоздатності за економічними	показник	Період окупності	119, 123, 125
параметрами	182	Рухливість населення	64
Лізинг	131	- потенційна рухливість	64
Міська транспортна мережа	61	- реалізована рухливість	64
Мікрорайонування міста	62	Рейс	89
Маршрутна система	17	- оборотний рейс	90
Маршрут	86	Режими роботи водіїв	150
Маршрутна поїздка	66	Розклад руху	151
Мережна поїздка	66	Режими руху	36
Методи обстеження пасажиропотоків:		- комбінований	40
- анкетний метод	75, 81	- скорочений	46
- талонний метод	75, 77	- експресний	50
- табличний метод	75, 76	Стомлюваність, стомлення	97
- візуальний метод	75, 78	Споживча вартість транспортних	
- силуетний метод	75, 79	послуг	208
- автоматизовані методи обстеження		Схема розподілу фінансових	
пасажиропотоків	75, 79	потоків в системі міського	
Метод:		пасажирського транспорту при	
- метод оцінних профілів	160	застосуванні фіксованого та	
- метод побудови багатокутника		диференційованого тарифів	224
конкурентоздатності	161	Схема руху фінансових потоків в	
Обсяг перевезень	24, 93, 95	системі міського пасажирського	
Обсяг інвестиційних коштів	126	транспорту при застосуванні	
Пасажиромісткість	92	«єдиного квитка»	225
Пасажиропотік	73	Структура органу керування	
Пересування	64	транспортном	226
- культурно-побутові	65	Тривалість функціонування	
- трудові	65	маршруту	87
Пробіг транспортного засобу	91	Транспортна рухливість	
Продуктивність перевезень	95	населення	64
Працевдатність	101	Транспортна робота	93
		Тариф	189

Продуктивність праці 101

Функція

- тяжіння 68
- розселення 67
- бажаності 164, 166, 168

Функціональний стан
пасажира 97

Чистий приведений дохід 123

Час

- очікування 99
- маршрутної поїздки 99
- оберту 87
- затримки 89
- руху 88
- простою на кінцевих зупинках 89
- затримок ТЗ на
перехрестях 89
- рейсу 89
- в наряді 90
- посадки і висадки пасажирів 88

Швидкість руху пасажирських
транспортних засобів 90

Якість транспортного
обслуговування

- коефіцієнт якості 167

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Варелопуло Г. А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Г. А. Варелопуло. – М.: Транспорт, 1981. – 200 с.
2. Антошвили М. Е. Оптимизация городских автобусных перевозок / М. Е. Антошвили, С. Ю. Либерман, И. В. Спирин. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.
3. Спирин И. В. Городские автобусные перевозки : [справочник] / И. В. Спирин. – М.: Транспорт, 1991. – 237 с.
4. Доля В. К. Методы организации перевозок пассажиров в городах / В. К. Доля. – Харьков: Основа, 1992. – 144 с.
5. Ефремов И. С. Теория городских пассажирских перевозок / В. М. Кобозев, В. А. Юдин. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.
6. Володин Е. П. Организация и планирование перевозок автомобильным транспортом / Е. П. Володин, Н. И. Громов. – М. : Транспорт, 1982. – 224 с.
7. Гудков В. А. Автомобильные пассажирские перевозки / В. А. Гудков. – Волгоград. : Волгоградская правда, 1986. – 256 с.
8. Eurostat Yearbook 2007. Eurostat, 2007.
9. Burinskiene, M. Urban transport systems planning: monograph. Vilnius: Technika, 2005. – 352 p.
10. Juskevicius, P., Valeika, V., Burinskienė, M., Paliulis, G. Lithuanian urban transport systems, Klaipeda: monograph. Vilnius: Technika, 2006. – 181 p.
11. Griskeviciene, D., Juskevicius, P., Valeika, V. Transport. The Territorial Master Plan of Lithuanian Republic. Vilnius: Urbanistika, 2001.
12. Statistics annual 2006. Vilnius: Lithuanian Statistics Department under LR Government, 2007.
13. Griskeviciene, D., Griskevicius, A. Public transport passenger's social problems and their solution. In: Transport: Technologies, economics, environment, health: collective monograph. Vilnius: Technika, 2003. – pp. 623-685.
14. Griskeviciene, D., Griskevicius, A. Social and economic analysis of the demand for public transport in Vilnius, Transport, Vol. XVIII, No 4, 2003. – PP.182-188. (Vilnius, Technika)
15. Griskeviciene, D., Griskevicius, A. Sustainability of Vilnius Public Transport System by the Integration of All Modes of Passenger Conveyance. In: Proceedings of the 6th International conference "Reliability and statistics in transportation and communication". Riga: TTI, 2006. – PP. 104-111.

16. Griskeviciene, D., Griskevicius, A. Feasibility of Reviving and Development of Local Public Transport in Lithuanian Regions. In: Transport and Telecommunication, Vol. 7, No 2. Proceedings of international conference RelStat-2005. Riga: TTI, 2006. – PP. 375-381.
17. Towards Passenger Inter-modality in the EU: Lithuanian assessment report. Vilnius, 2004.
18. Вдовиченко В. А. Эффективность функционирования городского пассажирского транспортной системы: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / В. А. Вдовиченко. – Харьков: ХНАДУ. – 2004. – 193 с.
19. Доля В. К. Пасажирські перевезення: [підручник] / В. К. Доля. – Харків: «Вид-во «Форт», 2011. – 504 с.
20. Самойлов Д. С. Научные основы организации пассажирского транспорта в городах: дисс. ... докт. техн. наук. / Д. С. Самойлов. – М.: ВЗИСИ, 1972. – 325 с.
21. Самойлов Д. С. Городской транспорт / Д. С. Самойлов. – М.: Стройиздат, 1983. – 384 с.
22. Закутин Н. Н. Организация трамвайных пассажирских перевозок / Н. Н. Закутин. – М.: Гострансиздат, 1988. – 255 с.
23. Зильберталь А. Х. Трамвайное хозяйство / А. Х. Зильберталь. – М.: Гострансиздат, 1932. – 304 с.
24. Рзаев Д. С. Влияние неравномерности пассажиропотоков во времени на работу городского общественного транспорта: автореф. дисс. на соискание степени канд. техн. наук / Д. С. Рзаев. – М. : 1974. – 24 с.
25. Самойлов Д. С. Принципы построения и координации маршрутов городского пассажирского транспорта / Д. С. Самойлов. – М. : ОНТИ АКХ им. К.Д. Памфилова, 1959 – 74 с.
26. Садыхова О. С. Исследование некоторых вопросов координации метрополитена и уличного пассажирского транспорта в крупном городе: дисс. ... канд. техн. наук. / О. С. Садыхова – Л., 1973. – 196 с.
27. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М. : Статистика, 1973. – 392с.
28. Доля В. К. Теоретические основы и методы организации маршрутных автобусных перевозок в крупнейших городах: автореф. дисс. на соискание уч. степени д-ра техн. наук: спец. 05.22.01 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / В. К. Доля. – М. , 1993. – 42 с.

29. Вейцман В. М. Разработка рациональных схем городских автобусных маршрутов: автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.01 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / В. М. Вейцман. – М., 1987. – 20 с.
30. Антошвили М. Е. Организация городских автобусных перевозок с применением математических методов и ЭВМ / Антошвили М. Е., Варелуполо Г. А., Хрущев М. В. – М. : Транспорт, 1974. – 103 с.
31. Коцюк А.Я. Совершенствование автобусных маршрутных систем в крупных и крупнейших городах : автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. техн. наук : спец. 05.22.01 “Транспортные системы” / Александр Яковлевич Коцюк. – Киев, 1990. – 20 с.
32. Ольховский С. Ю. Исследование и разработка методов совершенствования пассажирской транспортной системы города : автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. техн. наук : спец. 05.22.01 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / С. Ю. Ольховский. – М., 1983. – 22 с.
33. Rea J.C. Designing Urban Transit Systems: An Approach to the Route Technology Selection Problem. In Highway Research Record 417, HRB, National Research Council, Washington, D.C., 1972, P. 49-61.
34. Sharp G.P. Public Transit System Network Models: Consideration of Guideway Construction, Passenger Travel and Delay Time and Vehicle Scheduling Cost. Ph.D. dissertation. Georgia Institute of Technology, Atlanta, 1974.
35. Hsu J. and Surti V.H. Decomposition Approach to Bus Net – work Design, Transportation Engineering Journal of the ASCE, Vol. 103, 1977, P. 447 – 439.
36. Горбачев П. Ф., Доля В. К. К вопросу маршрутизации пассажирских перевозок в крупнейших городах // Пути интенсификации работы автомобильного транспорта: Межвузовский научный сборник. Саратов. политехн. ин-т. – Саратов, 1989. – С. 92 – 95.
37. Яворский В. В. Модели и алгоритмы проектирования маршрутных сетей городского пассажирского транспорта: дисс... канд. техн. наук. / В. В. Яворский. – Томск, 1976. – 195 с.
38. Луб’яний П. В. Ефективність пасажирської маршрутної мережі міст: дис... канд. техн. наук. / П. В. Луб’яний. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 174 с.
39. Горбачев П. Ф., Луб’яний П. В., Котенев Д. С. Организация управления работой маршрутной системы города на основе оценки качества перевозок пассажиров // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту, 2007, №2(5) – С. 23 – 27.

40. Закон України „Про автомобільний транспорт” від 23 лютого 2006 р. №3492-IV.
41. Гуревич Г. А. Методика организации маршрутных автобусов перевозок по периодам суток / ГосНИИАТ. – М. : ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1985. – 115 с.
42. Горбачев П. Ф. Основы теории транспортных систем / Горбачев П. Ф., Дмитриев И. А. – Харьков: ХНАДУ, 2002. – 202 с.
43. Эткин Д. М. Исследование некоторых вопросов определения парка автобусов для внутригородских перевозок: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Д.М. Эткин. – М.: МИЭМ, 1965. – 240 с.
44. Горшков Т. Ш. Вопросы планирования маршрутных систем пассажирского транспорта в городах, расположенных в сложных топографических условиях (на примере г.Тбилиси): дисс...канд. техн. наук. / Т. Ш. Горшков. – М., 1980. – 193 с.
45. Джумаев Д. Исследование вопросов составления маршрутных схем автомобильного транспорта в городах: дис...канд.техн.наук. / Д. Джумаев. – М.: 1986. – 229 с.
46. Аррак А. Социально-экономическая эффективность пассажирских перевозок / А. Аррак. – Таллин : Ээсти раамат, 1984. – 216 с.
47. Аррак А. Развитие и эффективность пассажирских перевозок / А. Аррак. – Таллин : Ээсти раамат, 1984. – 218 с.
48. Штанов В. Ф. Управление качеством обслуживания пассажирским автомобильным транспортом в городах / В. Штанов, А. Игнатенко. – К.: Знание, 1981. – 24 с.
49. Штанов В. Ф. Совершенствование организации и управления перевозочным процессом на пассажирском автотранспорте / В. Штанов, А. Коцюк. – К.: Знание, 1991. – 20 с.
50. Организация перевозок пассажирским автомобильным транспортом / [Штанов В. Ф., Подберезкин Г. А., Ищенко В. А., Чумаченко А. И.]. – К.: Техника, 1988. – 94 с.
51. Чудаков Е. А. Развитие конструкции современных автомобилей / Е. А. Чудаков. – М.: НКВД РСФСР, 1929. – 230 с.
52. Островский Н. Б. Пассажирские автомобильные перевозки / Н. Б. Островский. – М. : Транспорт, 1986. – 220 с.
53. Александров А. П. Автобусный транспорт / А. П. Александров. – М.: Минкомхоз РСФСР, 1948. – 167 с.

54. Эткин Д. М. Исследование некоторых вопросов определения парка автобусов для внутригородских перевозок: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Д. М. Эткин. – М.: МИЭМ, 1965. – 240 с.
55. Taubig Z. Schichtverlagerung – guelle hoherer efferti – vitat und qualitat in berufsver kehs. – Kraftverkehr, 1986, 29, № 1, PP. 11 – 13.
56. Гюлев Н. У., Доля В. К., Доля О. В. Экспериментальное определение транспортного утомления пассажиров при поездке на работу. / Деп. В УкрНИИТИ 18.06.90г., №1136 – Ук90: К., 1990.
57. Спирин И. В. Целесообразность применения автобусных поездов / И. В. Спирин. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1981. – 21 с.
58. Цибулка Я. Качество пассажирских перевозок в городах / Я. Цибулка; [пер. с чешского]. – М.: Транспорт, 1987. – 239 с.
59. Гюлев Н. У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора: дисс. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Низами Уруджевич Гюлев. – Харьков, 1993. – 132 с.
60. Давидич Ю. А. Разработка мероприятий по сокращению времени ожидания пассажирами городских маршрутных автобусов: дисс. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Юрий Александрович Давидич. – Харьков, 1993. – 180 с.
61. Мун Э. Е. Организация перевозок пассажиров маршрутными такси / Э. Мун, А. Рубец. – М.: Транспорт, 1986. – 136 с.
62. Лигум Ю. С. Автоматизация диспетчерского управления на автомобильном транспорте / Ю. С. Лигум. – К.: Знание, 1981. – 22 с.
63. Чудаков Е. А. Развитие конструкции современных автомобилей / Е. А. Чудаков. – М.: НКВД РСФСР, 1929. – 230 с.
64. О’Салливан А. Экономика города / О’Салливан А.; [пер. с англ. В. П. Пипейкина] – М. : ИНФРА – М, 2002. –706 с.
65. Small, Kenneth A. Economics and Urban Transportation Policy in the United States. – Regional Science and Urban Economics, 1997, 27, PP. 671-691.
66. Small, Kenneth A. Urban Transportation Economics. – Philadelphia, Penn.: Harwood Academic Publisher, 1992.
67. Попченко В. И. Опимизация работы городского пассажирского транспорта: дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.06 / В. И. Попченко. – Киев: ИК АН УССР, 1974. – 221 с.
68. Серегин В. И. Составление расписаний движения городских автобусов / В. И. Серегин. – М.: Автотрансиздат, 1962 – 60 с.
69. Афанасьев Л. Л. Автомобильные перевозки / Л. Л. Афанасьев, С. М. Цукерберг. – М.: Транспорт, 1973. – 320 с.

70. Крейсман Е. А. Удосконалення методики організації автобусних перевезень в транспортній системі міст: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 “Транспортні системи” / Е. А. Крейсман. – К., 2002. – 22 с.
71. Гюлев Н. У. Влияние различных условий поездки пассажиров на производительность их труда / Н. У. Гюлев // Автомобильный транспорт – Киев, 1990. – № 27 – С. 14-16.
72. Ігнатенко О. С. Організація автобусних перевезень у містах / О. С. Ігнатенко, В. С. Маруни. – К.: УТУ, 1998. – 196 с.
73. Булычева Н. В. Математические методы в управлении городскими транспортными системами / Н. В. Булычева, В. П. Федоров. – Л.: Наука, 1979.
74. Буслаев А. П. Методы исследования эффективности системы в задачах автомобильного транспорта / А. П. Буслаев. – М.: 1981.
75. Логистика: Общественный пассажирский транспорт. / [Под ред. Л. Б. Миротина]. – М.: Экзамен, 2003. – 224 с.
76. Геронимус Б. Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте / Б. Л. Геронимус, Л. В. Царфин. – М.: Транспорт, 1988. – 192 с.
77. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М.: Наука, 1978. – 400с.
78. Сериков А. А. Оценка эффективности функционирования городского общественного транспорта (на примере г. Волжского) : автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. техн. наук : 05.22.10 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / А. А. Сериков. – Волгоград, 2003. – 20 с.
79. Геронимус Б. Л., Царфин Л. В. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте / Б. Л. Геронимус, Л. В. Царфин. – М.: Транспорт, 1988. – 192 с.
80. Зильбербрандт Ю. Организация ускоренного и экспресс-сообщения в Сан-Франциско // Автотранспорт и перевозки. – 2004. – № 11. – С. 42-43.
81. Гульчак О. Д. Підвищення ефективності міських пасажирських перевезень на основі удосконалення організації руху автобусів: автореф. дис. на здобуття канд. техн. наук: 20.10.05 / О. Д. Гульчак. – К: НТУ, 2005. – 19 с.
82. Лежнева О.І. Ефективність експресних маршрутних перевезень пасажирів у найбільших містах: автореф. дис. на здобут. наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 “Транспортні системи” / О.І. Лежнева. – Х.:ХНАМГ, 2007 – 19 с.

83. Куниця О. А. Зниження часу очікування пасажирами міських маршрутних транспортних засобів // дисс. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук – Харків: ХНАМГ. – 2008. – 179 с.
84. Блатнов М. Д. Пассажи́рские автомобильные перевозки / М. Д. Блатнов. – М.: Транспорт, 1991. – 222 с.
85. Лігум Ю. С. Інформаційні системи на транспорті: навч. посібник / Ю. С. Лігум. – К.: УТУ, 2000. – 196 с.
86. Артынов А. П. Автоматизация процессов планирования и управления транспортными системами / А. П. Артынов, В. В. Скалецкий. – М.: Наука, 1981. – 280 с.
87. Лопатин А. П. Моделирование перевозного процесса на городском пассажирском транспорте / А. П. Лопатин. – М.: Транспорт, 1995. – 144 с.
88. Рева В. М. Оперативное управление городским пассажирским транспортом / В. М. Рева, Ю. С. Лигум, М. А. Вайншток, В. Е. Сотников. – К.: Техніка, 1982. – 245 с.
89. Елизаров В. А. Автоматизированные системы управления на автомобильном транспорте / В. А. Елизаров, М. Е. Львин, В. П. Сахаров. – М.: Транспорт, 1993. – 140 с.
90. Либерман С. Ю. Оптимизация городских автобусных перевозок / С. Ю. Либерман. – М.: Транспорт, 1989. – 214 с.
91. Таранов А. Т. Перевозки пассажиров автомобильным транспортом / А. Т. Таранов. – [2-е изд.] – М.: Транспорт, 1972. – 316 с.
92. Спирин И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / И. В. Спирин. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
93. Управление пассажирским автотранспортом: [справочное пособие под ред. Лигума Ю. С.] . – К.: Техника, 1985. – 167 с.
94. Коцюк О. Я. Взаємодія видів транспорту / Олександр Якович Коцюк. – К. : УТУ, 1999. – 107 с.
95. Грановский Б. И. Моделирование пассажирских потоков в транспортных системах / Б. И. Грановский // Итоги науки и техники. Серия: Автомобильный и городской транспорт. – М.: ВИНТИ, 1986. – Т.11. – С. 67-105.
96. Проблемы транспортных систем: [под ред. Доли В. К.]. – Харьков: ХГАДТУ, 1999. – 100 с.
97. Горбачев П. Ф. Совершенствование схем маршрутов автобусов в крупнейших городах: дисс... доктора техн. наук: 05.22.01 / П. Ф. Горбачев. – Харьков, 1993. – 164 с.

98. Математические модели внутригородского расселения. – М.: Стройиздат, 1974. – 154 с.
99. Гольц Г. А. Транспорт и расселение / Г. А. Гольц – М.: Наука, 1981. – 248 с.
100. Руководство по физиологии труда. / [Под ред. проф. М. И. Виноградова]. – М.: Медицина, 1969. – 408 с.
101. Физиологические принципы разработки режимов труда и отдыха. / [Под. ред. В. И. Медведева]. – Л.: Наука, 1984. – 140 с.
102. Михайленко В.И. Управление движением на автомоильных дорогах / В. И. Михайленко, Б. М. Четверухін. – К.: Урожай, 1991. – 220 с.
103. Рэнкин В. У. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения / В. У. Рэнкин. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
104. Игнатов Н. А. Инженерная психология, психофизиология труда и подготовка водителя автомобиля / Игнатов Н. А., Иларионов В. А., Мишурин В. М. – М.: МАДИИ, 1979. – 96 с.
105. Государственные строительные нормы Украины ДБН 360-92 ** Киев – 2002 ДБН 360-92 ** является переизданием ДБН 360-92*с учетом изменений № 4 - № 10 с разрешения Госстроя Украины (письмо от 19.03.2002 г. № 1/52-170)
106. Справочник инженера-экономиста / [под общей ред. проф. С. Л. Голованенко]. – М.: Трансопрт, 1984. – 320 с.
107. Гаврилов Э.В. Эргономика на автомобильном транспорте / Э. В. Гаврилов. – К.: Техніка, 1976. – 152 с.
108. Антошвили М. Е. Исследование некоторых вопросов организации перевозок пассажиров автобусами в городах: автореф. дисс... на соискание науч. степени канд. техн. наук : спец. 05.22.01 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / М. Е. Антошвили. – М., 1973. – 20 с.
109. Спирин И. В. Исследование вопросов выбора и распределения подвижного состава для работы на городских автобусных маршрутах: автореф. дисс... на соискание науч. степени канд. техн. наук : спец. 05.22.10 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / И. В. Сирин. – М., 1979.
110. Штанов В. Ф. Исследование и разработка методов оценки и управления качеством обслуживания населения автобусами на городских маршрутах: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.06 “Транспортные системы” / В. Ф. Штанов. – Киев, 1980. – 20 с.

111. Кудрявцев О. К. К методике расчета ЭОСВ (анализ потребительского поведения на пассажирском транспорте) / О. К. Кудрявцев // Сб. трудов. – М.: ВНИИСИ. – 1978. – № 3 – С. 62-67.
112. Пчелинцев О. С. Экономическая оценка свободного времени населения и ее использование в задачах проектирования отраслей обслуживания / О. С. Пчелинцев // Сб. трудов. – М.: ВНИИСИ. – 1978. – № 3 – С. 5-19.
113. Щеглов В. А. Методы и практика применения стоимостной оценки в градостроительных расчетах / В. А. Щеглов // Сб. трудов. – М.: ВНИИСИ – 1978 – №3 – С. 68-74.
114. Хачатуров Т. С. Экономика транспорта / Т. С. Хачатуров.– М.: Транспорт, 1959. – 587 с.
115. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ / А. Афифи, С. Эйзен. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
116. Гюлев Н. У. Стоимостная оценка потерь времени пассажиров на передвижение в городском транспорте / Н. У. Гюлев, В. К. Доля, И. В. Терлецкая // Совершенствование экономической работы на автотранспорте – Саратов – 1987 – С. 13 – 116.
117. Правдин Н. В. Исследование влияния длительности поездки пассажира к месту работы на производительность труда и методика определения стоимости пассажира-часа / Н. В. Правдин // Тр. Белорус. ин-та инж. ж.-д. трансп. – 1967 – № 61 – С. 74 – 76.
118. Организация перевозок пассажиров на автомобильном транспорте / [Под. ред. С. Л. Голованенко]. – К.: Техника, 1981. – 167 с.
119. Улицкая И. М. Совершенствование методов оценки деятельности предприятий городского автобусного транспорта по повышению качества обслуживания пассажиров: дисс... доктора. эконом. наук: 05.22.10 / И. М. Улицкая. – М.: МАДИ, 1978. – 173 с.
120. Адлер Ю. П. Введение в планирование эксперимента / Ю. П. Адлер. – М.: «Металлургия», 1968. – 155 с.
121. Винарский М. С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / М. С. Винарский, М. В. Лурье. – К.: Техніка, 1975. – 168 с.
122. Шинкаренко В. Г. Экономическая оценка нововведений на автомобильном транспорте: [учеб. пособие.- изд. 3-е, перераб. и доп.] / В. Г. Шинкаренко, О. М. Жарова. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 156 с.
123. Бакаев Л. О. Кількісні методи в управлінні інвестиціями: [навч. посібник] / Л. О. Бакаєв. – К.: КНЕУ, 2000. – 151 с.

124. Попов В. М. Бизнес-план инвестиционного проекта / В. М. Попов. – М. : Финансы и статистика. 2001
125. Лимитовский М. А. Основы оценки инвестиционных и финансовых решений / М. А. Лимитовский. – М.: ТОО Инжиниринго-консалтинговая Компания «ДЕКА», 1996. – 192 с.
126. Папаскуа А. А. Совершенствование организации пассажирского автомобильного транспорта в загруженных районах городов : автореф. дисс... на соискание науч. степени канд. техн. наук : 05.22.10 “Эксплуатация автомобильного транспорта” – Волгогр. гос. техн. ун-т, 2004. – 19 с.
127. Капроні Р. Лізинг в Україні / Р. Капроні, С. Кисіль, Н. Резанова, Д. Василенко. – 2007. – 138 с.
128. Нартова Л. Г. Методы изображений и алгоритмы построения номограмм в экономике АП / Л. Г. Нартова. – М. : МАИ, 1990.
129. Козлова Е. Г. Некоторые вопросы теоретической и практической номографии / Е. Г. Козлова, А. Г. Хованский, Г. С. Хованский. – М. : ВЦ РАН, 1996.
130. Маркетинг / [под. ред. А. Н. Романова]. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1996. – 560 с.
131. Доля В. К. Маркетингові дослідження розвитку дорожньо-транспортних систем : [монографія] / В. К. Доля, М. А. Григоров, В. В. Усатов. – Одеса, 2008. – 62 с.
132. Родионова Л. Н. Оценка конкурентоспособности продукции / О. Г. Кантор, Ю. Р. Хакимова // Маркетинг в России и за рубежом. – Вып. 1. – 2000.
133. Гончарова Н. П. Маркетинг инновационного процесса / Н. П. Гончарова, П. Г. Перерва и др. [учеб. пособие]. – Киев: 1998. – 267 с.
134. Проблеми ергономіки і логістики в транспортних системах міста: Монографія / Е. В. Гаврілов, Ю. О. Давідіч, В. Ф. Марченко та ін.; ХНАМГ – Горлівка; ПП «Видавництво Ліхтар», 2009. – 516 с.
135. Автоматизация оценки качества транспортного обслуживания населения больших городов. – М.: МГЦНТИ, 1989, сер. Проблемы больших городов. Вып. 7. – 24 с.
136. Кочина А. А. Визначення привабливості маршрутів при проектуванні міської пасажирської мережі // Автомобільний транспорт. Збірка наукових робіт ХНАДУ. – Харків, 2006. – Вип. 16. – с. 96-99.

137. Фролов К. В. Формирование показателей и нормативов качества городских автобусных перевозок: дисс. на соискание науч. степени канд. эконом. наук : 08.00.05 “Экономика и управление народным хозяйством (транспорт)” – М.: 2005.
138. Вельможин А. В. Теория транспортных процессов и систем / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин. – М.: Транспорт. 1998.
139. Гудков В. А. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учеб. для вузов / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин; [под.ред. Л. Б. Миротин]. – М.: Транспорт, 1997.
140. Котлер Ф. Основы маркетинга : [пер. с англ.] – М.: Прогресс, 1990.
141. Маркетинг в строительстве : [под ред. И. С. Степанова, В. Я. Шайтанова]. – М.: Юрайт, 2001.
142. Завьялов П. С. Формула успеха / П. С. Завьялов, В. Е. Демидов. – М., 2002.
143. Крылова Г. Д. Практикум по маркетингу. Ситуационные задачи и тесты-контроль / Г. Д. Крылова, М. И. Соколова [учебник / под ред. Лигума Ю. С.]. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1995.
144. Наказ № 65 Мінтранс України «Про затвердження Методичних рекомендацій з формування собівартості перевезень (робіт, послуг) на транспорті» п. 30 Мінтранс України від 05.02.2001.
145. Закутин Н. Н. Организация трамвайных пассажирских перевозок / Н. Н. Закутин. – М.: Гострансиздат, 1988. – 255 с.
146. Спирин И. В. Перевозка пассажиров городским транспортом / И. В. Спирин. – М.: Академкнига, 2004. – 413 с.
147. Анисимов А. П. Экономика, организация и планирование работы автомобильного транспорта / А. П. Анисимов, В. К. Юфин. – М.: Транспорт, 1980. – 328 с.
148. Попова Н. В. Маркетинг транспортных услуг: [Учебное пособие] / Н. В. Попова. – Харьков, ХНАДУ, 2002 – 224с.
149. Наказ № 461 Міністерства транспорту України «Про затвердження Методичних рекомендацій визначення рівнів тарифів на послуги пасажирського автотранспорту загального користування» від 25.06.2003.
150. Стаття 13 Закона Республики Казахстан «Об автомобильном транспорте» от 4 июля 2003 г. № 476.
151. Ильин В. Я. Политика ценообразования на пассажирском городском и пригородном транспорте // Маркетинг в России и за рубежом. – 1998. – №5. – С. 30-33.

152. Абалонин С. М. Ценообразование – современные подходы: Ценовые факторы в деятельности автотранспортных предприятий / С. М. Абалонин. – М.: Транспорт, 2001. – 80с.
153. Шефтер Я. И. Методические рекомендации по тарифообразованию на пассажирские перевозки в городском и пригородном сообщении / Я. И. Шефтер. – М.: НИИАТ, 2005. – 65с.
154. Инструкция по разработке экономических паспортов городских автобусных маршрутов. Материалы семинара «Организация и экономика городских пассажирских перевозок». – Одесса: Южноукраинский региональный учебный центр, 2000 г.
155. Закон України «Про захист прав споживачів» від 12.05.1991 № 1023-ХІІ.
156. Статистичний збірник: Транспортний комплекс Харківської області / За редакцією Н. В. Бондаренко. – Х.: Головне управління статистики у Харківській області, 2007. – 73 с.
157. Вакуленко К. Є. Вибір автотранспортного засобу на маршрутах міського пасажирського транспорту: дисс... канд. техн. наук. / К. Є. Вакуленко. – Харків, 2009. – 196 с.
158. Intelligent transport systems: intelligence at the service of transport networks. European Commission, Energy and Transport DG. Luxembourg: Office for official publications of the European Communities, 2003. 2 p.
159. White Paper-European transport policy for 2010: Time to decide, European Commission, Office for official publications of the European Communities, Luxembourg, 2001, P. 76–84.
160. The intelligent transportation society of America. “ITS America. Technology transforming transportation. 2004 Annual Report”, 2004, P. 2 –14.
161. Intelligent transport systems and services. ITS-part of everyone’s daily life. ERTICO – ITS Europe navigation technologies. Brussels, 2002, P. 8, 43–55.
162. Butkevičius, J. Introduction of electronic card system in Lithuanian city passenger transport. Transport and Telecommunication, Vol 7, No 1, 2006, P. 149–155.
163. Butkevičius, J. Modelling of the dependence of travel frequency on the length and duration of a journey. Improvement of city passenger transport systems. Transport, Vol 17, No 6, 2002, P. 223–225.
164. Government smart card handbook. US general services administration, USA. 2004, P. 15–68.

165. Transport for London. London oyster smart card. Press release, August 17, 2005.
166. Smart card ticketing takes major step forward, Media release, July 12, 2005. Victorian State Government, Australia, 2005.
167. Blervaque V (ERTICO). Telepayment system for multimodal transport services using portable phones. TELEPAY – System requirements, ERTICO, Brussels, 2003, P. 1–53.
168. Blervaque V (ERTICO). Telepayment system for multimodal transport services using portable phones. TELEPAY Final report, 2003, P. 5–25.
169. E-government news: IT – E-ticketing system launched for Rome's public transports, European Communities 2005.
170. La Repubblica. Rome, Transport revolution: paying for ticket with SMS (Technologia & Scienze. Roma, rivoluzione trasporti: il biglietto si paga con un SMS). Roma, Italy. February 24, 2005 (in Italian).
171. Butkevičius J. Passenger Transport: monograph. Vilnius: Technika, 2002, PP. 150-162.
172. Системологія на транспорті. Підручник у 5 кн. / Під заг. ред. Дмитриченка М. Ф. – Кн. II: Технологія наукових досліджень і технічної творчості / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля, О. Т. Лановий, І. Е. Линник, В. П. Поліщук. – К.: Знання України, 2005. – 318 с.

Навчальне видання

ВАКУЛЕНКО Катерина Євгеніївна
ДОЛЯ Костянтин Вікторович

УПРАВЛІННЯ МІСЬКИМ ПАСАЖИРСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск *О. М. Єрмак*

Редактор *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

Дизайн-обкладинки *Г. А. Коровкина*

Підп. до друку 19. 03. 2015 р.

Друк на різнографі

Зам.№

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 15,3

Тираж 300 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.