

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: Оптимізація розташування зупиночних пунктів міського
пасажирського транспорту м. Рівне

Виконав: студент 4 курсу, групи МНс-41
спеціальності 275 «Транспортні технології»
(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Кравець Я.В.

(прізвище та ініціали)

Мороз В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дзюра В.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. каф.

(підпис)

Ляшук О.Л.

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2021

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *Автомобілів*

Освітній рівень *бакалавр*

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність *275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *О.Л. Ляшук*

«29» *вересня* 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кравцю Ярославу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Оптимізація розташування зупиночних пунктів міського пасажирського транспорту м. Рівне*

керівник проекту (роботи) *Дзюра Володимир Олексійович, к.т.н., доц.*

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

затверджені наказом по університету від «28» січня 2021 року № 4/7-51

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *червня 2021 р.*

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Схема вулично-дорожньої мережі міста; розташування зупиночних пунктів;

Дані щодо пасажиропотоків.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1.3 Узагальнений досвід автоматизованого проектування маршрутних систем

1.4 Шляхи підвищення ефективності міських автобусних перевезень

1.5 Висновки і постановка завдань на кваліфікаційну роботу

2.5 Обґрунтування вибору режиму руху автобусів на маршрутах;

2.6 Економічний ефект від впровадження комбінованого режиму руху;

2.7 Економічні витрати, пов'язані з потребою у нових автобусах

3.4 Автомобільний транспорт та навколишнє середовище; 3.5 Варіанти зменшення шкідливого впливу транспорту на екологічну ситуацію

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

Аналіз формування маршрутної системи; Узагальнена схема автоматизованої технології розробки маршрутної системи

Характеристика автобусних маршрутів м. Рівне

до аналізу особливостей організації руху транспорту протягом дня

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф.</i>		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз розташування зупиночних пунктів міського пасажирського транспорту</i>	<i>15.03.2021</i>	
2	<i>Формування маршрутної системи пасажирських перевезень м. Рівне</i>	<i>05.05.2021</i>	
3	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>19.05.2021</i>	

Студент _____
(підпис)

Кравець Я.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

Дзюра В.О.

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *Автомобілів*

Освітній рівень *бакалавр*

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність *275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *О.Л. Ляшук*

«29» *вересня* 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Морозу Владиславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Оптимізація розташування зупиночних пунктів міського пасажирського транспорту м. Рівне*

керівник проекту (роботи) *Дзюра Володимир Олексійович, к.т.н., доц.*

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

затверджені наказом по університету від «28» січня 2021 року № 4/7-51

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *червня 2021 р.*

ти)

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Схема вулично-дорожньої мережі міста; розташування зупиночних пунктів;

Дані щодо пасажиропотоків.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1.1 Аналіз особливостей формування маршрутних систем пасажирських перевезень

1.2 Аналіз досвіду формування маршрутних систем пасажирських перевезень

2.1 Характеристика автобусних маршрутів; 2.2 Параметрична оцінка міських маршрутів;

2.3 Інформаційна база для моделювання роботи зупиночних пунктів; 2.4 Цільова функція

оптимізації довжини перегону; 3.1 Безпека праці при керуванні автобусом для перевезення

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

Пасажирів; 3.2 Заходи з пожежної безпеки; 3.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Цільова функція оптимізації довжини перегону

Графічні залежності

Характеристика автобусних маршрутів м. Рівне

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф.</i>		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз розташування зупиночних пунктів міського пасажирського транспорту</i>	<i>15.03.2021</i>	
2	<i>Формування маршрутної системи пасажирських перевезень м. Рівне</i>	<i>05.05.2021</i>	
3	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>19.05.2021</i>	

Студент

_____ (підпис)

Мороз В.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Дзюра В.О.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ

ВСТУП

Розділ 1.

АНАЛІЗ РОЗТАШУВАННЯ ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

- 1.1 Аналіз особливостей формування маршрутних систем пасажирських перевезень
- 1.2 Аналіз досвіду формування маршрутних систем пасажирських перевезень
- 1.3 Узагальнений досвід автоматизованого проектування маршрутних систем
- 1.4 Шляхи підвищення ефективності міських автобусних перевезень
- 1.5 Висновки і постановка завдань на кваліфікаційну роботу

Розділ 2

ФОРМУВАННЯ МАРШРУТНОЇ СИСТЕМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРВЕЗЕНЬ м. РІВНЕ

- 2.1 Характеристика автобусних маршрутів
- 2.2 Параметрична оцінка міських маршрутів
- 2.3 Інформаційна база для моделювання роботи зупиночних пунктів
- 2.4 Цільова функція оптимізації довжини перегону
- 2.5 Обґрунтування вибору режиму руху автобусів на маршрутах
- 2.6 Економічний ефект від впровадження комбінованого режиму руху
- 2.7 Економічні витрати, пов'язані з потребою у нових автобусах

Розділ 3

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

- 3.1 Безпека праці при керуванні автобусом для перевезення пасажирів
- 3.2 Заходи з пожежної безпеки
- 3.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях
- 3.4 Автомобільний транспорт та навколишнє середовище
- 3.5 Варіанти зменшення шкідливого впливу транспорту на екологічну ситуацію

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Реферат

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг роботи складає 94 сторінки.

Мета роботи полягає в оптимізації розташування зупиночних пунктів міського пасажирського транспорту м. Рівне.

В першому розділі роботи проведено аналіз розташування зупиночних пунктів міського пасажирського транспорту. Здійснено аналіз особливостей формування маршрутних систем пасажирських перевезень та аналіз досвіду формування маршрутних систем пасажирських перевезень. Також проаналізований узагальнений досвід автоматизованого проектування маршрутних систем та шляхи підвищення ефективності міських автобусних перевезень.

В другому розділі роботи здійснено формування маршрутної системи пасажирських перевезень м. Рівне. Для цього проведено характеристику автобусних маршрутів та їх параметричну оцінку. Наведено відомості про інформаційну базу для моделювання роботи зупиночних пунктів та обґрунтовано вибір режиму руху автобусів на маршрутах. Розрахований економічний ефект від впровадження комбінованого режиму руху та економічні витрати, пов'язані з потребою у нових автобусах

В третьому розділі розглянуті питання безпеки праці при керуванні автобусом для перевезення пасажирів та заходи з пожежної безпеки та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: транспортні засоби, зупиночні пункти, моделювання, режими руху.

ВСТУП

Європейська транспортна політика на період до 2020 року в галузі удосконалення міських пасажирських перевезень направлена на рішення проблем: підвищення безпеки та зменшення інтенсивності дорожнього руху, боротьба із шумом та забрудненням повітря, повне та якісне задоволення населення міст в перевезеннях. Головна мета цієї політики полягає у створенні більш збалансованої транспортної системи, що знижує екологічне навантаження на міське середовище, підвищує швидкість і безпеку поїздок.

В Україні до кінця XX століття перевезення в містах розвивались на основі комплексного підходу до містобудування та транспортного планування у відповідності до єдиної державної транспортної політики, що сприяло створенню ефективної системи міських пасажирських перевезень. Зміна соціально-економічної формації, пріоритетів господарювання та цінностей суспільства в умовах недосконалого транспортного законодавства та кризових явищ викликала часткову руйнацію системи міських пасажирських перевезень. Швидкі темпи автомобілізації жителів міст, волюнтаристські рішення при формуванні маршрутної системи пасажирського транспорту, залучення малодосвідчених приватних перевізників з автобусами особливо малої місткості та недотримання діючих законів спонукали загострення проблем міських перевезень в Україні.

!

Розділ 1.

АНАЛІЗ РОЗТАШУВАННЯ ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

1.1. Аналіз особливостей формування маршрутних систем пасажирських перевезень

Постійний розвиток міст приводить до інтенсифікації процесів обміну, що забезпечують життєдіяльність міського організму. Транспортна проблема стає все гострішою, оскільки ріст потреб суспільства в переміщенні населення відбувається відносно стабільності дорожньої мережі й практично незмінної технології транспортного обслуговування, тобто випереджає можливості розвитку маршрутних систем (МС). Ось чому завдання підвищення ефективності і якості задоволення потреб суспільства в транспортному обслуговуванні завжди є актуальним.

Багатофункціональний і багаторівневий характером МС, децентралізація планування й управління, імовірнісним і динамічним характером транспортних процесів, активність об'єкта управління, що вимагає врахування чисельних психологічних і соціально-економічних факторів, обумовлюють виняткову складність даної проблеми. Специфічною особливістю розглянутої ситуації, що суттєво відрізняє її від інших проблем міського господарства, є те, що дослідженнями різних аспектів функціонування МС незалежно один від одного займаються фахівці різних галузей транспортної науки. Одночасно оптимальне вирішення будь якої задачі планування транспортних процесів можливо лише з урахуванням усіх взаємозалежних факторів, що визначають характеристику функціонування МС в цілому. Але за роз'єднаності й вузькоспеціалізованої спрямованості досліджень на сьогодні відсутня єдина класифікація транспортних процесів за ознаками важливості й терміновості вирішення відповідних завдань. Крім

того, існує термінологічна невпорядкованість дублювання існуючих експериментальних і теоретичних розробок [13, 14, 16, 22, 23].

Сукупність функціональних елементів і зв'язків між ними, що забезпечують перевезення пасажирів в місті всіма видами міського пасажирського транспорту є маршрутною системою, у дипломному проєкті (МС).

МС містить у собі як елементи транспортної мережі з відповідним облаштуванням так і транспортні засоби, що забезпечують перевезення пасажирів які є клієнтами МС (споживачі транспортних послуг) або учасниками руху. Маршрутна система міста характеризується своїми геометричними розмірами, топологією, вартістю на облаштування і регулювання руху [26].

Люди є основним елементом МС, що виступають як пішоходи й пасажирів. Елементи МС функціонують у рамках певної організації транспортних процесів (реалізації пасажирських перевезень). Організація транспортних процесів визначає можливість руху в системі за рахунок упорядкованих зв'язків між всіма елементами, а також визначення правил й умов взаємодії елементів за їхнього функціонування. Форма організації транспортних процесів визначається її змістом, а саме: технологією та місцем тих чи інших процесів у маршрутній системі [3-5, 9].

Наявність в системі такого основного елемента, як люди, відносить її керовану частину до розряду організаційних. На відміну від більшості технічних систем організаційні системи є природно активними. Активний елемент системи здатний до цілеспрямованого поведіння у швидкоплинних ситуаціях, до адаптації в нових умовах функціонування системи. Наявність у системі великої кількості людей, приводить до формування колективного поведіння учасників, що є результатом досить незалежного поведіння окремих індивідуумів, які прагнуть до досягнення власної мети, тобто формується поведінкова модель суспільства в цілому.

До цільової функції клієнтів транспортної системи входить безліч різних факторів, наприклад: час пересування по маршруту, комфорт, вартість проїзду, безпека, безперервність руху, пересадочності, регулярність поїздок, час очікування [29-31].

Присутність в об'єкті керування активних елементів приводить до формування стійких режимів функціонування транспортної системи, оскільки будь яке зовнішнє для об'єкта збурювання компенсується на рівні індивідуальних рішень учасників руху.

МС це унікальний приклад системи з масовим, колективним поведженням своїх клієнтів - людей. У зв'язку із цим, колективне поведження є потужним чинником, який формує закономірності життєдіяльності маршрутної системи. Причому, процеси самоорганізації призводять до утворення декількох стійких функціонуючих рівнів маршрутної системи, що утворюють ієрархічну структуру колективної адаптації з різною тимчасовою стабільністю.

Таким чином МС - традиційна сфера застосування імітаційного моделювання. Формування міських пасажирських маршрутних систем останнім часом широко поширене й найбільш широко застосовується для відтворення процесів планування роботи міського пасажирського транспорту. Основні задачі розглянутого напрямку (рис 1.1) класифікуються як:

1. Визначення попиту на перевезення (моделювання пасажирських кореспонденцій);
2. Розподіл попиту на перевезення (моделювання пасажирських потоків);
3. Проектування міських маршрутних систем;

Складність МС характеризується масовою поведінкою учасників руху, які приймають рішення про вибір маршруту й засобу пересування. Клієнтам МС характерний індивідуальний вибір, а тому такі процеси, як зміна місця роботи, житла, тощо, що істотно впливають на розселення, є одним із джерел формування кореспонденцій.

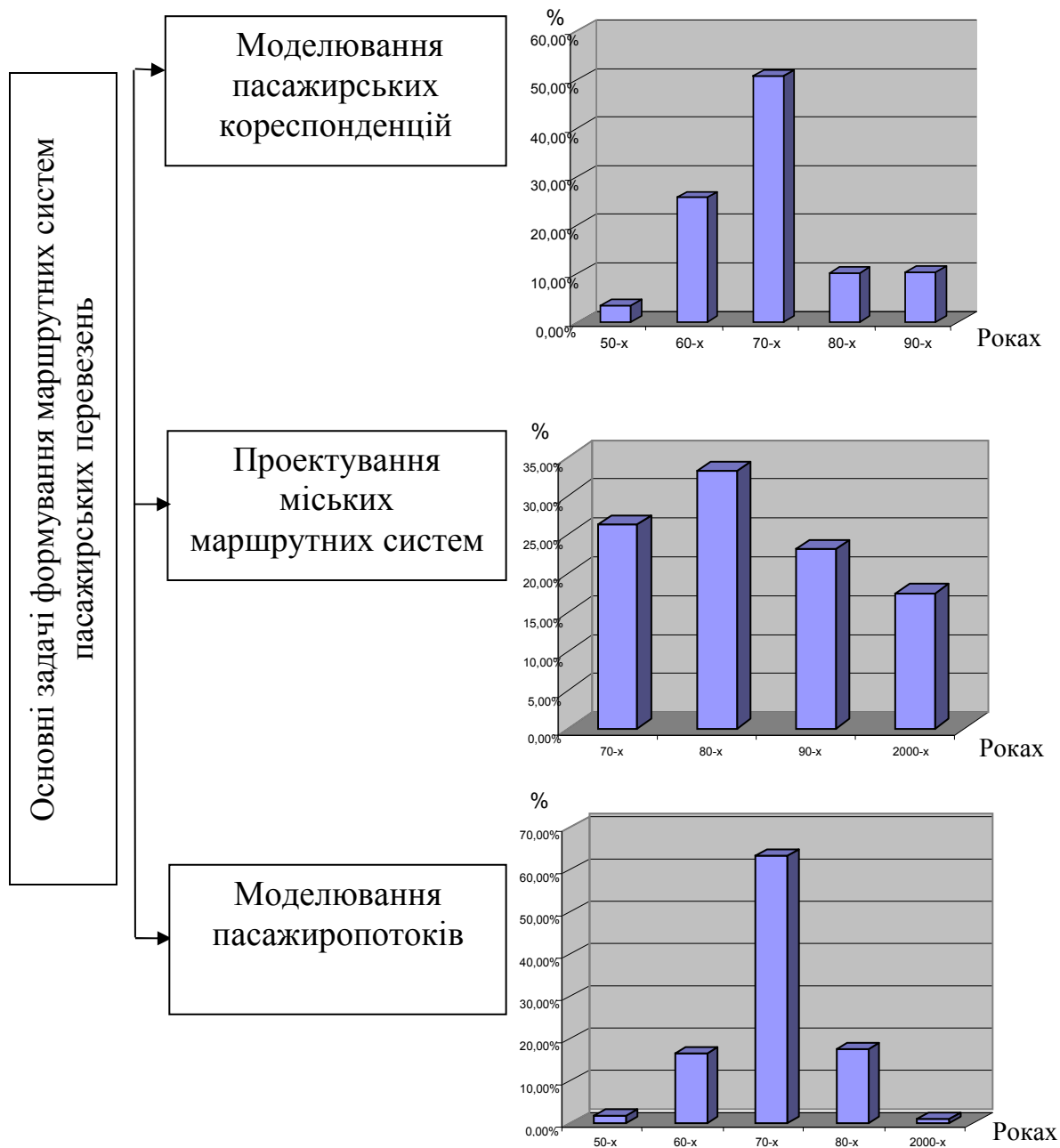


Рисунок 1.1. Основні задачі формування маршрутних систем пасажирських перевезень

Інформація про пасажирські кореспонденції головним чином надходить зі обстежень пасажиропотоків та пасажирських кореспонденцій і є надзвичайно трудомістким, а часто й нездійсненним завданням. Тому більш значимими в практиці планування й керування міським пасажирським транспортом (МПТ) стають розрахункові методи, в основу яких покладені

гіпотези про закономірності формування й реалізації пасажирських кореспонденцій.

У закордонній практиці широко застосовуються гравітаційні моделі, у вітчизняній - методи розрахунку, що базуються головним чином на моделях масового поводження. У вітчизняній практиці перші спроби дослідження завдання визначення попиту відносять до періоду 60-х років минулого століття. Початок цих досліджень повністю пов'язане з розвитком обчислювальної техніки, що у свою чергу дозволило реалізувати складні обчислювальні алгоритми. Необхідно відзначити пріоритет вітчизняної школи моделювання міських пасажирських МС, обумовлений розвиток транспорту загального користування суспільного транспорту в 60-80-і роки в реалізації міських пасажирських перевезень. Вітчизняним науковим школам належать основні досягнення цього періоду в розробці, обґрунтуванні й дослідженні моделей визначення попиту на пересування в міських умовах. Активно розвивалися й підходи щодо оптимізації транспортних мереж міського пасажирського транспорту. На жаль, у середині 80-х років дослідження в цьому напрямку були значно обмежені, а в 90-і роки повністю призупинені.

1.2. Аналіз досвіду формування маршрутних систем пасажирських перевезень

Вітчизняним ученим належить пріоритет в області розробки методів розрахунку попиту на пересування. Ще в «до комп'ютерний» період був розроблений й одержав широке поширення в практиці транспортного планування метод балансування Г.В. Шелейховського. Пізніше Л.М. Брегманом була теоретично доведена збіжність, методу тривимірного балансування при розрахунку матриць кореспонденцій. Великий внесок у рішення завдань розрахунку попиту на пересування внесли Б.Г. Піттель, В.П. Федоров, А.Н. Мальгін, що досліджували різні підходи до визначення попиту на пересування і

його розподіли по транспортній мережі. Останніми дослідженнями цього напрямку була робота С.М. Мовшовича, що довела збіжність методу багатомірного балансування при розрахунку матриць кореспонденції, що дозволило використати ентропійну модель попиту при довільному наборі лінійних обмежень типу рівностей. Серед узагальнюючих робіт з визначення попиту на пересування необхідно назвати також представників „московської” школи - Б.Л. Імельбаева й Ш.С. Шмульяна, що розглянули застосування ентропійних методів для різного виду комунікаційних комплексів, у тому числі відмінних від транспортних, і багаторівневих систем обмежень [28, 31, 32, 35, 36].

Визначення попиту на перевезення. Історично найбільш ранньою є гравітаційна модель, що описує середню кількість поїздок між районами i й j , як величину пропорційну добутку об'єму пересувань, що виникає в районі i (V_i) і обсягу пересувань, що закінчується в районі j (D_j) і обернено пропорційному квадрату відстані (або часу сполучення) між районами. Ця закономірність була запропонована як прямий аналог закону Ньютона англійським економістом Кори для соціальних систем в 1858 р.

Пізніше цю закономірність одержав статистик Рэйлі для розподілу споживачів навколо торгових центрів, розселення трудящих навколо промислових районів тощо. Важливо відзначити, що закон Рэйлі був отриманий дослідним шляхом, а не встановлений за аналогією із гравітаційним законом. Потім гравітаційна модель була поширена на опис поведінки систем з безліччю місць виникнення й поглинання пасажиропотоків, де проста формула:

$$Y_{ij} = k \frac{V_i D_j}{t_{ij}^2}, \quad (1.1)$$

де: y_{ij} – кількість поїздок з району i у район j ;

V_i - обсяг переміщень, що виникає в районі i ;

D_j - обсяг прибуття у району;

t_{ij} - час переміщення з району i у район j ;

k - коефіцієнт, аналогічний гравітаційній постійній.

Формула (1.2) оцінки кількості поїздок y_{ij} між районами i й j , практично не застосовується, оскільки не забезпечує балансових рівностей кількості відправлень і прибуттів з районів, а саме:

$$\sum_j y_{ij} = V_i \quad (1.2)$$

Більшість досліджень щодо модифікації моделі гравітаційного типу було проведено із середини ХХ ст., потім вони отримали широке застосування. Привабливість цих моделей у тім, що вони дозволяють описати комплекс поїздок за допомогою простих рівнянь [30-32].

Сучасна модифікація гравітаційної моделі, що визначає обсяг міжрайонних кореспонденцій у місті з n районами, має вигляд:

$$y_{ij} = k \frac{V_i D_j f(t_{ij})}{\sum_{r=1}^n D_r f(t_{ir})} \quad (1.3)$$

де: $f(t_{ij})$ - функція зменшення від часу t_{ij} за сполучення між районами i й j .

Питання про вид функції $f(t_{ij})$ найбільш дискусійний, тому що багаторічна практика показала, що немає універсального виразу для цієї залежності. Підбір і використання спеціальних функцій $f(t_{ij})$ дозволив створити моделі, які, доцільні в частині опису існуючої картини розподілу поїздок, але які втрачають достовірність за їхнього прогнозування.

Ця модель дозволяє зробити наступний висновок щодо гравітаційних моделей: функції, що визначає обсяг міжрайонних кореспонденцій стосовно характеристики цих районів не існує, тобто обсяг кореспонденцій визначається всією маршрутною системою в цілому. Той факт, що розподіл пасажиропотоків визначається в цілому маршрутною системою, ще більше проявляється при переході до наступного етапу - накладенню отриманих кореспонденцій на існуючий або проектний варіант мережі. Обмежена

пропускна здатність мережі породжує «навантажувальний» ефект, який характеризується витратами на проїзд по маршруту, які істотно залежать від величини пасажиропотоків на цьому маршруті.

Для сучасних досліджень характерно [9, 12, 16, 24, 28, 33] розглядати проблеми розселення, утворення пасажиропотоків і реалізації потоків на мережі в рамках єдиної взаємопов'язаної моделі. Побудова такої моделі на сьогодні не була реалізована в наслідок її складності й великої розмірності. На практиці вивчались в основному взаємозв'язки окремих факторів, наприклад, з заданого розселення в заданій мережі будують пасажиропотоки, обумовлені деяким пріоритетним критерієм вибору маршруту для пасажирів. За допомогою інших моделей будують модель ідеального розселення по районах, що склалося б, якби населення при розселенні керувалося мінімальними транспортними витратами часу на пересування.

У деяких роботах [24, 40-42, 46] береться до уваги як функція розселення населення, так і відповідність місць застосування праці по районах, а також припускається, що заздалегідь відомі функції $g_{ij}(y_{ij})$, що характеризують суспільні витрати на переміщення з району j із трудовими цілями населення i -го району. Кожна функція опукла й досягає свого мінімуму за деяких значень v_{ij}^0 . Задані так само функції $a_e(x_e)$ - витрати потоку x_e на проїзд по дузі e транспортної мережі E . Вирішенням задачі є мінімізація функції за відповідних обмежень:

$$G(XY) = \sum_{e \in E} a_e(x_e) + \sum_{(ij)} g_{ij}(y_{ij}) \quad (1.4)$$

Функція (1.4) складається із сумарних витрат пасажирів: транспортні витрати та витрат на задоволення потреб робітників по районам прикладання праці. Вирішуючи це завдання можна відразу отримати матрицю міжрайонних кореспонденцій, трансформуючи її реалізацію у пасажиропотоки на мережі. Ці моделі [36,39] мають один істотний недолік -

рішення мінімізуючих функцій загальних витрат, буде неврівноваженим, тобто деякі пасажери будуть потерпати від набагато більших витрат в порівнянні із середніми витратами на пересування. Крім цього реалізація даної моделі вимагає чіткого управління рухом кожної групи населення, що реально здійснити неможливо. Тому останнім часом з'явилося ряд робіт, у яких ставиться метою моделювання урівноважених пасажиропотоків на території, що, як вважається, найбільше вірогідно відображає їх розподіл. Моделі даного типу [31, 32, 38] призводять до постановки екстремальних задач, однак явного змісту їхні цільові функції не несуть [18, 20, 31, 33].

За аналогією із принципом рівноваги термодинамічної системи в умовах сталості температури й обсягу, формулюючи задачу пошуку урівноваженого розподілу потоку, що мінімізує спеціальну функцію, яка є аналогом функції вільної енергії Гельмгольца, одержуємо наступне завдання: для кожного з N районів міста є певна кількість робочих місць D_i б і кількість трудового населення V_i для $i = 1, 2, \dots, N$. Нехай y_{ij} - загальна кількість людей, що проживають в i -му районі й працюючих в j -му районі, і нехай c_{ij} - витрати на проїзд окремого пасажера з району i в район j . Тоді природним рішенням завдання буде така матриця кореспонденції $Y = \|y_{ij}\|$, елементи якої мінімізують наступну функцію:

$$f(Y) = \sum_{(ij)}^N y_{ij} c_{ij} + \gamma \sum_{(ij)}^N y_{ij} \ln y_{ij} \quad (1.5)$$

Рішення цього завдання збігається з уявленням вищевикладеної форми гравітаційної моделі, що задовольняє всім умови, однак зараз таке подання отримане як наслідок загального принципу розподілу населення по місцях проживання й прикладання праці в умовах природних обмежень. Існують моделі в мережному варіанті [32], що дозволяє одночасно відшукати матрицю кореспонденцій і пасажирські потоки на мережі.

Розподіл попиту на формування та моделювання пасажиропотоків.

Трохи менші успіхи були досягнуті при вирішенні завдання моделювання пасажиропотоків у системі маршрутизованого міського транспорту й формування оптимальних (а точніше, раціональних, тому що сформулювати коректний критерій оптимальності для даного класу завдань є скрутним) маршрутних мереж. Це викликається високою складністю завдання, її великою розмірністю й наявністю ряду технологічних обмежень.

Перша спроба формалізації побудови маршрутної мережі була почата А.Х.Зильберталем у додатку до мереж трамвайного транспорту. Метод Зильбертала, а також «картограмний метод», запропонований Д.С.Самойловим, по суті, являють собою не формалізований алгоритм, а систему рекомендацій з формування маршрутних мереж [16, 20,28,34].

Пізніше Б.Л.Геронімусом, А.И.Егоровою і В.А.Паршиковим була запропонована формальна процедура побудови маршрутних систем, що пізніше перетворилась в так звану «методику НДІАТ». Внесок у теорію й практику формування маршрутних систем внесли також В.В.Яворский, И.П.Макаров, В.З.Ямпольский, вже згадуваний В.П.Федоров[22, 23, 32-35].

Нарешті, уже в 80-і роки С.Ю.Ольховським була розроблена методика моделювання й формування маршрутних систем, що дозволила будувати транспортні мережі, по ряду критеріїв (витрати часу на пересування, коефіцієнт пересадочності), кращі за мережі, одержані за методикою НДІАТ. Однак і ця методика володіла рядом недоліків, наприклад, некоректно враховувала час очікування пасажирів на зупинках, що приводило до помилок при моделюванні поведження пасажирів на етапі вибору ними маршруту руху [43-44].

Бюджетне фінансування досліджень в області формування маршрутних мереж було різко скорочене до 1985р., що привело до їхнього припинення практично на 15 років.

Остання робота в розглянутій області вийшла в 2001р.- книга С.Ю.Ольховського й В.В.Яворского «Моделювання функціонування й розвитку маршрутизованих систем міського пасажирського транспорту».

Значний інтерес представляє запропонований у цій роботі спосіб моделювання відмов у системі міського пасажирського транспорту, а також моделювання роботи окремих маршрутів. Разом з тим описані в роботі підходи в ряді випадків є спірними. Відмова від поїздки у випадку відсутності вільних місць в транспорті, змушує до пішого пересування між районами, для невеликих міст і з незначними відстанями пересування. Зберігається в роботі й некоректне визначення стратегії поведження пасажирів при виборі шляхів пересування, а запропонована формула визначення ймовірності вибору пасажирами одного з альтернативних шляхів не враховує їх (шляхів) взаємної конфігурації.

Типовим завданням виникаючої в практиці проектування й експлуатації мереж маршрутного транспорту є розрахунок на перспективу режимів функціонування МС міста. Це завдання зводиться до наступного: є опис системи пасажирського транспорту, що містить необхідну інформацію про структуру транспортних зв'язків міста, про конфігурацію маршрутів і забезпеченням їх транспортними засобами (ТЗ), про витрати часу на проїзд окремих ділянок мережі й т.п. [2, 10-11, 15, 28-30, 40,41, 45, 47, 49]. Територія міста розбивається на транспортні райони, і використовується відомої матриця міжрайонної кореспонденції $M=\{y^{ij}\}$, де $y^{ij} \geq 0$ - інтенсивність потоку пасажирів, що надходять у мережу в транспортному районі i і залишаючи її в транспортному районі j . У цій ситуації потрібно дати прогноз розподілу пасажиропотоків у транспортній мережі, що реалізує задану кореспонденцію й відповідає параметрам наявної транспортної системи. По змісту така постановка нагадує класичне багато продуктивне транспортне завдання [6-8], у якому відшукується потік, що відповідає аналогічним вимогам і мінімізуючих деякий функціонал транспортних витрат. Оскільки в дійсності при формуванні пасажиропотоків кожний з пасажирів ухвалює рішення щодо вибору шляху проходження самостійно, далеко не весь пасажиропотік у цілому задовольняє якому-небудь варіаційному принципу, пов'язаному з мінімізацією витрат на перевезення. Крім того поняття

транспортних витрат у пасажирських перевезеннях носить багатофакторний характер, тому що в нього входять, наприклад, витрати часу пересування, витрати грошей, наявність пересадок, ступінь наповнення транспорту. Тому в постановці екстремальних завдань виникає досить складна проблема сумарності цих факторів. Згідно зазначених особливостей, більше кращими здаються методи розрахунку пасажиропотоків, в основі яких лежать спеціальні моделі масового поводження або прийняття рішень, що враховують, хоча й у трохи ідеалізованій формі, характерні риси транспортного процесу в місті [33, 35, 38, 39, 41].

Для прогнозування пасажиропотоків у маршрутній мережі міського транспорту, як правило, використовується принцип максимуму зваженої ентропії [42-45]. Транспортна мережа зображується традиційно, за допомогою орієнтованого зв'язного графа $G(V, U)$, з безліччю вершин V якому відповідає безліч зупинок на маршрутах міського транспорту, а безліч ребер U — транспортним зв'язкам, пересадок і пішим переходам, крім того, у безліч вершин включені центри транспортних районів. Кожен маршрут зображується ланцюжком ребер (по одному на кожен напрямок), які у свою чергу зв'язані один з одним ланцюжками пересадок і піших переходів [2, 10, 29]. Таке подання мережі при досить простій структурі графа дозволяє врахувати маршрутний характер мережі й обмежену провізну спроможність окремих маршрутів. Звичайно для кожного з ребер (ij) графа відає вектор витрат $b_{ij} \in E_q$, що впливає на вибір пасажиром шляху проходження, який, наприклад, може включати витрати часу на пересування, вартість пересування, наявність пересадочності. Для довільного елемента матриці m_{kl} кореспонденцій, визначимо у відповідності зі схемами розподілу безліч станів $H^k_l = \{h/h = (l, l_1, \dots, l_p, l), l_s \langle k \rangle s_l \dots p\}$, що відображає безліч можливих шляхів, відповідно вибір пасажиром стану, буде вибором пасажиром шляху проходження. Позначимо через x_h інтенсивність пасажиропотоку на шляху h . Очевидно в такому випадку:

$$\sum_{h \in H_l^k} xh = \mu_l^k, l, k=1,2,\dots,n, l \neq k \quad (1.6)$$

Оскільки кожний зі шляхів проходження h становить послідовний ланцюжок ребер графа, для нього може бути підрахований вектор витрат b_h (загальні витрати часу, загальне число пересадок, загальна вартість проїзду й т.п.). Так загальні витрати часу на проїзд складаються з витрат по окремих ребрах графа; плата за проїзд підсумується для ребер що зображують, посадку на маршрут, зручно виділяти ребра посадки й пересадочності, а не нараховувати плату на ребро поїздки.

Вектор витрат на поїздку - вектор всіх видів витрат, що в середньому припадає на одного пасажира. Такого роду інформація досить просто може бути отримана зі статистичних обстежень на транспорті. Витрати часу на проїзд, середня вартість проїзду, коефіцієнт пересадочності, є стійкими й легко прогнозованими.

Визначимо безліч усіляких шляхів проходження через $H = \bigcup_{l,k} H_l^k$

Тоді будуть припустимі розподіли потоків $\{x_k\}$, що задовольняються наступними обмеженням:

$$\sum_{k \in H} x_k b_k \leq bM = b \quad (1.7)$$

$$b_h = \sum_{k \in H} a_{ij}(h) b_{ij}, M = \sum_{l,k} \mu_l^k \quad (1.8)$$

$$x_{ij} = \sum_{k \in H} x_k a_{ij}(h) \leq c_{ij}, (i, j) \in U_i \quad (1.9)$$

де: c_{ij} - провізна спроможність транспорту на ребрі (ij) ;

U_i — безліч маршрутних ребер графа.

Шляхи проходження h можуть містити безліч циклів, тому можна зробити висновок - що кожне з безлічі H_k – парне. У відповідності зі схемами розподілу вводиться апріорна перевага у вигляді набору чисел

$$\{\pi_h\}_{h \in H_l^k}, \sum_{h \in H_l^k} \pi_h = 1 \quad (1.10)$$

З огляду на принцип максимуму зваженої ентропії, і з огляду на парність шляхів H , можна оцінити якість розподілу потоків $X = \{\pi_h\}_{h \in H}$ наступною функцією:

$$H(X) = \lim_{v \rightarrow \infty} \sum_{h \in H_l^k} x_h \ln \frac{x_h^0}{x_h} \quad (1.11)$$

де: $H_v \subset H$ - безліч шляхів h , що містять не більш ніж v ребер з урахуванням кратності їх повторень, а саме: $1 \leq l, k \leq n, l \neq k$ - ідеальний розподіл потоку, що відповідає апріорній перевазі пасажирів.

Таким чином, приходимо до наступного завдання для розрахунку розподілу потоку X : максимізувати $H(X)$ при обмеженнях (1.7) - (1.8), (1.10).

Щодо величин π_h вважаємо необмеженим припущення, що набір $\{\pi_h^k\}_{h \in H^k} (H^k = \bigcup_{l \neq k} H_l^k), k = l, \dots, n$; породжується деяким імовірнісним розподілом: $\{\pi_{ij}^k\}_{(i,j) \in U}, k = l, \dots, n$; тобто пасажирів k типу, потрапивши у вершину $i \langle \rangle k$, надають перевагу апріорі ребро (i,j) з імовірністю π_{ij}^k , незалежно від передісторії свого руху. У такому випадку апріорна ймовірність π_h вибору пасажиром типу k , що перебуває у вершині $l \langle \rangle k$, шляхи проходження $h \in H_l^k$ визначається по формулі $\pi_h = \prod_{(i,j) \in h} \pi_{ij}^k$ причому в добутку кожен множник повторюється $a_{ij}(h)$ раз.

Формули аналогічні численним гравітаційним формулам, використовуваними у різних роботах [37, 43, 44, 47], присвячених розрахункам пасажирських кореспонденцій й пасажиропотоків. У відповідності зі змістовною інтерпретацією, що стала традиційною, подвійних змінних величин природно витлумачувати як оцінки впливу вектора середніх витрат і провізних спроможностей на якість розрахунку розподілу потоків.

Коефіцієнти, що характеризують різноманітні фактори двійкової оцінки обмежень, що відповідають цим факторам. Тому описаний підхід є досить універсальним: по-перше, не потрібно апріорного узгодження різнорідних факторів; по-друге, облік додаткових факторів зводиться просто до додавання обмежень типу (1.7) - (1.9). Таке апріорне відношення до транспортної мережі, відображає прагнення пасажирів поводитися як можна простіше при виборі виду пересування.

1.3. Узагальнений досвід автоматизованого проектування маршрутних систем

Можна зробити висновок, виходячи з проведеного аналізу, що на даний момент не існує жодної методики, яка б з достатньою вірогідністю могла б моделювати ситуацію пасажирських потоків на маршрутних системах міст України. Більшість вітчизняних розробок є незакінченими й застарілими. Основним фактором при виборі пасажиром шляху проходження є час. Жодна з методик не враховує вплив витрат на поїздку. У сформованій економічній ситуації не можна недооцінювати вплив вартості поїздки на вибір пасажиром маршруту. У сформованій економічній ситуації транспортні витрати є важливим моментом у плануванні бюджету родини, наприклад, у порівнянні з 1985 р., відносні витрати на транспортні переміщення зросли з 4,7 % до 17% і більше. Необхідно відмітити, що поява експресного, маршрутно-таксомоторного режимів руху транспорту помітно змінило механізм вибору пасажиром маршруту переміщення. Більш привабливим з погляду пасажирів є швидке і комфортне переміщення але при цьому воно більш дороге. Залежно від доходу, пасажир вибирає більш швидкий, але дорогий спосіб переміщення або більш дешевий, але повільніший. Представлені в огляді методики не враховують ці обставини.

Закордонні розробки побічно можуть враховувати витрати при виборі пасажиром шляху проходження, але не можуть відобразити достовірну

картину тому що в них використовуються розрахунки, що базуються на застосуванні розкладу руху, тобто вони не враховують імовірнісний підхід до руху. Ці методи не можуть моделювати процес вибору пасажиром типу й виду маршруту переміщення, тому що пасажир заздалегідь «знає», який транспорт він буде використовувати. Ці методи важко адаптувати під транспортні системи з імовірнісним характером рухом транспорту, де необхідно враховувати можливість затримки на ВДМ і зміну інтервалу руху транспортних одиниць. Слід зазначити високу вартість закордонних програмних комплексів.

Всі розглянуті моделі, як правило, працюють тільки з одним класом завдань: визначенням попиту, розподіл потоків, побудовою маршрутних мереж. Між цими методиками немає взаємозв'язку, немає можливості обміну даними для комплексного аналізу маршрутної мережі (МС). Розрахунок потоків і проектування МС необхідно проводити разом з розрахунками інтенсивності руху транспорту на мережі міста. Затримки на ВДМ впливають на роботу МПТ, у свою чергу МПТ як великогабаритний вид транспорту також впливає на швидкості руху на ВДМ. Для проведення комплексного аналізу необхідна сумісність даних, чого не можна досягти з використанням розглянутих моделей.

До недоліків всіх методик необхідно віднести малу розмірність розрахункових мереж, це робить їх малоприматними для детального розрахунку пасажиропотоків у містах. Мережа малої розмірності не дасть детальної картини пасажиропотоків, неможливість створення розподілу потоків за видах транспорту й маршрутами. Розглянуті підходи не враховують такої специфіки міст: як високий ступінь пересадочності, а також наявність альтернативних видів транспорту й, відповідно, формування альтернативних маршрутів проїзду пасажирів. Високий ступінь пересадочності й наявність декількох альтернативних маршрутів визначають імовірнісний характер вибору пасажиром шляху поїздки.

Такі висновки дозволяють говорити про необхідність створення комплексної моделі, що дозволить запровадити:

1. Розрахунки пасажирських потоків з врахуванням вартості переміщення;

2. Проектування маршрутних мереж у напівавтоматичному експертному режимі;

3. Оцінку існуючих маршрутних мереж.

Модель повинна мати можливість інтегруватися з іншими моделями, які використовуються для рішення логістичних і транспортних задач у містах [1, 20, 27-29, 36].

У магістерській роботі застосована модель автоматизованої розробки маршрутних систем. Розроблена модель дозволяє приймати експертні рішення при проектуванні альтернативних варіантів МС, модернізації існуючих ММ, оцінки якості транспортного обслуговування пасажирів. На рисунку (рис 1.2) наведена її узагальнена схема.

У роботі моделі можна виділити п'ять основних етапів:

1. Визначення попиту на переміщення, розрахунок матриць пасажирських кореспонденцій;

2. Математичний опис маршрутної системи;

3. Розрахунок пасажиропотоків;

4. Перевірка адекватності моделі;

5. Проектні розрахунки;

6. Розрахунок характеристик для оцінки варіанта маршрутної системи й ухвалення рішення про «життєздатність» проектного варіанта.

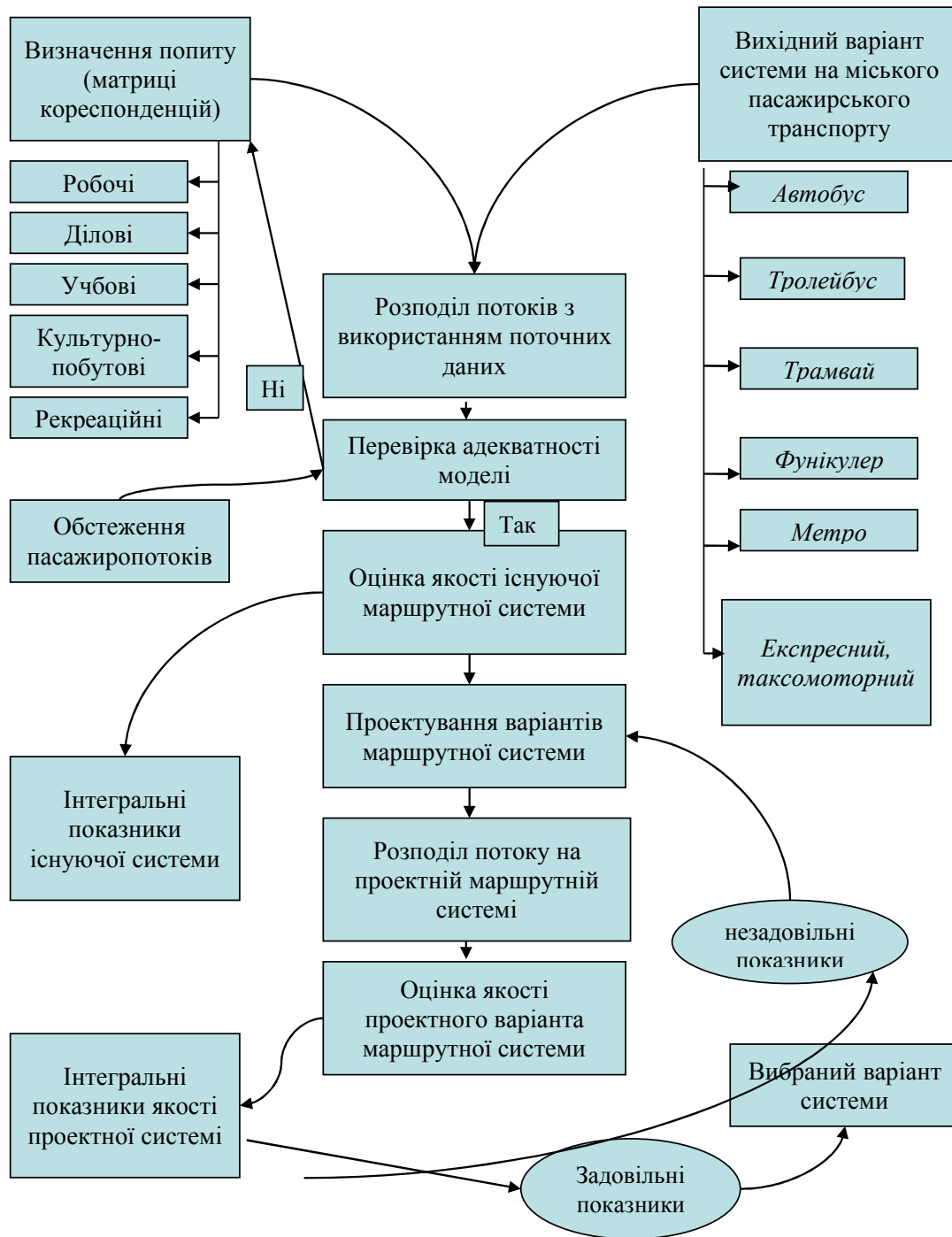


Рисунок 1.2. Узагальнена схема моделі автоматизованої розробки маршрутної системи

1.4. Шляхи підвищення ефективності міських автобусних перевезень

Витрати часу на пересування. Залежність витрат часу (t_n) на переміщення від швидкості сполучення (V_c) визначається на базі формули (1.16) [35]:

$$t_n = t_{\text{нід}} + t_{\text{оч}} + t_{\text{авт}} + t_{\text{відх}} + t_{\text{неп}}, \quad (1.12)$$

якщо, $t_{\text{нід}} + t_{\text{оч}} + t_{\text{авт}} + t_{\text{відх}} + t_{\text{неп}} = \text{const}$, тоді

$$t_{\text{авт}} = t_{\text{неп}} - \text{const} = \frac{60l_{\text{сеп}}}{V_c}, \text{ хвилини}; \quad (1.13)$$

$$V = \frac{60t_{\text{сеп}}}{t - \text{const}}; \text{ км/год.}$$

де: $t_{\text{нід}}$ — час на підхід до зупинки, хв.;

$t_{\text{оч}}$ — час на очікування, хв.;

$t_{\text{авт}}$ — час на пересування безпосередньо в автобусі, хв.;

$t_{\text{відх}}$ — час на відхід від зупинки, хв.;

$l_{\text{сеп}}$ — середня відстань поїздки пасажирів, км;

$t_{\text{неп}}$ — час на пересадку, хв.

Встановлено, що чим менше відстань поїздки пасажирів, тим менше пасажир користується швидкісним автобусом, тому що ефект більшої швидкості гаситься з витратами часу на очікування автобусів та пересадки.

Для вирівнювання витрат часу на пересування автобусів звичайного режиму руху з автобусами в швидкісному режимі, необхідно щоб різниця в накладних витратах компенсувалась економією часу від збільшення швидкості руху:

$$t_{\text{ш}} - t_{\text{н.з.}} = \frac{60l_{\text{сеп.ш.}}}{V_{\text{с.ш.}}} - \frac{60l_{\text{сеп}}}{V_c} \quad (1.14)$$

де: $t_{\text{ш}}$ — час на пересування в швидкісному русі, хв.;

$t_{\text{н.з.}}$ — час на пересування в звичайному русі автобуса;

$V_{c.ш.}$ — швидкість сполучення в швидкісному режимі руху, км/год.;

V_c — швидкість сполучення в звичайному режимі руху, км/год.

Виходячи з рівняння (1.18) одержимо відстань, від якої іде відлік раціональності застосування швидкості руху:

$$t_{сер} = \frac{V_c V_{c.ш.} (t_{н.з.} - t_{c.ш.})}{60(V_c - V_{c.ш.})}, \text{ км}, \quad (1.15)$$

Необхідна кількість автобусів при швидкісному режимі руху паралельно зі звичайною визначається по формулі:

$$A = \frac{(Q_{\max} - Q_{шв}) \cdot T_{обц} \cdot K_{взн}}{g_n}, \quad (1.16)$$

де: $Q_{шв}$ — пасажиропотік у швидкісному режимі руху, пас/год;

$T_{обц}$ — час обороту у швидкісному режимі, хв.;

g_n — пасажиромісткість автобусів, пас.

Обмежуючим критерієм кількості автобусів для роботи в швидкісному режимі може бути інтервал руху на звичайному (основному) маршруті. Інтервал руху для автобусів, що працюють у швидкісному режимі $I_{ш}$, визначається по формулі:

$$I_{ш} = I \frac{Q_{\max} \cdot T_{об}}{Q_{шв} \cdot T_{ом}}, \quad (1.17)$$

де: $T_{об}$ — час оберту автобусів у звичайному режимі;

I — інтервал руху у звичайному режимі, хв.

Час оберту автобусів у швидкісному режимі визначається:

$$T_{об.ш} = t_{пер.з.} + t_{н.н.} + t_{н.к.} - nt_{зуп}, \quad (1.18)$$

де: $t_{пер.з.}$ — час на пересування в звичайному режимі, хв.;

$t_{н.н.}; t_{н.к.}$ — відповідно витрати часу на початковій та кінцевій зупинках, хв.;

$t_{зуп}$ — середні витрати часу на І зупинку, хв.;

n — кількість зупинок (проміжних).

Згідно з проведеними дослідженнями по містах $t_{зуп}$, — 40 сек.

Виходячи з цього швидкість сполучення можна знайти по формулі:

$$V = \beta \cdot V_c - 1,21 e^{\left[\frac{t_{nn} + t_{nk} - 0,27n}{0,27n(t_{nn} + t_{zn})} \right]}, \text{км/год.}, \quad (1.19)$$

де: β — коефіцієнт, що враховує довжину маршрутів швидкісного режиму (майже завжди він приймається рівним 1).

Як видно з (1.23), на швидкість сполучення в звичайному режимі найбільше впливає кількість зупинок, яка в свою чергу залежить від відстані між зупинками. Дослідження показали, що введення скорочених маршрутів значно впливає на швидкість пересування пасажирів, так як це дає змогу при одній і тій же кількості автобусів зменшити інтервал руху. При організації скорочених маршрутів основна трудність полягає в пошуку конкретного місця кінця цього маршруту (розвертання автобусів у зворотному напрямку).

Інтервал руху автобусів на основному маршруті після введення скорочених рейсів може бути визначений по формулі:

$$I_n = I \frac{P}{P'}, \text{хвилин}, \quad (1.20)$$

де: I — інтервал руху до введення скороченого маршруту, хв.;

P — число наданих пасажиромісць на основному маршруті до введення скороченого маршруту;

P' — те ж, після впровадження скороченого маршруту.

Інтервал руху автобусів на скороченому маршруті може бути визначений по формулі:

$$I = I \frac{P}{P + \Delta P} \text{хвилин}, \quad (1.21)$$

де: P — ступінь покриття дефіциту запропонованих пасажиромісць.

Потрібна кількість автобусів для основного маршруту визначається по формулі:

$$A_o = \frac{T_{об.о.}}{I^I} \text{одиниць}, \quad (1.22)$$

Кількість автобусів на скороченому маршруті:

$$A_{ок} = \frac{T_{об.ск.}}{I_{II}} \text{ одиниць,} \quad (1.23)$$

де: $T_{об.ск.}$ — час обороту автобусів на скороченому маршруті.

$$T_{ок} = \frac{2l_{ск} \cdot 60}{V_{с.ск.}} + t_{н.к.} + t_{н.ск.}, \quad (1.24)$$

де: $2l_{ск}$ — довжина скороченого маршруту, км;

$V_{с.ск.}$ — швидкість сполучення на скороченому маршруті, км/год.

Швидкість на скороченому маршруті має бути адекватною швидкості основного маршруту:

$$V_{с.ск.} = V_{со};$$

$$V_{с.ск.} = \frac{2l_{ск} \cdot 60}{T_{об.ск.}}, \text{ км/ГОД.} \quad (1.25)$$

Отже і на скороченому маршруті, аналогічно основному, на швидкість руху автобусів найбільший вплив має кількість зупинок та відстань між ними, виходячи з цього зрозуміло, що при скороченій та звичайних формах руху швидкість пересування пасажирів залежить від відстані поїздки пасажира, інтервалу руху, швидкості сполучення (V_c), пасажиропотоку. В свою чергу для збільшення V_c необхідно збільшувати відстань між зупинками, що призводить до збільшення відстані до зупинки, яку пасажир має долати пішки.

Враховуючи те, що час на пересування пасажирів складається з часу на підхід (відхід) до зупинки, очікування автобуса та часу безпосередньої поїздки в автобусі:

$$t_{неп} = \frac{2l}{V_n} + \frac{I}{2} + \frac{l_n}{V_c}, \quad (1.26)$$

Стає зрозумілим, що швидкість сполучення в значній мірі залежить від міжзупинкової відстані (l). З метою досягнення $t_{неп} — \min$, необхідно мінімізувати відстань підходу ($2l$) через міжзупинкові відстані (l_n), витрати часу на очікування автобусів через інтервал руху (I) та час поїздки безпосередньо в автобусі через V_c .

1.5. Висновки і постановка завдань на кваліфікаційну роботу

1. Визначено транспортну проблему, яка стає все гострішою, оскільки ріст потреб суспільства в переміщенні населення, випереджає можливості розвитку маршрутної системи.

2. Розглянуто особливості функціонування маршрутної системи та чинників, які на неї впливають.

3. Виконано аналіз вітчизняних і закордонних досвідів формування маршрутної системи пасажирських перевезень.

4. Вивчили підходи щодо автоматизованого формування маршрутних систем міст, та порівняльну оцінку щодо її моделювання. Вказано на відсутність єдиного підходу проектування маршрутних систем м. Рівне. Доведено доцільність комплексних підходів щодо проектування маршрутних систем.

5. Розроблено узагальнену схему процесу автоматизації проектування маршрутної системи. Виявлено можливих користувачів розробленої методики. Певні напрямки подальшого розвитку підходу.

Розділ 2.

ФОРМУВАННЯ МАРШРУТНОЇ СИСТЕМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРВЕЗЕНЬ м. РІВНЕ

2.1 Характеристика автобусних маршрутів

Під час проведення вивчення попиту населення на перевезення, у лютому місяці 2016 р., в місті налічувались 63 тролейбусів, що здійснювали перевезення на 5 міських маршрутах та 350 автобусів, що здійснювали перевезення на 34 міських маршрутах.

Негативний вплив на розвиток міського пасажирського транспорту спричиняє постійне підвищення ціни на енергоносії та зростання заробітної плати, яка на наземному транспорті за останні 5 років збільшилась у тричі. В результаті собівартість перевезень виросла у двічі. Негативними з точки зору організації роботи транспорту є довільно розташовані ділянки міста з малоповерховою та багатоповерховою забудовою міста, значні території під приватною забудовою, наявність кількох мікрорайонів віддалених на значній відстані від основної міської забудови та переважно подовжена конфігурація транспортної мережі, що значно ускладнює процес міських перевезень та погіршує умови пересування пасажирів. Характеристики маршрутів наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика автобусних маршрутів м. Рівне

№ м-ту	Маршрут	Довжина маршруту (прям. напрям), км	Довжина маршруту, (зворот. напрям) км	Тривалість рейсу, хв.	Кількість автобусів, од.	Кількість перегонів	Перевезення пасажирів за добу	Інтервал, і, хв
30	<i>Вул.Енергетиків-В.Дивізії</i>	8,4	8,4	27	8	17	4550	8
32	<i>Залізничний вокзал-Європейський університет</i>	5,5	5,5	20	10	17	4590	8

33	вул. Енергетиків - Залізничний вокзал	8	8	24	6	18	3024	6
34	сел. Басівщина - сел. Ювілейне	10,5	11	30	18	14	9828	4
35	вул. Будівельників – ЗОШ № 19	15	16	47	19	10	10780	7
37	вул. Мельника – вул. Севастопільська	8	7	30	13	12	4680	8
38	Вул. Коновальця - Мегагробуд	11	11	28	18	11	9504	5
39	вул. Коновальця – сел. Ювілейне	11,5	10,5	33	15	13	12675	7
40	вул. Мельника - Мототрек	10,1	9	28	6	16	2784	6
41	вул. Мельника - Зоопарк	9	9	25	9	18	6642	6
42	ЗОШ №19 - Автовокзал	14	13,2	41	5	12	2640	5
43	вул. Олексинська – Басів Кут	9,7	9,8	33	7	11	2233	5
44	вул. Олексинська – Басів Кут	9,8	9,7	33	7	11	2926	6
45	вул. Кн. Романа – ЗОШ № 19	11,9	11,9	36	19	12	12320	12
46	вул. Золотіївська - Мототрек	7,8	7,8	27	5	17	3230	6
47	Льонокомбінат - Аеропорт	15,5	17	40	15	11	5520	8
49	вул. Енергетиків - вул. Макарова	15	15	41	14	8	8064	9
50	вул. Коновальця - Аеропорт	11	11,2	30	10	10	5248	10
51	вул. Льонокомбінат – вул. Млинівська (ринок)	12	10,5	30	11	12	7200	9
52	вул. Енергетиків - РЗТО	12,2	12,2	35	7	16	2800	6
53	НВО "Потенціал" – вул. Павлюченка	11,2	11,2	33	7	18	4788	7
55	вул. В. Дивізії – пл. Театральна	6	6	20	10	18	3780	10
56	Залізничний вокзал – вул. Струтинської	5	5	23	6	18	3045	9
57	вул. Коновальця - ПМК 100	8,5	8,8	29	10	16	4480	6
58	вул. Рівненська – вул. Тиннівська	13	15	42	11	11	1848	7
61	Новий Двір - сел. Ювілейне	10	11	32	7	12	2856	10
61a	сел. Ювілейне – вул. Корнинська	9	9	16	7	12	4095	8
63	вул. Льонокомбінатівська - с. Тинне (вул. Іванова)	16,4	16,4	40	10	8	2070	10
64	Залізничний вокзал – вул. Рівненська	7,8	7,8	23	15	20	11700	10
65	РЗТО - вул. Мельника	15	15	45	16	9	10080	11
66	Онкодиспансер – вул. Червоногірська	9,8	9,8	33	7	15	4305	14
67	вул. Коновальця – вул. Павлюченка – Кн. Острозького	10,5	10	33	10	14	2520	6
69	Вул. Червоногірська - РЗТО	14	14	35	16	10	5120	7
70	Зал. лікарня – Європейський університет	9,5	9,5	27	8	15	4650	9

Розглянемо маршрутну систему м. Рівне. На обсяги перевезень міським пасажирським транспортом суттєвий вплив здійснює транспортна мережа, яка характеризується такими показниками як щільність транспортної мережі, її конфігурація, пропускна потужність транспортних шляхів.

Проведений аналіз міського пасажирського транспорту довів, що ринок міських автобусних перевезень обслуговують в більшості своїй приватні перевізники, що не завжди мають відповідної технічної бази, яка б забезпечувала виконання повного регламенту процедур щодо технічного обслуговування та ремонту ТЗ на високому рівні, не повністю забезпечують необхідний рівень безпеки перевезень та не завжди дотримуються вимог чинних нормативно-правових актів.

Аналіз структури парку транспортних засобів за показником місткості свідчить про її нераціональність. За методичними рекомендаціями ДержавтотрансНДІпроект оптимальна рекомендована структура парку автобусів у містах подано у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Оптимальна рекомендована структура парку автобусів у містах

№ п/п	Кількість жителів міста, тис. чол.	Структура парку автобусів, %			
		Особливо великі	Великі	Середні	Малі та особливо малі
1.	від 1000 і більше	25,0	35,0	25,0	15,0
2.	від 500 до 1000	20,0	30,0	30,0	20,0
3.	від 250 до 500	15,0	25,0	35,0	25,0
4.	до 250	10,0	20,0	40,0	30,0

2.2 Параметрична оцінка міських маршрутів

В місті Рівне налічується 248 тис. жителів, структура парку має наступний вигляд: великі 3 %, малі 68 %, особливо малі 29 %, що суттєво відрізняється від оптимально рекомендованої (оптимальна структура автобусного парку для кожного міста розраховується на основі інформації про пасажиропотоки і враховує наявність інших видів пасажирського транспорту загального користування). Рівень організації роботи транспорту на маршрутах і якість обслуговування населення оцінюються за наступними величинами: інтервал руху, регулярність сполучення, середня відстань поїздки пасажирів, швидкість сполучення, витрати часу мешканців міста на переміщення і комфортність поїздок.

За величиною середньодобового інтервалу руху маршрути оцінюються за шкалою, наведеною в табл. 2.3. Значний відсоток маршрутів з великим інтервалом руху свідчить про необхідність концентрації пасажиропотоків шляхом об'єднання маршрутів, або правильного добору рухомого складу.

Таблиця 2.3 – Оцінка міських маршрутів за величиною інтервалу руху

п/н	Назва інтервалу	Величина інтервалу, хв.	Питома вага маршрутів, %
1	Особливо зручний	До 2 хв.	-
2	Зручний	2 - 4	5,3
3	Помірно зручний	4 - 6	-
4	Придатний	6 - 8	21,1
5	Мало придатний	8 - 10	10,5
6	Незручний	10 - 15	15,8
7	Незадовільний	більше 15	47,3

За швидкістю сполучення маршрути оцінюються за шкалою наведеною в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Оцінка міських маршрутів за величиною швидкості руху

п/н	Назва швидкості	Величина швидкості	Питома вага маршрутів, %
1	Особливо мала	До 12	-
2	Мала	12 - 16	21,1
3	Помірна	16 - 20	5,3
4	Висока	20 - 24	10,5
5	Дуже висока	більше 24	63,1

В цілому маршрути за оцінкою швидкості руху відповідають вимогам, що пред'являються до міських маршрутів. При цьому необхідно відмітити надзвичайно малу швидкість руху на тролейбусних маршрутах, яка становить – 12,4 км/год. та дуже високу швидкість на автобусних маршрутах (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Порівняння експлуатаційної швидкості руху

п/н	Вид транспорту	Середнє значення експлуатаційної швидкості в міських умовах, км/год.	Середнє значення експлуатаційної швидкості в м. Рівне, км/год.
1	Тролейбус	16	12,4
2	Автобус	20	27,6

Основною метою процесу перевезень є скорочення витрат часу пасажирів на переміщення. Витрати часу пасажирів на пересування складаються з часу, що витрачається на піші переходи, очікування рухомого складу, поїздки в транспорті, пересадку та розраховуються за наступною методикою.

Розглянемо вплив зростання автомобілізації на стан аварійності. Росту аварійності на дорогах сприяє підвищена автомобілізація населення. Так в Україні за останні десять років кількість легкових автомобілів зросла в 1,7 рази. Послідовність появи проблем у відповідності до ступеню автомобілізації наведено в таблиці 2.6.

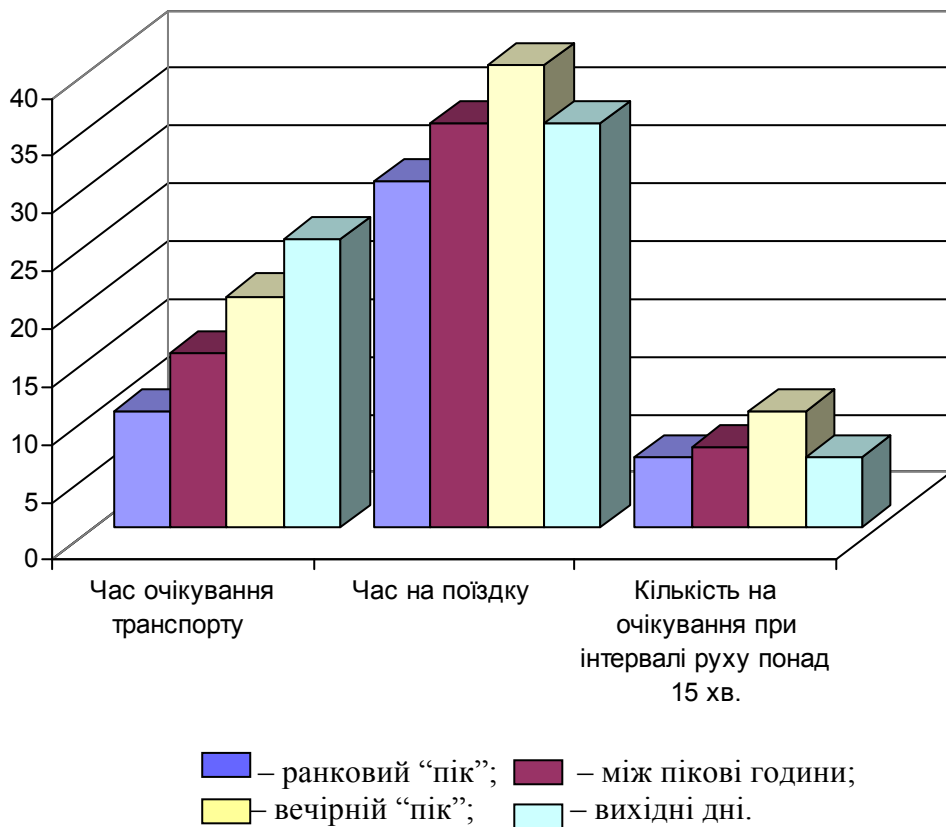


Рисунок 2.1 – До аналізу особливостей руху транспорту на протязі дня

Таблиця 2.6 – Перелік проблем, що викликані автомобілізацією населення

Перелік проблем, що викликані автомобілізацією	Наявність автомобілів на 1000 жителів
Виникнення труднощів з організацією руху	10 - 30
Загострення проблем із забезпеченням пропускної здатності вулиць	30 - 100
Загострення екологічних проблем	100 - 130
Введення обмежень на використання автомобілів	130 - 200
Повернення до переважного розвитку транспорту загального користування	200 - 250

Альтернативним є електротранспорт, якого зараз в місті нараховується 63 одиниць рухомого складу. Проте, вся інфраструктура забезпечення руху тролейбусів на території міста на межі зносу. Вартість лише одного тролейбуса складає від 5 до 7 млн. гривень. І хоча сума немала, нам необхідно

розширювати парк тролейбусів. Так, якщо змінити маршрут руху автобусів малої місткості через центр міста і пустити їх паралельними вулицями, тим самим зменшивши навантаження на одну частину міста і зменшуючи підхід пасажирів з спальних районів до центру. В цей час дану частину міста надати можливість обслуговувати електротранспорту, повна заміна автобусів малої місткості (від 17 до 40 місць) потребує 10 тролейбусів (100-120 місць), в грошовому еквіваленті 50 млн. грн. Автобусні маршрути обслуговує 350 автобусів, табл. 2.9.

Таблиця 2.7 – Частка моделей ТЗ на автобусних маршрутах

№ п/п	Марка автобуса	Пасажиромісткість, пас.	Частка, %
1.	ПАЗ 32051, 4234	35-42	3
2.	Богдан А092	24-40	6
3.	Івеко Турбодейлі 35	18	14
4.	Богдан А069.21	17	37
5.	Івеко Турбодейлі А4010, Рута	16	11
6.	Мерседес 208, 210, 212 Д	10-14	12
7.	ГАЗ 32213	12	17
Всього			100

Так як показники автобусних маршрутів далекі від середніх значень, то в першу чергу необхідно обґрунтувати доцільність трас маршрутів. Таким чином, дослідженню підлягають по-маршрутні пасажирські кореспонденції. Для цього був використаний табличний метод з використанням обліковців, розташованих в салоні транспортного засобу із занесенням до відповідних таблиць інформації про вхід та вихід пасажирів.

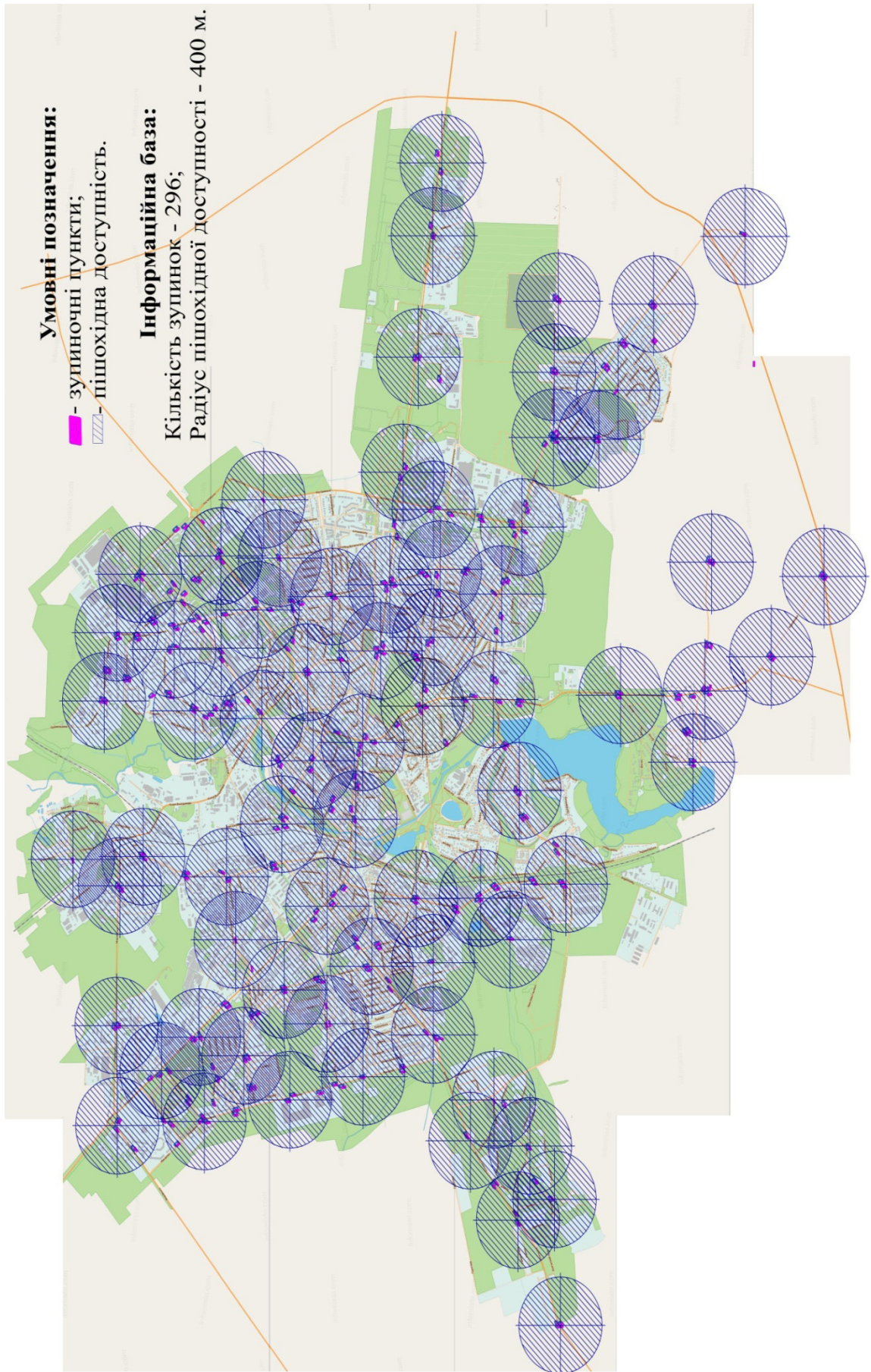


Рисунок 2.2 – Пішохідна доступність зупиночних пунктів м. Рівне

2.3. Інформаційна база для моделювання роботи зупиночних пунктів

Існують такі вимоги до розміщення зупиночних пунктів[5]:

- безпека руху пішоходів;
- мінімальні затримки руху транспортних засобів;
- мінімум часу руху пасажирів до зупиночних пунктів.

На практиці відстань зупиночних пунктів складає 400-600 м - для звичайних маршрутів й 800-1200 м для швидкісних маршрутів. При розміщенні зупиночних пунктів слід дотримуватися цих рекомендацій. Треба також враховувати забудову вздовж ділянок мережі.

До найближчої зупинки громадського пасажирського транспорту дальність пішохідних підходів треба приймати не більше 500 м.

Дальність пішохідних підходів до найближчої зупинки громадського пасажирського транспорту у загальноміському центрі від об'єктів масового відвідування повинна бути не більшою 250 м; у виробничих і комунально - складських зонах - не більше 400 м від прохідних підприємств; у зонах масового відпочинку й спорту - не більше 800 м від головного входу.

При проектуванні зупинки потрібно враховувати:

- загальну схему маршруту (маршрутів);
- розклад руху маршрутного транспорту;
- клас, тип (марку та місткість) одиниці маршрутного транспорту з найбільшими параметрами;
- місце розташування зупинки.

На нову зупинку складають проектну документацію (план - схема та поперечники), а також внесуть відповідні зміни до проекту (схеми) ОДР на ділянці дороги.

За розташуванням зупинки маршрутного транспорту розподіляють на кінцеві та проміжні.

За використанням на дорозі проміжні зупинки класифікують:

- уособлені, призначені для окремого маршруту або окремих ДТЗ, наприклад, маршрутних таксі;
 - пересадкові, на яких відбувається зміна напрямку руху окремих пасажирів, рух за іншим маршрутом;
 - сумісні, призначені для двох і більше маршрутів одного напрямку.
- Схема проміжних зупинок за межами перехресть зображена на рис.2.3.

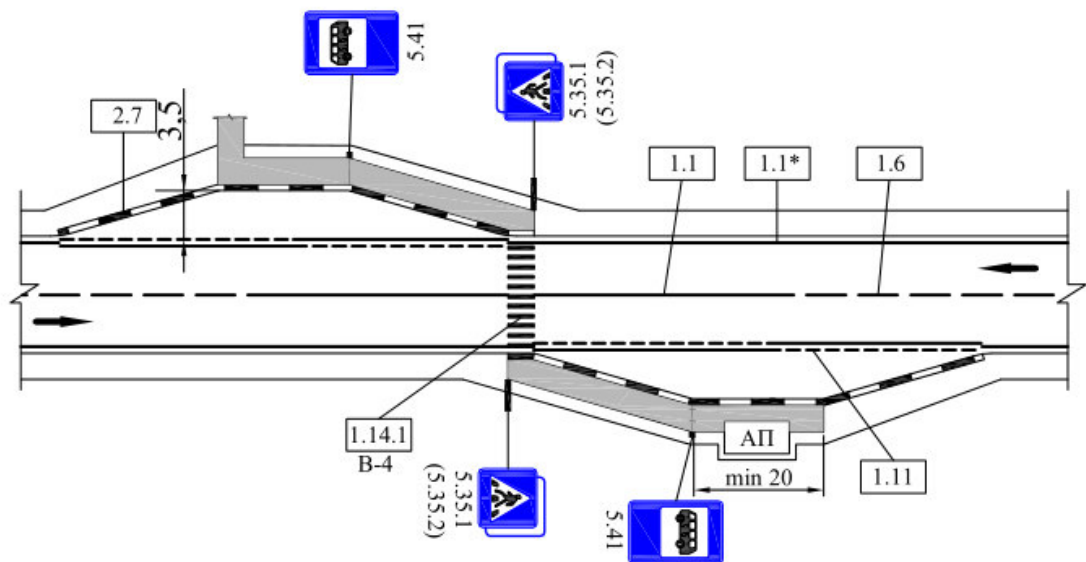


Рисунок 2.3. Проміжні зупинки за межами перехресть

До складу уособленої зупинки повинні входити наступні елементи:

- зупинковий майданчик;
- посадковий майданчик;
- тротуар або пішохідна доріжка до пішохідного переходу (переходів);
- пішохідний перехід (переходи).

Схема уособлених зупинок перед примиканням із забудовою з одного боку головної та другорядної дороги зображена на рис. 2.4.

До складу пересадкової зупинки повинні входити наступні елементи:

- зупинковий майданчик;
- посадковий майданчик;
- розділювальна смуга або напрямний острівцець;

- тротуар або пішохідна доріжка до пішохідного переходу (переходів) до зупинки іншого напрямку;
- пішохідний перехід (переходи);
- павільйон або навіс;
- лавка;
- туалет;
- контейнер або урна для сміття.

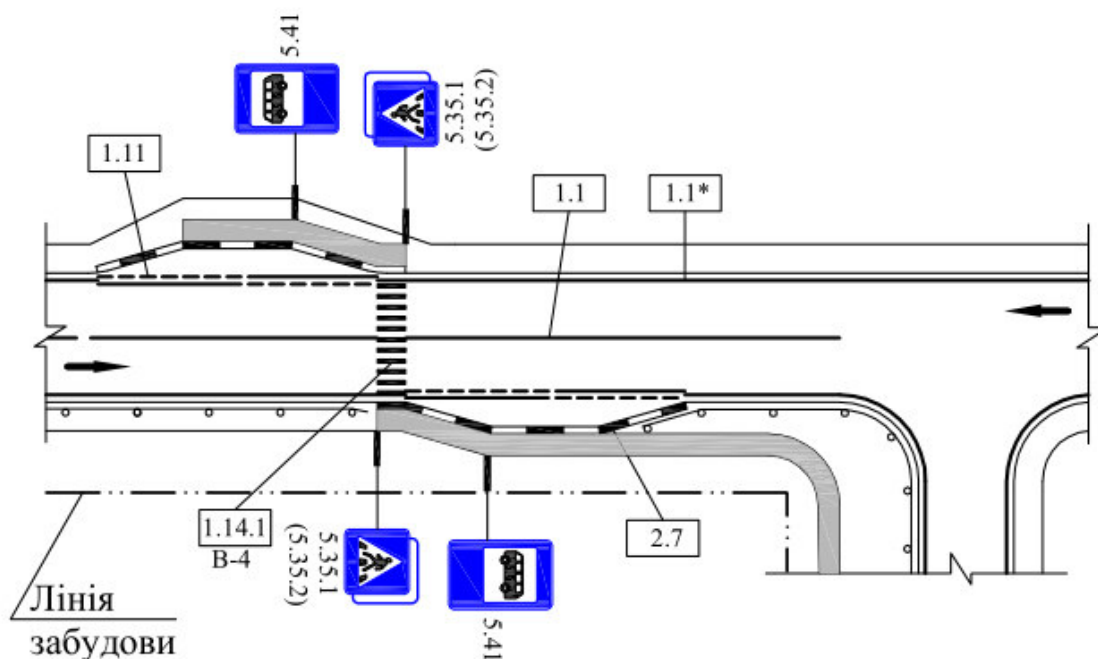


Рисунок 2.4. Уособлені зупинки перед примиканням із забудовою з одного боку головної та другорядної дороги

Схема пересадкових зупинок на примиканні зображена на рис. 2.4.

Сумісні зупинки повинні мати:

- зупинковий майданчик;
- тротуар або пішохідну доріжку до пішохідного переходу (переходів);
- пішохідний перехід (переходи);
- напрямний острівцець;
- навіс;

- лавку;
- туалет.

Кінцева зупинка повинна бути обладнана як пересадкова із забезпеченням розвороту маршрутного транспорту. Місце для розвороту влаштовують безпосередньо біля зупинкового майданчика.

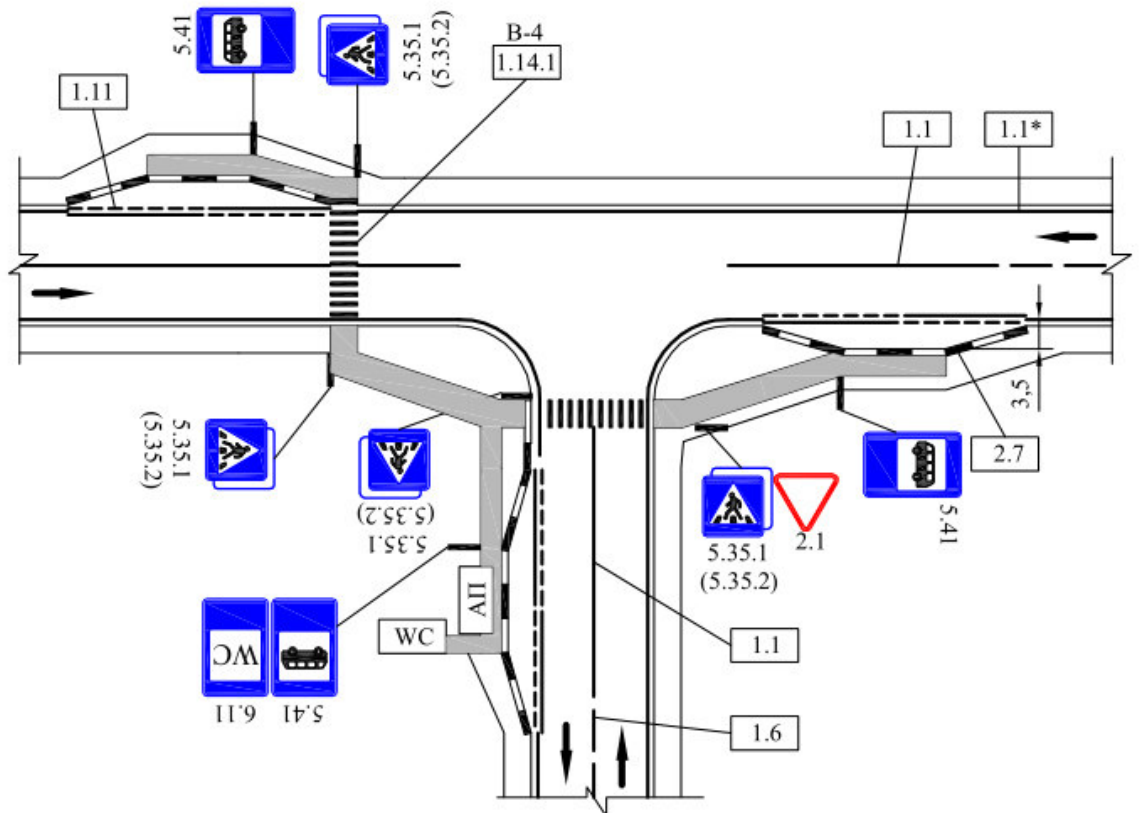


Рисунок 2.5. Пересадкові зупинки на примиканні

2.4 Цільова функція оптимізації довжини перегону

Цільову функцію визначення довжини перегонів маршруту міського пасажирського автомобільного транспорту можна подавати так:

$$t_n = 2t_{niu}(l_n) + t_{oc}(l_n) + t_{mp}(l_n) \rightarrow \min \quad (2.1)$$

де $t_{niu}(l_n)$ - час пішохідного руху від пункту відправлення до зупинкового пункту або від зупинкового пункту до пункту призначення;

$t_m(l_n)$ - час на очікування транспорту на зупинковому пункті;

$t_{mp}(I_n)$ - час руху в транспортному засобі.

Для вирішення поставленого завдання всі складники залежності (2.1) були подані як функції від довжини перегону.

Час пішохідного руху від пункту відправлення до зупинкового пункту або від зупинкового пункту до пункту призначення визначається

$$t_{пiш} = (k_{ин} k_{e.зн} / V_{пiш}) [1 / (3\delta) + l_n / 4] \quad (2.2)$$

Час очікування транспорту на зупинковому пункті визначається за формулою

$$t_{оч} = 0,8I \quad (2.3)$$

де l - інтервал руху на маршруті.

Визначається за такою залежністю:

$$I = \frac{t_{об}}{A} \quad (2.4)$$

де $t_{об}$ - час обороту;

A – кількість автобусів на маршруті.

Час обороту визначається

$$t_{об} = t_{zn}^M + t_{пyx} + t_k \quad (2.5)$$

де t_k — час простою на кінцевому зупинковому пункті;

- час простою на проміжних зупинкових пунктах маршруту;

$t_{пyx}$ - час руху за маршрутом.

На підставі результатів розрахунків, час простою на проміжних пунктах розраховується так

$$t_{zn}^M = 90,26\gamma + 6,48n_{zn}^M + 1,89q_n + 67,55K_{zm} \quad (2.6)$$

де n_{zn}^M - кількість проміжних зупинкових пунктів на маршруті. Він визначається за такою формулою:

$$n_{zn}^M = \frac{l_M}{l_n} - 1 \quad (2.7)$$

Час руху за маршрутом визначається за формулою

$$t_{pyx} = \frac{l_M}{V_T} \quad (2.8)$$

де V_T - технічна швидкість транспортного засобу на перегоні маршруту.

За результатами розрахунків, технічна швидкість розраховується за такою формулою:

$$V_T = 20,83l_n - 7,43\gamma + 0,18V_{II} + 0,38U + 12,91K_c \quad (2.9)$$

Підставивши вираз (2.9) у (2.8), отримаємо:

$$t_{pyx} = \frac{l_M}{20,83l_n - 7,43\gamma + 0,18V_{II} + 0,38U + 12,91K_c} \quad (2.10)$$

Тоді залежність для визначення часу обороту матиме такий вигляд

$$t_{об} = (90,26\gamma + 6,48n_{zn}^M + 1,89q_n + 67,55K_{zm}) + \frac{l_M}{20,83l_n - 7,43\gamma + 0,18V_{II} + 0,38U + 12,91K_c} + t_k \quad (2.11)$$

Кількість автобусів на маршруті розраховують за формулою

$$A = \frac{F_{max} t_{об}}{q_n \gamma} \quad (2.12)$$

Підставивши (2.11) у (2.12), отримаємо залежність для визначення кількості автобусів на маршруті:

$$A = \frac{F_{max}}{q_n \gamma} ((90,26\gamma + 6,48n_{zn}^M + 1,89q_n + 67,55K_{zm}) + (l_M / (20,83l_n - 7,43\gamma + 0,18V_{II} + 0,38U + 12,91K_c)) + t_k) \quad (2.13)$$

Підставивши (2.11) у (2.4), отримаємо залежність для розрахунку інтервалу руху на маршруті:

$$I = \frac{1}{A}((90,26\gamma + 6,48n_{zn}^m + 1,89q_n + 67,55K_{zm}) + (l_M / (20,83l_n - 7,43\gamma + 0,18V_{II} + 0,38U + 12,91K_c)) + t_k) \quad (2.14)$$

Отже, вираз для визначення часу очікування буде таким:

$$t_{ож} = \frac{0,8}{A}((90,26\gamma + 6,48n_{zn}^m + 1,89q_n + 67,55K_{zm}) + (l_M / (20,83l_n - 7,43\gamma + 0,18V_{II} + 0,38U + 12,91K_c)) + t_k) \quad (2.15)$$

$$t_{mp} = \frac{l_{cep}}{V_T} + t_{zn}^{cep} \quad (2.16)$$

де l_{cep} - середня відстань поїздки пасажира;

$t^c J$ - час простою на проміжних зупинкових пунктах під час пересування на середню відстань поїздки пасажира.

Час простою на проміжних зупинкових пунктах під час пересування на середню відстань поїздки пасажира визначається за допомогою моделі, яка містить такі складники:

$$t_{zn}^{cep} = 90,26\gamma + 6,48n_{zn}^{cep} + 1,89q_n + 67,55K_{zm} \quad (2.17)$$

де t_{zn}^{cep} - кількість зупинкових пунктів, що проїжджають пасажири за поїздки на середню відстань перевезення пасажира.

Вона визначається так:

$$n_{zn}^{cep} = \frac{l_{cep}}{l_n} - 1 \quad (2.18)$$

Підставивши формулу (2.9) для розрахунку технічної швидкості в (2.16), отримаємо:

$$t_{mp} = \frac{l_{cep}}{20,83l_n - 7,43\gamma + 0,18V_{II} + 0,38U + 12,91K_c} + t_{zn}^{cep} \quad (2.19)$$

Отже, підставивши (2.17) і (2.19) у (2.16), отримаємо такий вираз для визначення часу руху в транспортному засобі:

$$t_{mp} = \frac{l_{cep}}{20,83l_n - 7,43\gamma + 0,18V_{II} + 0,38U + 12,91K_c} + (90,26\gamma + 6,48n_{zn}^{cep} + 1,89q_n + 67,55K_{zm}) \quad (1.20)$$

Підставивши (2.2), (2.3) та (2.19) у (2.1), отримаємо кінцевий вираз для цільової функції визначення довжини перегону маршруту міського пасажирського автомобільного транспорту:

$$t_n = \left(\frac{k_{mn}k_{e.zn}}{V_{пінш}}\right)\left(\frac{1}{3\delta} + \frac{l_n}{4}\right) + \frac{0,8}{A}((90,26\gamma + 6,48n_{zn}^M + 1,89q_n + 67,55K_{zm}) + (l_M / (20,83l_n - 7,43\gamma + 0,18V_{II} + 0,38U + 12,91K_{zm})) + t_k) + \frac{l_{cep}}{20,83l_n - 7,43\gamma + 0,18V_{II} + 0,38U + 12,91K_{zc}} + (90,26\gamma + 6,48n_{zn}^{cep} + 1,89q_n + 67,55K_{zm}) \rightarrow \min; \quad (2.21)$$

Обравши поєднання параметрів, що забезпечують реалізацію цільової функції (1.21), можна визначити довжину перегонів, за якою витрати часу пасажирів на пересування будуть мінімальними.

Шляхи вирішення транспортних проблем за результатами соціологічно-транспортного опитування :

1. Соціологічні транспортні дослідження показали, що міський пасажирський транспорт має велике значення для населення м. Рівне. Високим попитом користуються тролейбуси: 73% працюючого населення і 69% всіх користувачів віддають перевагу цьому виду транспорту.

Цьому виду транспорту віддають перевагу в більшості жінки. Чим більше населення залежить від роботи міського транспорту, тим вищий ступінь його вразливості від його незадовільної роботи. Це незадоволення має в своїй основі три головні причини:

а) недостатня частота руху транспорту, особливо у між пікові вечірні години, вихідні дні, а також низька якість транспортного обслуговування;

б) незадовільне транспортне обслуговування периферійних районів;
в) недостатня допоміжна інфраструктура (враховуючи освітлення, навіси на зупинках) і незадовільна інфраструктура дорожньої мережі.

2. Незадовільна частота руху може бути поліпшена за рахунок удосконалення структури транспортних засобів, маючи на увазі придбання автобусів більшої місткості, удосконалення розкладів руху та створення системи диспетчерського управління.

3. Хоча всі жителі міста страждають від недоліків в роботі міського транспорту більше всього це відноситься до населення периферійної частини. Приймаючи до уваги загальний більш низький рівень доходів громадян, які проживають в периферійних районах перевезення повинні виконуватись головним чином автобусами, а де це економічно та технологічно доцільно – тролейбусами. Крім того, необхідно покращити стан доріг і ключових компонентів інфраструктури (освітлення, світлофори, обладнання зупинок).

4. Для того, щоб мешканці міста були більш обізнані про умови функціонування міського громадського транспорту необхідно здійснити широке інформування громадян з цих питань, а саме: повідомлення в засобах масової інформації про маршрути та режими руху транспортних засобів.

Тролейбуси, а особливо важливо маршрутні таксомотори, повинні мати інформаційні трафарети у відповідності з чинними вимогами нормативних актів. Ці порівняно недорогі заходи допоможуть пасажиром при користуванні транспортом і проілюструють зусилля влади, які вони здійснюють для покращання роботи.

5. В зв'язку з тим, що жителі обмежені у виборі місця свого проживання внаслідок негнучкої політики у відношенні житла та юридичних бар'єрів, тому вибір місця роботи часто визначається якістю і ефективністю роботи транспорту загального користування.

Останнім часом більшість мешканців, що зіткнулися із існуючими проблемами транспорту загального користування, ведуть пошуки роботи поблизу оселі, про що свідчить велика кількість пішоходів (як показують

дослідження трудових пересувань населення м. Рівне ця величина становить понад 20%). В результаті можна зробити висновок, що розподіл трудових ресурсів в місті є неефективним (підключення про розвиток транспорту загального користування більш важливі ніж захист кваліфікованого робітника від транспортної втоми).

6. Враховуючи те, що більшість опитуваних (понад 60%) висловились за обмеження транспортного руху в центральній частині міста, доцільно б було перенести транспортний потік автомобілів та деяких автобусних маршрутів на паралельні до проспекту вулиці.

7. Жителі периферійних районів (47,5%), які використовують маршрутні таксомотори для пересування в центр міста навіть мають економію коштів на пересування за рахунок відсутності пересадки з одного маршруту на інший. До негативних факторів, які впливають на розвиток маршрутних таксомоторних перевезень слід віднести вартість проїзду. Понад 30% респондентів, які здійснюють поїздки на роботу внаслідок низького рівня доходів сім'ї, затримки заробітної плати тощо, не можуть користуватися маршрутним таксомоторним транспортом.

Лише 15,2% пасажирів не бачать великої різниці між автобусним та електротранспортом щодо комфортності поїздки. На запитання, хто винен (пасажир чи водій) в тому, що маршрутний таксомоторний транспорт працює в умовах перевантаження з низьким рівнем комфортності, думки розділились: 37,5% – винні водії, 28,6% – винні пасажирів, решта – не визначились. Аналіз пропозицій пасажирів показав, що 35% підтримують інтенсивний розвиток маршрутних таксомоторних перевезень, в той же час понад 70% звертають увагу на те, що електротранспорт повинен розвиватись.

8. Соціологічні опитування щодо оплати проїзду свідчать, що понад 80% пасажирів не будуть схвалювати відміну пільгового проїзду. Більш того, сім'ї з низьким доходом також хотіли б користуватися пільгами. Понад 80% пасажирів маршрутних таксомоторів не розуміють, чому пільговим проїздом можна користуватися в електротранспорті, а не в маршрутних таксомоторах.

9. Мешканці міста, що мало обізнані з місцевим бюджетом, вважають, що на розвиток міського пасажирського транспорту необхідно направляти до 20% бюджетних коштів. При цьому варіація значень відповідей респондентів коливалась від 5 до 60 %.

Проведене соціологічне дослідження показало, що тільки закупівлею додаткового транспорту і покращанням його утримання не вирішити проблему транспорту загального користування. Очевидно, що люди очікують і вимагають, в першу чергу, покращання управління транспортною маршрутною системою.

2.5. Обґрунтування вибору режиму руху автобусів на маршрутах

В залежності від кількості зроблених на шляху зупинок, можливі різні варіанти проходження маршруту автобусами. Ці варіанти ми назвемо режимами руху автобусів на маршрутах.

Відрізняють III основні режими руху автобусів на міських маршрутах (рис.2.6.)

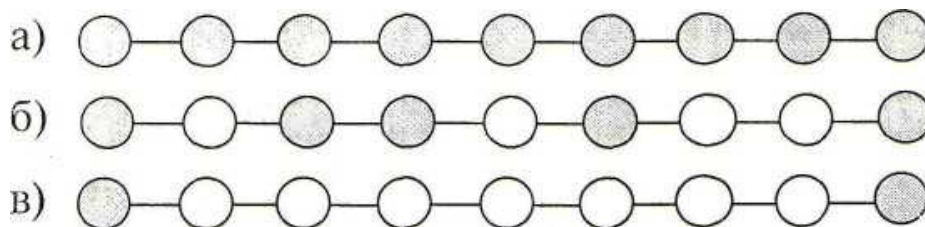


Рисунок 2.6. Режими руху автобусів на міському маршруті

При звичайному режимі руху автобуси зупиняються на всіх зупинках; при швидкісному режимі руху - лише на деяких (вузлових) зупинках маршруту; при експресному режимі руху автобуси слідують без зупинок від початкового до кінцевого пункту. Приведені визначення забезпечують однозначну класифікацію режимів руху автобусів на міських маршрутах.

Звичайний режим руху забезпечує доступність автобусів для всіх пасажирів, які прагнуть до траси даного маршруту. В цьому перевага

звичайного режиму руху перед іншими в широкому розповсюдженні. Однак велика кількість зупинок під час руху суттєво обмежує швидкість сполучення автобусів на маршруті, збільшує витрати часу на пересування та витрати паливо.

Навпаки, РМТ та ЕРР режими руху, коли автобуси не зупиняються на деяких зупинках маршруту, дозволяють отримати суттєвий вигаш в швидкості руху і часі пересування, в витратах на паливо та цілісності автобусів. Аналіз показує, швидкість сполучення автобусів на міських маршрутах зростає прямо пропорційно від кореня кубічного довжини перегону. Таким чином, збільшення довжини перегону при швидкісному та експресному режимах руху автобусів в результаті відміни деяких зупинок на маршруті дозволяє забезпечити зростання швидкості сполучення.

Швидкість руху автобусів при режимі руху маршрутного таксомотору (РМТ) сягає 25-30км/год., а при експресному режимі руху (ЕРР) - 30-35км/год.

При відповідних умовах (наприклад, визначення спеціальних смуг для руху автобусів при РМТ та ЕРР) збільшення швидкості сполучення може бути значно вище. Це дозволяє значно скоротити витрати часу пасажирів на пересування. При цьому економія часу пасажирів зростає прямо пропорційно збільшенню дальності поїздки.

Соціологічні дослідження довели, що зменшення витрат часу на пересування пасажирів до місця роботи на 10хв. забезпечує зростання продуктивності праці \approx на 4%. Таким чином, організація руху міських автобусів в швидкісному та експресному режимах руху є важливим резервом зростання продуктивності праці в суспільному господарстві. Слід також відмітити: при збільшенні швидкості сполучення автобусів відповідно зростає їх провізна здатність та зростає продуктивність.

Важливе практичне значення має також економія паливно-мастильних матеріалів при організації руху автобусів при швидкісному та експресному режимах. Однак, швидкісними автобусами можуть користуватися лише ті пасажирів, які прагнуть до вузлових зупинок маршруту. Аналіз

пасажиропотоків на міських автобусних маршрутах показує, що частка пасажирів, які можуть користуватися швидкісними автобусами, складає 70-80% загальної кількості. У той же час лише $\approx 10\%$ пасажирів слідує від початкової до кінцевої зупинок маршруту та можуть користуватися автобусами - експрес. Тому організація ЕРР сполучень на діючих автобусних маршрутах може бути рекомендована тільки в специфічних випадках (наприклад, перевезення мешканців віддалених житлових масивів до великих промислових підприємств або до центру міста). Таким чином, ефективно організувати автобусні перевезення пасажирів в містах при одному режимі руху автобусів на маршрутах, як правило, неможливо. Більш ефективним є застосування комбінації кількох режимів руху автобусів на одному маршруті, тобто організація комбінованих режимів руху. Комбінований режим руху дозволяє поєднувати доступність ЗР руху з високою економічністю та ефективністю РМТ та ЕРР режимів.

Комбіновані режими руху були відомі ще в 30-ті роки. Найбільш широке розповсюдження в практиці міських пасажирських перевезень набув найпростіший комбінований режим руху: поєднання ЗРР із РМТ або ЕРР.

Організація комбінованих режимів руху автобусів на міських маршрутах. Задача вибору комбінованого режиму руху автобусів на маршруті являє собою екстремальну задачу на мінімізацію сумарних витрат часу пасажирів з урахуванням заданих обмежень (вимог до рішення). Цільовою функцією задачі є сумарні витрати часу пасажирів на пересування по маршруту: підхід до зупинки, очікування автобуса, посадка в автобус, поїздка, висадка з автобуса, рух від зупинки до місця призначення.

Найбільш складним моментом у вирішенні даної задачі є вибір змінної, яка характеризує не окремі складові режими руху, а комбінований режим руху в цілому. Основна відміна комбінованого РР від звичайного РР полягає в тому, що при КРР на кожній зупинці маршруту зупиняється лише частка автобусів від загальної кількості автобусів, які працюють на маршруті. При цьому частка

автобусів, яка зупиняється на кожній зупинці маршруту залежить тільки від РР, а отже, точно характеризує комбінований РР автобусів відносно даної зупинки.

Таблиця 2.8 – Характеристика маршруту

Найменування показників		Значення
Довжина маршруту в прямому напрямку, км		15
Довжина маршруту в зворотному напрямку, км		15
Тривалість оборотного рейсу, год., хв.		1год15хв
Тривалість рейсу в прямому напрямку, год., хв.		35хв
Тривалість рейсу в зворотному напрямку, год., хв.		35хв
Експлуатаційна швидкість, км/год.		30
Зупинки, од.		29
Автостанції, КП, од.		2
Перехрестя, од.		37
Місця з ускладненими дорожніми умовами та концентрації ДТП, од.		17
Залізничні переїзди, од.	що охороняються	1
	що не охороняються	-
Мости з вузькою проїзною частиною, од.		-
Наземні пішохідні переходи, од.		61
Місця з погіршеним дорожнім покриттям, од.		-
Довжина нульового пробігу, км		14

Тому в якості змінної для розглянутої задачі визначення оптимального КРР автобусів на маршруті ми приймемо частку автобусів, яка повинна зупинитися на кожній i -й $0=1,2,3,\dots,n$) зупинці маршруту при КРР. Основне обмеження змінної $0 < k < 1$ (при необхідності вводять додаткові обмеження).

Для знаходження оптимального режиму руху автобусів відносно зупинок маршруту необхідно визначити значення k_j , за допомогою якого можна досягти тип сумарних витрат часу пасажирів T_j (з розрахунку вказаних вище обмежень). для реальних маршрутів не перевищує 1-2% і немає практичного значення.

Відповідно до умови \min тип функції однієї перемінної математична модель розглянутої задачі представлена сукупністю n диференціальних порівнянь: $dT_j/dk_j=0$. Допустима похибка при цьому

Визначимо режими руху на автобусному маршруті в м. Рівне № 49 „вул. Енергетиків - вул. Макарова”. Вихідні данні наведені в таблицях 2.8.

Для визначення значення k_j залежності від вихідного інтервалу руху $I_{вих}$ і відношення F_j/Q_j складена спеціальна розрахункова табл. 2.9., яка вбирає всі можливі значення k_j (від 0,1 до 0,9) і основні інтервали руху міських автобусів $J_{вих}$ (від 4 до 26 хв.). При подальшому збільшенні інтервалу руху автобусів на маршруті, організація комбінованого РР недоцільна і веде до збільшення сумарних витрат часу пасажирів.

Таблиця 2.9 – Розрахункова таблиця значень змінної k_j

I_i	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
k_j												
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

На основі отриманих значень перемінної k_j для всіх зупинок маршруту можна збудувати КРР автобусів на маршруті. Якщо об'єднати зупинки

маршруту із однаковими значеннями отримуємо відповідні РР. Сукупність отриманих режимів становить оптимальний КРР автобусів на маршруті.

2.6 Економічний ефект від впровадження комбінованого режиму руху

У 3 розділі ми визначили, що на значення довжини перегону, що забезпечує мінімальні витрати часу пасажирів на пересування, впливають фактори, що визначають швидкість автобусів на маршруті, а саме: швидкість транспортного потоку, питома потужність транспортного засобу, коефіцієнт використання місткості. Для маршруту перевезення пасажирів з певним значенням середньої відстані поїздки пасажирів необхідне таке поєднання параметрів перевізного процесу, яке забезпечують мінімальні витрати часу на пересування.

Отже, було вирішено що потрібно впровадити комбінований режим руху.

Визначення ефективності впровадження комбінованого режиму руху на міському автобусному маршруті.

Час оборотного рейсу автобуса на маршруті

$$T_{об} = 75 - (0,7 \cdot 42) = 45 \text{ хв}$$

У відповідності з формулами:

$$A_3 = A_{k_3} \text{ автобусів та } A_{ш} = A - A_3 = A(1 - k_3) \text{ автобусів}$$

в звичайному режимі руху на маршруті повинно працювати:

$$A_3 = 16 \cdot 0,5 = 8 \text{ автобусів,}$$

$$\text{а в швидкісному: } A_{ш} = 16 - 8 = 8 \text{ автобусів.}$$

При цьому інтервал руху звичайних автобусів:

$$I_3 = \frac{75}{8} \approx 9 \text{ хв}$$

$$\text{а інтервал руху автобуса: } I_{ш} = 45 : 8 = 6 \text{ хв.}$$

Сумщений інтервал руху автобусів при ЗРР та РМТ:

$$J_k = \frac{J_3 \cdot J_m}{J_3 + J_m} \quad (2.22)$$

$$J_{\text{п}} = \frac{9 \cdot 6}{9 + 6} = 4 \text{ хв}$$

Економія часу пасажирів при організації отриманого оптимального комбінованого РР автобусів на маршруті :

$$\Delta T = \frac{[Q_3(J_{\text{вих}} - J_3) + Q_{\text{и}}(J_{\text{вих}} - J_{\text{к}}) + 2\delta(1 - k_3)\sum_{f=0} F_f]}{2} \quad (2.23.)$$

де: Q – загальна кількість пас. маршруту;

Q_3 - кількість пас. маршруту, які користуються зупинками при ЗРР ;

$Q_{\text{м}}$ – кількість пас. маршруту, які користуються зупинками при РМТ;

F_f - кількість пас. маршруту, які користуються зупинками при РМТ і проїжджають f -у зупинку при ЗРР ;

J_3 – інтервал руху автобусів при ЗРР, хв. ;

$J_{\text{к}}$ – суміщений (комплексний) інтервал руху автобусів при ЗРР та РМТ,

хв.

$$\Delta T = \frac{[14804(9 - 5) + 8303(5 - 4) + 2 \cdot 0,7(1 - 0,5)10730]}{2} = \frac{37515}{60} = 625 \text{ пас.год}$$

Економія часу пасажирів в грошовому виразі:

$$\Delta S = 365 \cdot C \cdot \Delta T \quad (2.24.)$$

де: 365 – кількість днів роботи на рік.

$$\begin{aligned} \Delta S &= 365 \cdot C \cdot 625 = 228125_{\text{пас.год.}} \cdot C_{\text{гр.од.}} = \\ &= 228125_{\text{пас.год.}} \cdot 2_{\text{гр.од.}} = 456250 \text{ (грн)} \end{aligned}$$

Умовна економія автобусів:

$$\Delta A = A \frac{1 - k_3}{k_3} \cdot \frac{Qk_3 m \delta + 2Ak_3 \delta \sum F_f - Q_3 T_{\text{об}}}{Q(T_{\text{об}} - m \delta k_3) + 2A(1 - k_3) \delta \sum F_f}, \quad (2.25)$$

де: m - кількість зупинок при ЗРР на маршруті.

$$\Delta A = 16 \cdot \frac{1 - 0,5}{0,5} \cdot \frac{23107 \cdot 0,5 \cdot 29 \cdot 0,7 + 2 \cdot 16 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 10730 - 14804 \cdot 75}{23107(75 - 29 \cdot 0,7 \cdot 0,5) + 2 \cdot 16(1 - 0,5) \cdot 0,7 \cdot 10730} = 2 \text{ авт.}$$

Представимо параметри, що враховують ефективність організації комбінованих режимів руху на міських маршрутах у вигляді табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Ефективність організації комбінованих режимів руху на міських маршрутах у вигляді

Показники	Маршрут м. Рівне
Тип використаного автобусу	ЛАЗ-42021
Кількість автобусів на маршруті до організації комбінованого режиму руху. Кількість автобусів на маршруті після організації комбінованого режиму руху.	20
	20
Всього	
В тому числі РМТ	8
Кількість зупинок на маршруті (в прямому і зворотному напрямках)	50
	58
Всього	
Інтервал руху на маршруті, хв.:	5
До організації комбінованого режиму руху	
Після організації комбінованого режиму руху: звичайний режим руху	6
	4
РМТ режим руху	
Швидкість сполучення на маршруті, км/год.: при звичайному режимі руху при швидкісному режимі руху	30
	35
Для пасажирів, які користуються швидкісними автобусами, %	30
Сумарна економія часу пасажирів за день, пас.год.	625
Умовна економія автобусів	2
Збільшення кількості рейсів в день, од.	2
Економія часу пасажирів в грошовому виразі	456250

В табл. 2.10 наведені узагальнені дані, які підтверджують високу ефективність організації комбінованих режимів руху автобусів на розглянутому маршруті. Швидкість сполучення підвищилась на 17%, помітно зменшились сумарні витрати часу пасажирів, зменшилась наповненість автобусів.

Одночасно витрата палива в перерахунку на один автобус зменшилась на 20-30%, а кількість перевезених пасажирів збільшилась на 15-20%.

Оскільки швидкісні і експресні автобуси мають менше зупинок на шляху слідування, вони відповідно менше здійснюють гальмувань і розгонів, що сприяє зменшенню амортизації рухомого складу і зменшенню витрат на поточний ремонт і технічне обслуговування автобусного парку, а також зниженню кількості шкідливих викидів в атмосферу міста.

2.7. Економічні витрати, пов'язані з потребою у нових автобусах

Для покращення обслуговування населення та задоволення потреб пасажирів у перевезеннях необхідно придбати додатково автобуси, а також збільшити їх місткість, що також пов'язано з купівлею нових автобусів.

Витрати на придбання нових транспортних засобів представлено у табл.2.11.

Таблиця 2.11 – Витрати на придбання автобусів

№ маршруту	Марка автобуса	Кількість автобусів, од.	Вартість одного автобуса, тис. грн.	Вартість нових автобусів, тис. грн
1	Богдан А-09204	2	370	740
38	Богдан А-1445	2	775	1550
49	Богдан А-1445	3	775	2325
				$\Sigma=4615$

Пропоную придбати ці транспортні засоби у лізинг. Лізинг – це посередницька наперед узгоджена оренда, або лізинг – фінансово-орендна операція, яка забезпечує інвестування засобами виробництва при посередництві лізингової фірми, або банку. Головною метою лізингу є перш за все інвестування виробництва, тому треба розглядати лізинг з цих позицій.

Лізингова угода передбачає наявність трьох сторін: виробник, фінансовий посередник, майбутній підприємець. Виробник очевидний – це Черкаський автозавод. Посередником може бути будь-яка фінансова установа (банк, лізингова фірма і т.д.). У ролі третьої сторони виступає перевізник.

Слід зауважити, що при лізинговій діяльності виникають особливі терміни, які характеризують сторони лізингової угоди. Лісор – головний суб'єкт лізингової операції, це посередник, який купує майно для подальшої оренди цього майна. Рентер – найчастіше ініціатор лізингової операції, рентер бере у оренду майно, яке купує лісо [21].

Таблиця 2.12 – Загальна характеристика автобусів та маршрутів

№ маршруту	Ціна автобуса, тис. грн	Ресурс, тис. км	Кількість автобусів, од.	Кількість місць	Довжина маршруту, км	Швидкість, км/год.
1	370	500	2	43	10	29
38	775	500	2	80	11,7	35
49	775	500	3	80	15	30

Необхідно визначити величину орендної плати та чистого прибутку. Для цього на прикладі маршруту №49 проведемо розрахунки.

Денна виручка одного водія обчислюється за формулою[22]:

$$ДВ = NnT, \quad (2.26)$$

де: ДВ – денна виручка;

N – кількість повних кіл за день, які виконує один водій;

n – кількість перевезених пасажирів за одне коло;

T - тариф, грн..

З формули (4.5) фіксованим є лише тариф, інші величини встановлюються експериментальним шляхом. n – кількість місць 80, звичайно, інколи людей їде менше, а іноді й більше (одні виходять, інші заходять), встановити реальну

кількість пасажирів важко, все залежить від часу. Для розрахунків буде використано номінальну кількість місць – 80, тобто $n = 80 \times 2 = 160$. N – кількість повних кіл залежить від швидкості руху; вона становить 30км/год. Час роботи одного водія дорівнює 8 годин. Кількість повних кіл визначаємо за залежністю[22]:

$$N = \frac{V \cdot \tau_p}{2 \cdot L_M} \quad (2.27)$$

$$N = \frac{(35_{\text{км/год}} \cdot 8_{\text{год}})}{2 \cdot 15_{\text{км}}} = 9 ,$$

де: V - швидкість руху по маршруту, км/год.;

τ_p – час роботи, год.;

L_M – довжина маршруту, км.

Денна виручка від одного автобуса:

$$ДВ=9 \cdot 160 \text{пас} \cdot 3 \text{грн}=4320(\text{грн}),$$

Денна виручка від 3-ми автобусів:

$$ДВ_3 = 4320 \text{грн} \cdot 3 = 12960(\text{грн}).$$

Щоб визначити річну виручку, треба визначити кількість робочих днів на рік. За тиждень водій може працювати 6 днів (1 день на відпочинок та ремонт); із 52 тижнів за рік відпустка буде становити 2 тижні. Тому можна визначити річну виручку [22]:

$$РВ = ДВ_3 \cdot КД \cdot КТ , \quad (2.28)$$

$$РВ = 12960 \cdot 6 \cdot 50 = 3\,888\,000(\text{грн}),$$

де: $РВ$ – річна виручка;

$КД$ – кількість робочих днів на тиждень;

$КТ$ – кількість робочих днів за рік.

Треба розрахувати витрати виробництва. Для "Богдана" треба використовувати дизельне паливо. Середня ціна ДП на АЗС міста становить

17,10 грн./л. Згідно з технічними документами витрати 30л палива на 100км. Розрахувати денні витрати 3-х автобусів на ДП можна за формулою [22]:

$$ДВб_3 = N \cdot 2 \cdot L_m \cdot P \cdot Ц \cdot 3, \quad (2.29)$$

$$ДВб_3 = 9 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 0,30 \cdot 17,1 \cdot 3 = 4\,155,3 \text{ грн.},$$

де: ДВб₃ – денні витрати 3-ми автобусів на пальне;

Р – витрати пального на 1 км шляху;

Ц – ціна 1 л палива.

Річні витрати на бензин можна обчислити за формулою [22]:

$$РВб = ДВб_3 \cdot КД \cdot КТ, \quad (2.30)$$

$$РВб = 4\,155,3 \text{ грн} \cdot 6 \cdot 50 = 1\,246\,590 \text{ грн.},$$

де: РВб – річні витрати на пальне, грн.

Найголовніше і найважче – це встановити орендну платню[21]:

$$АП = \frac{(Ц + Д_л)}{АС}, \quad (2.31)$$

де АП – орендна плата за певний період;

АС – амортизаційний строк служби обладнання;

Ц – ціна майна;

Д_л – дохід лісора, який повинен бути не менше, ніж банківський відсоток.

АП і АС вимірюються в однакових одиницях часу, Д_л включає чистий дохід, більший ніж банківський відсоток і всі витрати, пов'язані з утриманням майна, якщо майно не знаходиться на повному утриманні рентера.

За реальних умов орендна плата береться за день, тиждень, рідше за місяць, але для теоретичного аналізу краще брати великі фіксовані строки, такі як рік. Отже, треба розрахувати орендну плату за рік. Ціна машини фіксована 775 000. Прибуток повинен бути не менше ніж 27-30% (банківський відсоток по депозитним внескам). Інвестор не буде вкладати кошти в таку ризиковану

справу як лізинг, очікуючи 30% річних, тому чистий дохід визначено як 40% річних. При лізинговій угоді велике значення при визначенні орендної плати буде мати і строк контракту і його умови. Якщо вважати, що ресурс "Богдана" \approx 500 тис. км, то можна визначити і річний показник ресурсу (скільки років працюватиме машина).

Річний пробіг одного автобуса складає[22]:

$$PP = N \cdot 2 \cdot L_m \cdot KD \cdot KT, \quad (2.32)$$

$$PP = 9 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 6 \cdot 50 = 81\,000 \text{ (км)}.$$

Але це чистий комерційний пробіг, він не враховує виїзди до гаража, на СТО, АЗС та інші, тому доцільно вважати реальний пробіг 100 000км за рік. Вважаючи 500 тис. км ресурсом РС не береться до уваги те, що: умови експлуатації дуже жорсткі, автомобіль використовується цілий рік і взимку і влітку (перепад температур негативно впливає), стан доріг дуже незадовільний, велике навантаження \approx 180км на день – ці умови суттєво знижують термін роботи (реальним ресурсом за таких умов водії вважають \approx 300 тис. км). Але визначити теоретично вплив цих факторів неможливо навіть на конкретному маршруті, тому вони не будуть враховуватись.

Поділивши ресурс на річний пробіг, можна визначити термін роботи автобуса[22]:

$$T_{роб} = \frac{PC}{PP}, \quad (2.33)$$

$$T_{роб} = 500\,000\text{км} / 100\,000\text{км} = 5 \text{ (років)},$$

де $T_{роб}$ – термін роботи автобуса, роки;

РС – ресурс, км;

PP – річний пробіг, км.

З урахуванням вище викладених умов з формули (4.10), орендна плата за рік у розрахунку для одного автобуса:

$$АП = (775\,000 + 0,4 \cdot 775\,000) / 5 = 217\,000\text{грн}.$$

Орендна плата за рік у розрахунку за 3 одиниць автобусів:

$$AP_3 = 217\,000 \text{ грн} \cdot 3 = 651\,000 \text{ грн.}$$

Витрати на гараж є невід'ємною складовою витрат, гараж може бути власним, але щоб не враховувати його вартість, доцільно взяти його в оренду, яка становить 1-5 грн./1 день. Для розрахунку – 3 грн. на день або 1080 грн. на рік.

Річні витрати рентера складуть[21]:

$$PB_p = AP_3 + PBб + 3 \cdot Г, \quad (2.34)$$

$$PB_p = 651\,000 + 1246590 + 3 \cdot 1080 = 1\,171\,830 \text{ (грн.)},$$

де: AP_3 – орендна плата за рік у розрахунку за 3 одиниць автобусів;

$PBб$ – річні витрати на паливо, грн.;

$Г$ – витрати на гараж, грн.;

Чистий прибуток рентера[21]:

$$ЧП = PB - AP_3, \quad (2.35)$$

$$ЧП = 1\,944\,000 - 1\,171\,830 = 772\,170 \text{ грн.}$$

Отже, на маршруту №49 маємо змогу внести орендну плату за користування автобусами.

За отриманими значеннями можемо зробити висновок про те, що на всіх маршрутах, на яких потрібно замінити рухомий склад чи додатково долучити до роботи, маємо змогу внести орендну плату за користування автобусами.

Результати розрахунків за іншими маршрутами представлені в табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Вартісні показники роботи автобусних маршрутів

№ маршруту	Річна виручка, грн.	Орендна плата за рік, грн./рік	Сума річних витрат, грн.	Чистий прибуток, грн.
1	928 800	186 660	425 052	503 748
38	4 304 000	390 990	708 105	1 595 895
49	3 888 000	651 000	1 171 830	772 170

За отриманими значеннями можемо зробити висновок про те, що на всіх маршрутах, на яких потрібно замінити рухомий склад чи додатково долучити до роботи, маємо змогу внести орендну плату за користування автобусами.

Розділ 3

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Безпека праці при керуванні автобусом для перевезення пасажирів

Згідно Типової інструкції з охорони праці для водія автобуса [43] до самостійної роботи в якості водія автобуса допускаються особи, які пройшли:

- вступний інструктаж;
- інструктаж з пожежної безпеки;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- навчання безпечним методам і прийомам праці не менше ніж по 10 годинній програмі (для робіт, до яких пред'являються підвищені вимоги безпеки - 20 годинною програмою);
- інструктаж з електробезпеки на робочому місці і перевірку засвоєння його змісту з присвоєнням кваліфікаційної групи І.

Для виконання обов'язків водія автобуса допускаються особи, що мають посвідчення на право керування даною категорією транспорту, не мають медичних протипоказань для даної професії, які досягли 20 річного віку.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

1. Переконатися в справності одягу. Перед початком роботи водій зобов'язаний пройти передрейсовий медичний огляд.
2. Переконатися у повній справності автобуса і перевірити технічний стан автобуса та його зовнішній вигляд.
3. У разі виявлення несправностей на лінію не виїжджати до повного їх усунення та повідомити про це адміністрацію транспортного відділу.
4. Заправку автобуса паливом проводити після зупинки двигуна. Під час заправки машини паливом пасажирам перебувати в салоні автобуса забороняється. На території автозаправної станції не допускається: курити,

проводити будь-які ремонтно-регулювальні роботи, заливати паливо в сторонніємності, відкривати кришки бензобака металевими предметами.

Вимоги безпеки під час роботи:

1. Перш ніж почати рух з місця зупинки (стоянки) або виїхати з гаража, переконатися, що це безпечно для робітників та інших сторонніх осіб та подати попереджувальний сигнал.

2. Бути уважним та обережним при русі з місця заднім ходом. При недостатній оглядовості або видимості слід скористатися допомогою іншої особи.

3. Швидкість руху вибирати з урахуванням дорожніх умов, видимості і оглядовості, інтенсивності та характеру руху транспортних засобів і пішоходів, особливостей та стану автобуса.

4. Виконувати вимоги безпеки руху і вказівки регулювальників дорожнього руху відповідно до Правил дорожнього руху.

5. Залишати автобус дозволяється тільки після вжиття заходів, що виключають можливість його руху під час відсутності водія.

6. При ремонті автобуса на лінії дотримуватися запобіжних заходів: з'їхати на узбіччя дороги, включити задній світло при поганій видимості, зупинити автобус за допомогою гальмівної системи, включити першу передачу, підкласти під колеса упори. При роботі на узбіччі під машиною перебувати з протилежного боку проїжджої частини. Не допускати до ремонту автобуса осіб, які не мають на це право.

7. Водієві автобуса не дозволяється:

- керувати автобусом в стані алкогольного сп'яніння або під впливом наркотичних засобів;
- виїжджати в рейс (на лінію) в хворобливому стані або при такому ступені втоми, яка може вплинути на безпеку руху;
- передавати керування автобусом іншим особам;
- виконувати буксирування автобуса з метою пуску двигуна, а також з пасажирами в салоні автобуса;

- протирати двигун ганчір'ям, змоченим бензином і курити в безпосередній близькості від системи живлення двигуна і паливних баків.

8. При пересуванні та постановці автобуса на посадку технічного обслуговування необхідно стежити за правильним положенням коліс відносно напрямних ребер оглядової канави, естакади. Встановлений на пост автобус надійно загальмувати стоянковим гальмом і поставити під колеса упори, а на автобусі з механічною коробкою передач, крім того, включити нижчу передачу.

9. При ремонті автобуса утримувати робоче місце в чистоті і не захащувати сторонніми предметами. Зливати масло і воду тільки в спеціальну тару.

Вимоги безпеки після закінчення роботи:

1. Після повернення з лінії разом з механіком транспортного відділу перевірити автобус. У разі необхідності скласти заявку на поточний ремонт з переліком несправностей, що підлягають усуненню.

2. Автобус очистити від бруду та пилу, поставити у встановлене місце, переконатися тому, що немає можливості виникнення пожежі і затягнути важіль стоянкової гальмівної системи.

3. Здати дорожнього (маршрутного) листа диспетчеру або відповідальній особі.

4. Після закінчення роботи руки і обличчя вмити теплою водою з милом, по можливості прийняти душ. Застосовувати для миття хімічні речовини забороняється.

3.2 Заходи з пожежної безпеки

Для запобігання пожеж на дорожніх транспортних засобах забороняється:

- подавати при несправній системі живлення бензин у карбюратор безпосередньо з будь-якої ємності через шланг чи іншим способом;
- експлуатувати несправні прилади систем живлення;

- залишати в кабіні та на двигуні забруднені мастилом і паливом обтиральні матеріали (ключчя і т. п.);
- допускати купчення на двигуні та його картері бруду, змішаного з паливом і мастильними матеріалами;
- застосовувати для знежирення і миття двигуна, вузлів і агрегатів бензин та інші легкозаймисті і горючі речовини;
- користуватись відкритим вогнем при визначенні та усуненні несправностей механізмів, розігрівати двигун відкритим полум'ям;
- курити в автомобілі, в якому перевозяться вибухові речовини, легкозаймисті рідини, гази і тверді речовини, і розводити вогонь ближче 100 м від стоянки дорожнього транспортного засобу;
- курити біля автомобіля на відстані не менш як 50 метрів.

У кабіні водія повинен бути справний вогнегасник.

Згідно діючого законодавства відповідальність за дотриманням правил пожежної безпеки покладається безпосередньо на керівника (власника) та водіїв транспортних засобів.

При експлуатації рухомого складу найбільш частими причинами виникнення пожежі є несправність електрообладнання автомобіля, негерметичність системи живлення, накопичення на двигуні масла, куріння безпосередньо при ремонті або огляді, система живлення, застосування відкритого вогню для підігріву двигуна.

Технічний стан дорожніх транспортних засобів повинен відповідати вимогам стандартів, Правил пожежної безпеки України, Правил дорожнього руху, Правил охорони праці на автотранспорті, Правил технічної експлуатації, нормативних актів з охорони навколишнього середовища, інструкцій підприємств-виготовлювачів, реєстраційних документів і іншої нормативної документації.

Дорожні транспортні засоби у приміщеннях, під навісами або на спеціальних площадках слід розставляти відповідно до вимог будівельних норм і норм технологічного проектування транспортних підприємств. У приміщенні

або під навісами відстань між боковими бортами машин і стіною (колоною) повинна бути не меншою як 0,8 м.

3.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Надзвичайною ситуацією на автомобільному пасажирському транспорті є аварійна ситуація, яка може виникнути в основному при дорожньо-транспортній пригоді.

У разі причетності до дорожньо-транспортної пригоди водій зобов'язаний:

1. Негайно зупинити транспортний засіб і залишатись на місці пригоди.
2. Увімкнути аварійну сигналізацію і встановити знак аварійної зупинки.
3. Не переміщати транспортний засіб і предмети, що мають відношення до пригоди.
4. Вжити можливих заходів для подання першої медичної допомоги потерпілим, викликати карету швидкої медичної допомоги, а якщо це неможливо, звернутися за допомогою до присутніх і відправити потерпілих до лікувального закладу.
5. У разі неможливості виконати дії, викладені в пункті 4, відвезти потерпілого до найближчого лікувального закладу своїм транспортним засобом, попередньо зафіксувавши розташування слідів пригоди, а також положення транспортного засобу після його зупинки; у лікувальному закладі повідомити своє прізвище та номерний знак транспортного засобу (з пред'явленням посвідчення водія або іншого документа, який засвідчує особу реєстраційного документа на транспортний засіб) і повернутися на місце пригоди.
6. Повідомити про дорожньо-транспортну пригоду органи поліції, записати прізвища і адреси очевидців, чекати прибуття працівників поліції.
7. Вжити всіх можливих заходів для збереження слідів пригоди, огороження їх та організувати об'їзд місця пригоди.

8. До проведення медичного огляду не вживати без призначення медичного працівника алкоголю, наркотиків, а також лікарських препаратів, виготовлених на їх основі (крім тих, які входять до складу офіційно затвердженої аптечки).

Аварійна ситуація при проведенні технічного обслуговування чи ремонті може виникнути у разі падіння вивішеного автобуса, падіння з висоти, ураження електричним струмом та інше.

При виникненні такої ситуації слід негайно припинити роботу, виключити обладнання, огородити небезпечну зону, не допускати до неї сторонніх осіб. Повідомити про те, що сталося, керівника робіт. Якщо є потерпілі — надати їм першу медичну допомогу; при необхідності викликати "швидку допомогу".

При виникненні несправності в роботі двигуна, прийняти вправо, з'їхати на узбіччя дороги і зупинити автобус. Рух продовжити тільки після усунення виниклої несправності.

Несправну машину брати на буксир за допомогою спеціальних пристосувань можна тільки після дозволу інспектора Державної інспекції з безпеки дорожнього руху.

3.4. Автомобільний транспорт та навколишнє середовище

Транспорт є однією з найважливіших галузей суспільного виробництва і покликаний задовольняти потреби населення та суспільного виробництва в перевезеннях. Одночасно транспорт є одним з основних забруднювачів навколишнього природного середовища. Так, тільки один автомобіль у середньому на рік викидає разом з випускними газами близько 800 кг окису вуглеводню, приблизно 40 кг оксидів азоту та понад 200 кг різноманітних вуглеводів. Тому запобігання шкідливому впливу всіх видів транспорту на навколишнє природне середовище є одним із найголовніших завдань природоохоронної діяльності держави.

Основні правові норми, які закріплюють правові заходи по охороні навколишнього природного середовища від шкідливого впливу транспорту, містяться в Законах України від 26 червня 1991 року «Про охорону навколишнього природного середовища» [23], від 16 жовтня 1992 року «Про охорону атмосферного повітря» та від 10 листопада 1994 року «Про транспорт». Крім того, щодо окремих видів транспорту є спеціальні нормативні акти, які також закріплюють правові заходи екологічної безпеки транспортних засобів.

Основними напрямками охорони навколишнього природного середовища на транспорті є зниження токсичності та нейтралізація шкідливих речовин, які містяться у викидах та скидах транспортних засобів, а також поступовий перехід на нові види енергії та пального. Ці напрямки посідають певне місце в чинному законодавстві. Відповідно до закону «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст.56) [23] на підприємства, установи, організації, що здійснюють проектування, виробництво, експлуатацію та обслуговування автомобілів, літаків, суден, інших пересувних засобів, установок та виробництво і постачання пального, покладені певні обов'язки щодо забезпечення екологічної безпеки транспортних засобів. Так, вони зобов'язані розробляти та здійснювати заходи по знищенню токсичності та знешкодженню шкідливих речовин, що містяться у викидах та скидах транспортних засобів, переходу на менш токсичні види пального, додержання режиму експлуатації транспортних засобів та інші заходи, спрямовані на запобігання й зменшення викидів та скидів у навколишнє природне середовище забруднюючих речовин та додержання встановлених рівнів фізичних впливів.

При експлуатації транспортних засобів в атмосферне повітря викидаються відпрацьовані гази, що містять забруднюючі речовини, а також відбувається шкідливий вплив їх фізичних факторів. З метою охорони навколишнього природного середовища від забруднення та шкідливого впливу фізичних факторів транспортних засобів для кожного типу пересувних джерел, що експлуатуються на території України, встановлюються нормативи вмісту

забруднюючих речовин у відпрацьованих газах та шкідливого впливу їх факторів. Ці нормативи розробляються з урахуванням наявності технічних рішень щодо зменшення утворення забруднюючих речовин, зниження рівня шкідливого впливу фізичних факторів, очищення відпрацьованих газів та економічної доцільності. Порядок розробки і затвердження цих нормативів встановлюється Міністерством охорони навколишнього природного середовища України і Міністерством охорони здоров'я України. Виробництво та експлуатація транспортних засобів, у яких вміст забруднюючих речовин у відпрацьованих газах перевищує нормативи або рівні шкідливого впливу фізичних факторів, забороняються.

Чинне законодавство України передбачає певні вимоги щодо охорони довкілля при ввезенні транспортних засобів на територію України. Так, з метою поліпшення екологічної ситуації в країні з 1 січня 1997 року дозволяється ввезення на митну територію України лише тих легкових автомобілів (код ТН ЗЕД 87.03), які обладнані пристроєм для нейтралізації ядучих фракцій випускних газів (каталізатором). З 1 січня 2003 року експлуатація легкових автомобілів, не обладнаних каталізатором, забороняється.

Відносно транспортних засобів, що перетинають пункти пропуску через державний кордон України, обов'язково здійснюється екологічний контроль за додержанням екологічних норм та правил транспортними засобами. Цей контроль проводиться безпосередньо на кордоні державними інспекторами з охорони навколишнього природного середовища Міністерства охорони природних ресурсів України.

Згідно з Правилами ввезення транспортних засобів на територію України [40] забороняється ввезення в Україну для постійного користування механічних транспортних засобів, які на момент ввезення були виготовлені п'ять і більше років тому.

Усі транспортні та інші пересувні засоби, що експлуатуються на території України, мають бути піддані державному контролю за додержанням екологічної безпеки транспортних засобів. Нині державний контроль у

забезпеченні додержання вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища на транспорті здійснюється радами та їх виконавчими і розпорядчими органами, Міністерством охорони навколишнього природного середовища України, його органами на місцях, органами місцевого самоврядування та іншими спеціально уповноваженими державними органами.

У разі порушення екологічного законодавства керівники транспортних організацій та власники транспортних засобів несуть юридичну відповідальність за додержання нормативів гранично допустимих викидів та скидів забруднюючих речовин і гранично допустимих рівнів фізичних впливів на навколишнє природне середовище, встановлених для відповідного типу транспорту, а також за інші порушення екологічних вимог на транспорті.

Встановлюється наступний порядок вирахування збору за забруднення навколишнього середовища:

- суми збору, що стягуються за викиди стаціонарними джерелами забруднення, за скидання й розміщення відходів, обчислюються платниками самостійно щокварталу наростаючим підсумком з початку року виходячи з фактичних обсягів викидів, нормативів збору й установлених по місцезнаходженню цих джерел коригувальних коефіцієнтів;

- суми збору, що стягуються за викиди пересувними джерелами забруднення, обчислюються платниками самостійно щокварталу наростаючим підсумком з початку року, виходячи з кількості фактично використаного пального і його виду, на підставі нормативів збору за ці викиди й певних по місцю податкової реєстрації платників коригувальних коефіцієнтів;

- суми збору, що стягуються за скидання у водні об'єкти, обчислюються платниками самостійно щокварталу наростаючим підсумком з початку року на підставі затверджених лімітів, виходячи з фактичних обсягів скидів, нормативів збору й певного по місцезнаходженню джерела забруднення коригувального коефіцієнта.

Значним забруднювачем довкілля є транспортна галузь, зокрема її рухомі засоби (автомобілі), що використовують як пальне різні види нафтопродуктів, а

також стаціонарні об'єкти матеріально-технічного забезпечення (склади паливо-мастильних матеріалів, заправні станції, станції технічного обслуговування, майстерні тощо). Значної шкоди довкіллю завдають відпрацьовані гази автомобілів, пально-мастильні матеріали, зливні води після миття автомобілів та їх агрегатів, пари різних шкідливих речовин, кислот, матеріалів, які використовуються в технологічних процесах ремонту автомобілів. Через великі обсяги використання пального автотранспорту забруднює навколишнє природне середовище токсичними компонентами: на рівні 25 відсотків - солями свинцю, на рівні 50 відсотків - оксидом вуглецю. У 24 великих містах України, зокрема в Києві, Харкові, Севастополі, Одесі, шкідливі викиди в атмосферне повітря наслідок роботи автотранспорту перевищують 50 відсотків загальної кількості.

Потужним забруднювачем довкілля в області є транспорт. Протягом останніх років викиди шкідливих речовин від транспорту склали 84 тис.т, щона 9% більше, ніж за попередні роки. Значна питома вага 89% (75 тис.т) викидів шкідливих речовин припадає на автотранспорт. Найбільша частка 77% (58 тис.т) викидів забруднюючих речовин припадає на автотранспорт, який працює на бензині. Від автомобілів, що використовують дизельне паливо, потрапило в атмосферу 11 тис.т, стиснений та зріджений газ – 6 тис.т.

Основними токсичними компонентами, якими забруднюється повітря області від автотранспорту, є оксид вуглецю – 58 тис.т або 77%, неметанові леткі органічні сполуки – 9 тис.т (11%), діоксин азоту – 7 тис.т (9%), крім того діоксин вуглецю – 833 тис.т. Обсяг викидів забруднюючих речовин від автотранспорту в цілому по області у розрахунку на душу населення становить 44,7 кг та щільність викидів у розрахунку на квадратний кілометр території – 2,8 т, тоді як по містах обласного підпорядкування ці показники значно більші.

3.5. Варіанти зменшення шкідливого впливу транспорту на екологічну ситуацію

Для поліпшення якості атмосферного повітря, запобігання і зменшення впливу на атмосферу забруднюючих речовин від автомобільного транспорту треба здійснити заходи щодо зниження до 2015 років порівняно з попередніми роками валового обсягу викидів від автотранспорту більше ніж на 40 відсотків, запобігти викидам свинцю. З цією метою плануються такі основні заходи: вдосконалення положень у системі законодавства, що стимулюють впровадження природоохоронних заходів; оснащення нових автомобілів ефективними системами і пристроями зниження викидів (каталітична нейтралізація, автомати пуску і прогрівання, системи уловлювання пари пального); збільшення парку автомобілів, які працюють на газоподібному паливі; припинення випуску і використання етилового бензину; виробництво пального та мастил, які зменшують негативний вплив двигунів внутрішнього згорання на навколишнє природне середовище; розробка та впровадження нових типів двигунів внутрішнього згорання з підвищеними економічними характеристиками; створення діагностичних комплексів для визначення технічного стану двигунів, вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах автомобілів; розробка нових видів екологічно чистого автотранспорту з використанням альтернативних джерел енергії; розроблення нормативів для будівництва та експлуатації доріг, спрямованих на зниження шкідливих викидів автотранспорту; розширення мережі автомобільних доріг з поліпшеним покриттям.

Для розв'язання екологічних проблем на автотранспорті необхідно: забезпечити жорсткіші екологічні нормативи щодо конструкції нових моделей автомобілів та двигунів; розробити та впровадити систему сертифікації автомобілів та двигунів на екологічну безпеку і контролю за їх відповідністю сертифікатам; створити систему сертифікації шляхових засобів та оснастити її необхідним випробувальним устаткуванням та приладами; розробити комплекс

типових прогресивних технологій та проектних рішень щодо будівництва та реконструкції в автопідприємствах споруд очищення використаної води; розробити комплекс технологій, методик та технічних засобів для оцінки екологічної безпеки автомобілів при їх експлуатації; розробити комплекс технологій і технічних засобів для оцінки та захисту довкілля від забруднення у виробничих зонах автопідприємств.

Екологічна безпека - такий стан навколишньогоприродного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічного стану та виникнення небезпеки для здоров'я людей. Екологічна безпека гарантується громадянам України здійсненням широкого комплексу взаємопов'язаних політичних, екологічних, технічних, організаційних, державно- правових та інших заходів.

Громадяни України зобов'язані виконувати й інші обов'язки у галузі охорони навколишнього природного середовища відповідно до законодавства України.

Екологічнабезпека – це складов аглобальної і національної безпеки, тобто такого стану розвитку суспільних відносин в галузі екології, при якому системою державно-правових, організаційних, науково-технічних, економічних та інших соціальних засобів забезпечується регулювання екологічно небезпечної діяльності, режим використання природних ресурсів, охорона природного навколишнього середовища, безпечного для життя та здоров'я людей, попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для природних систем та населення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Придбання нових автобусів понесе за собою великі грошові витрати, тому доцільно взяти автомобілі для роботи у лізинг, грошових коштів цілком вистачить для виплати оренди.

2. Заміна застарілих автобусів новими знизить концентрацію шкідливих відпрацьованих газів двигунів у атмосферу.

3. Комплексне удосконалення міських пасажирських перевезень позитивно вплине на працездатність населення, підвищить комфортність поїздки, зменшить витрати часу пасажирів на пересування як на окремому маршруті, так і на мережі.

4. Удосконалення управління транспортною маршрутною системою призведе до покращення роботи транспорту загального користування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. И.С. Ефремов Теория городских пассажирских перевозок / Ефремов И.С., В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – Москва.: Высшая школа, 1980. – 535 с.
2. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень: ДБН 360-92**. – [Чинний від 2002-043-19]. – Київ.: ДП «Укрархбудінформ», – 2002. – 92 с. – (Національний стандарт України).
3. Пассажирские автомобильные перевозки / [Афанасьев Л.Л., Воркут А. И., Дьяков А.Б. и др.]. – Москва.: Транспорт, 1986. – 220 с.
4. Касумов Ф.А. Исследование транспортно-планировочных факторов, определяющих затраты времени на передвижение: дисс. ... канд. техн. наук.: 05.21.02– Фарид Ахметович Касумов. – Л., 1973. – 165 с.
5. Пустовойтов Б.Н. Пути увеличения скоростей движения городского пассажирского транспорта и сокращение затрат времени населения на передвижение / Б.Н. Пустовойтов // Пути увеличения скоростей движения городского пассажирского транспорта и сокращение затрат времени населения на передвижение.: – Москва., 1972. – С. 4–6.
6. Симонян Д.Р. Пути увеличения скорости движения пассажирского транспорта с целью сокращения затрат времени населения на передвижение / Д.Р.Симонян // Совершенствование технико-эксплуатационных показателей в автомобильном транспорте. – Ереван: Айастан, 1974. – С. 15–23.
7. Кудрявцев О.К. Расселение и планировочная структура крупных городов-агломераций / Кудрявцев О.К. – Москва.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
8. Арак А. Социально-экономическая эффективность пассажирских перевозок / А. Арак – Таллинн: Ээсти раамат, 1982. – 198 с.
9. Гюлев Н.У. К определению снижения производительности труда пассажиров после их поездки на городском пассажирском транспорте / Н.У. Гюлев, В.К. Доля, В.М. Бережной // Городской автотранспорт в новых условиях. – Пенза, 1990. – С. 33–35.

10. Зильберталь А.Х. Трамвайное хозяйство / Зильберталь А.Х. – Москва. – Л.: Гострансиздат, 1932. – 304 с.

11. Давидич Ю.А. Разработка мероприятий по сокращению времени ожидания пассажирами городских маршрутных автобусов: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10 – Давидич Юрий Александрович. – Харьков, 1993. – 180 с.

12. Артынов А.П. Формализация некоторых методов диспетчерского управления городского пассажирского транспорта / А.П. Артынов, Л.А. Воронов, Е.И. Скалецкая, В.В. Скалецкий // Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт). – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 3-14.

13. Ахундов Р.М. Исследование путей совершенствования перевозок пассажиров автобусами в системе «Город-пригород»: автореф. дисс. На соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.10 / Р.М. Ахундов. – М., 1978. – 168 с.

14. Васильченко А.И. Об оптимизации основных параметров работы городского пассажирского транспорта / А.И. Васильченко, В.В. Толкач // Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт). – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 38–44.

15. Воловиков Г.А. Основные задачи математического обеспечения алгоритма поиска оптимального расписания движения городского пассажирского транспорта / Г.А. Воловиков, А.С. Орлов // Моделирование процессов управления транспортными системами. – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 153–156.

16. Левченко Л.В. Разработка комплекса математических моделей и алгоритмов эффективного управления городским общественным транспортом: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.13.06 / Л.В. Левченко. – Харьков, 1981. – 135 с.

17. Павленко Г.П. Автоматизированные системы диспетчерского управления движением городского транспорта / Павленко Г.П., Половников В.С., Лопатин А.П. – М.: Транспорт, 1979. – 207 с.

18. Раскин Е.М. Экономико-математическая модель определения структуры ресурса подвижного состава на маршрутах ПАТП / Е.М. Раскин, П.Б. Хейфец // Моделирование процессов управления транспортными системами. - Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 79–82.

19. Ефанова Л.М. К вопросу о рациональном выборе моментов времени начала кругорейсов на маршруте / Л.М. Ефанова, В.С. Половников, Е.М. Раскин // Вопросы проектирования автоматизированных систем управления транспортом. – Омск: Западно–сибирское книжное изд–во. Омское отделение, 1976. – Вып.2. – С. 133–124.

20. Кривошеенко Ю.В. Организация оперативного управления движением городских автобусов с учетом закономерностей прибытия пассажиров на остановочные пункты: дисс. ... канд. техн. наук: спец. 05.22.10 / Кривошеенко Юрий Васильевич. – М.: МАДИ, 1982. – 167 с.

21. Артынов А.П. Моделирование пассажирских перевозок на городском транспорте в пиковые периоды / А.П. Артынов, О.В. Зенкин. – Владивосток, 1985. – 40 с. (Препр. / ИАПУ ДВНЦ АН СССР; №19 (148)).

22. Артынов А.П. О некоторых критериях оптимального функционирования систем городского пассажирского транспорта / А.П. Артынов // Управление и информация. – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР. – 1974. – Вып.13. – С. 63–74.

23. Кальней Г.И. Один подход к расчету интервала движения подвижного состава на маршруте / Г.И. Кальней // Автоматизированные системы управления и технические средства. Омск: Западно-сибирское книжное издательство. Омское отделение. – 1973. – Вып.1. – С. 136–139.

24. Антошвили М.Е. Оптимизация городских автобусных перевозок / Антошвили М.Е., Либерман С.Ю., Спиринов И.В. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.

25. Антошвили М.Е. Исследование некоторых вопросов организации перевозок пассажиров автобусами в городах: дисс. ... канд. техн. наук: спец. 05.22.10 / Михаил Евгеньевич Антошвили. – М.: МАДИ, 1973. – 159 с.
26. 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.
27. Фишельсон М.С. Критерии оценки качественного уровня работы городского пассажирского транспорта / Фишельсон М.С. – Л.: ЛДНТП, 1979. – 27 с.
28. Блинкин М.Я. Модифицированная схема Зильберталя: построение, анализ, применение / М.Я. Блинкин, Г.А. Гуревич // Совершенствование перевозок пассажиров автомобильным транспортом. – М.: НИИАТ, 1981. – Вып.5. – С. 16–32.
29. Блинкин М.Я. Количественная оценка повышения регулярности движения на городских маршрутах / М.Я. Блинкин, С.Х. Хапов // Пассажирские перевозки автомобильным транспортом. Сер.3. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. – 1982. - Вып.7. – С. 13–16.
30. Блинкин М.Я. Оценка типовых мероприятий по текущему планированию и оперативному управлению автобусными перевозками / М.Я. Блинкин, Г.А. Гуревич, А.А. Михайлов // Пассажирские перевозки автомобильным транспортом. Сер.3. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. – 1982. – Вып.1. – С. 9–18.
31. Girard J. Les études sur l'irrégularité des lignes d'autobus / J. Girard, E. Heurgon, N. Cornet, J.-L. Doras // Transport, environnement, circulation. – 1983. – №56. – P. 16–22.
32. Powel W. A probabilistic model of bus route performance / W. Powel, Y. Sheffi // Transportation science. – 1983, 17, №4. – P. 376–404.
33. Пассажирские автомобильные перевозки / [Гудков В.А., Миротин Л.Б., Вельможин А.В., Ширяев С.А.]. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2004. – 448 с.

34. Joliff J. A behavioral explanation of the associations between bus and passenger arrivals a bus – stop / J. Joliff, T. Hutchinson // Transportation research. – 1975. – Vol.9, №3. – P. 218–282.

35. Щетина В.Л. Пути повышения качества обслуживания пассажиров на городском транспорте / В.Л. Щетина // Городской пассажирский транспорт. – Л.: Наука, 1988. – С. 64–70.

36. Блатнов М.Д. Пассажирские автомобильные перевозки / Блатнов М.Д. – М.: Транспорт, 1981. – 222 с.

37. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / Спирин И.В. – М.: Академия, 2003. – 400 с.

38. Крамаренко И.Г. Рекомендации по планированию перевозок пассажиров автобусами в городе / И.Г. Крамаренко, С.Л. Голованенко – Харьков: НТО Автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, 1982. – 43 с.

39. Шлиппе И.И. Исследование закономерностей распределения пассажиропотоков на внутригородских автобусных маршрутах: дисс. ... канд. экон. наук: спец. 08.00.05 / Шлиппе Ирина Игоревна. – М.: МАДИ, 1977. – 220 с.

40. Султанов Ф.Ю. Вопросы организации работы общественного пассажирского транспорта в городах с применением математических методов и ЭВМ: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: 05.22.10 / Ф.Ю. Султанов. – Киев, 1971. – 20 с.

41. Кравченко Е.А. Пути улучшения обслуживания пассажиров в часы пик / Е.А. Кравченко // Экспресс–информация ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. Сер. пассажирские перевозки автомобильным транспортом. – М., 1976. – 36 с.

42. Балоян Г.Г. Организация работы городского пассажирского транспорта с учетом суточной неравномерности перевозок / Г.Г. Балоян, А.А. Михайлов, Г.В. Тхайцукова // Пассажирские перевозки автомобильным транспортом. Сер.3. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. – 1982. – Вып.1. – С. 1–8.

43. Крылов Б. Решение проблемы часов пик в городских автобусных перевозках / Б. Крылов, В. Серегин // Автомобильный транспорт. – 1962. – №8. – С. 11–14.

44. Огай В.С. Модели анализа пассажиропотоков на маршрутах городского пассажирского транспорта: автореф. дисс. на соискание уч. Степени канд. техн. наук: спец. 05.13.01 / В.С. Огай. – Томск, 1978. – 168 с.

45. Организация перевозок пассажиров автомобильным транспортом / [Голованенко С.Л., Крамаренко И.Г., Перфильев В.В., Сословский В.Г.]. – Киев: Техника, 1981. – 167 с.

46. Юдин В.А. Городской транспорт / В.А. Юдин, Д.С. Самойлов. – М: Стройиздат, 1975. – 287 с.

47. Таранов А.Т. Перевозки пассажиров автомобильным транспортом / Таранов А.Т. – М.: Транспорт, 1972. – 316 с.

48. Организация перевозок пассажирским автомобильным транспортом / [Штанов В.Ф., Подберезкин Г.А., Ищенко В.А., Чумаченко А.И.]. – К.: Техника, 1988. – 94 с.

49. Дуднев Д.И. Организация перевозок пассажиров автомобильным транспортом / Дуднев Д.И., Климова М.И., Менн А.А. – М.: Транспорт, 1974. – 296 с.

50. Рогова Г.А. Моделирование выбора путей передвижения пассажиров в транспортных системах городов: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.02 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / Г.А. Рогова. – М.: АКХ им. К.Д. Панфилова, 1987. – 19 с.

51. Джаваршейшвили Т.М. Опыт разработки и перспективы развития Тбилисской пассажирской транспортной системы / Джаваршейшвили Т.М., Цомая Г.Г., Цулукидзе Т.В. – Тбилиси: О.И. Груз. НИИТИ, 1982. – 36 с.

52. Коцюк А.Я. Совершенствование автобусных маршрутных систем в крупных и крупнейших городах: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.01 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / А.Я. Коцюк. – Киев, 1990, 20 с.

53. Отдельнова Е.Е. Совершенствование маршрутной транспортной системы крупных городов / Е.Е. Отдельнова // Вопросы организации работы и развития городского пассажирского транспорта. – М.: ИКП при Госплане СССР. – 1973. – Вып.41. – С. 141–152.

54. 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. 05.22.10 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / В.К. Доля. – М., 1993. – 42 с.

55. Вдовиченко В.О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.01 “Транспортные системы” / В.О. Вдовиченко. – К.: НТУ, 2004. – 20 с.

56. Вейцман В.М. Разработка рациональных схем городских автобусных маршрутов: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.10 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / В.М. Вейцман. – М., 1987. – 20 с.

57. Спирин И.В. Прогрессивные методы транспортного обслуживания в больших городах / И.В. Спирин, С.Ю. Либерман // Обзорная информация «Проблемы больших городов». – М.: ГОСИНТИ, 1981. – Вып.2. – 26 с.

58. Бандзеладзе Г.В. Оценка комфортности систем общественного транспорта (обзор) / Бандзеладзе Г.В. – М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1974. – 44 с.

59. Менн А.А. Пути улучшения перевозок пассажиров городским автобусным транспортом в часы пик / А.А. Менн // Обзорная информация ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. Сер. пассажирские перевозки автомобильным транспортом. – М. 1977. – 60 с.

60. Токарев А.А. Факторы, влияющие на эффективность работы городских автобусов / А.А. Токарев, Э.И. Наркевич // Комплексное развитие автомобильного транспорта крупных городов на примере г. Москвы. – М., 1981. – С. 110–111.

61. Гончаренко В. Определение оптимальной плотности маршрутной сети и подвижного состава на маршрутах в малых городах / В. Гончаренко // Автомобильный транспорт. – 1973. – №10. – С. 18–19.

62. Сарычев А.В. Выбор вместимости автобуса для внутригородских маршрутных перевозок / А.В. Сарычев // Совершенствование перевозок пассажиров автомобильным транспортом. – М.: НИИАТ, 1979. – С. 63–73.

63. Эткин Д.М. Об определении рациональных областей применения городских автобусов / Д.М. Эткин // Автомобильный транспорт. – 1966. – №4. – С. 10–12.

64. Эткин Д.М. Об оптимизации состава автобусного парка для перевозки пассажиров в городах / Д.М. Эткин, Н.А. Кучерова // Комплексное развитие автомобильного транспорта крупных городов на примере г. Москвы. – М., 1981. – С. 85–86.

65. Гольдштейн А. Выбор автобусов для городских маршрутов / А. Гольдштейн // Автомобильный транспорт Казахстана. – 1963. – №10. – С. 31–32.

66. Кадырходжаева М.А. Моделирование процесса внутригородских пассажирских перевозок и выбор оптимальных транспортных средств: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 08.00.13 / М.А. Кадырходжаева. – Ташкент: Ташкентский ин-т нар. хоз-ва, 1987. – 160 с.

67. Корабельников В.З. Расчет количества и выбор марки автобуса по результатам неполного обследования маршрутов / В.З. Корабельников // Пассажирские перевозки автомобильным транспортом. Сер.3. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. – 1982. – Вып.9. – С. 14–18.

68. Кочура С.Н. Перспективный выбор экономически оптимального подвижного состава для крупного города с учетом распределения по маршрутам / С.Н. Кочура, В.И. Попченко // (Препр. / АН СССР. Ин-т кибернетики; 74–31). – К., 1974. – 36 с.

69. Давидич Ю.А. Об одной математической модели определения оптимального количества автобусов на городских маршрутах / Ю.А. Давидич,

В.К. Доля, Н.А. Нефедов, И.Д. Серых. – К., 1987. – 4с. – Деп. в УкрНИИНТИ 27.01.87, №498 – Ук87.

70. Антошвили М.Е. Определение необходимого количества подвижного состава для работы на городских автобусных маршрутах / М.Е. Антошвили, И.В. Спирин // Научно–технический реферативный сборник, №10. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1975. – 15 с.

71. Яровой А. Методика распределения автобусов по маршрутам перевозок при помощи математических методов программирования / А. Яровой, В. Мандрица, С. Калдыбаев // Автомобильный транспорт Казахстана. – 1967. – №12. – С. 5–8.

72. Спирин И.В. Распределение подвижного состава по городским автобусным маршрутам / И.В. Спирин // Экспресс–информация ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. Сер. пассажирские автомобильные перевозки. – М., 1976. – 38 с.

73. Воронин А.В. Выбор маршрутов-кандидатов для перераспределения подвижного состава между маршрутами с использованием ПП ЭВМ / А.В. Воронин, В.К. Доля // Повышение эффективности транспортного комплекса. – Омск: СибАДИ, 1989. – С. 114–115.

74. Спирин И.В. Исследование вопросов выбора и распределения подвижного состава для работы на городских автобусных маршрутах: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.22.10 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / И.В. Спирин. – М.: НИИАТ, 1979. – 175 с.

75. Управление пассажирским автотранспортом / [Рева В.М., Лигум Ю.С., Вайншток М.А., Ситников В.Е.]. – Киев: Техника, 1985. – 167 с.

76. Спирин И.В. Некоторые вопросы резервирования подвижного состава на городском автобусном транспорте / И.В. Спирин // Повышение эффективности эксплуатации городского транспорта и качества дорожных работ. – М.: НИИАТ, 1979. – С. 23–28.

77. Володин Е.П. Организация и планирование перевозок автомобильным транспортом / Е.П. Володин, Н.И. Громов. – М.: Транспорт, 1982. – 224 с.

78. Либерман С.Ю. Исследование и разработка методов рациональной организации движения автобусов на городских маршрутах: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.10 / С.Ю. Либерман. – М.: МАДИ, 1978. – 180 с.

79. Серегин В.И. Составление расписаний движения городских автобусов / Серегин В.И. – М.: Автотрансиздат, 1962 – 60 с.

80. Ротарь В.Г. Вопросы разработки моделей и алгоритмов оптимизации планов движения на маршрутах городского пассажирского транспорта: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.13.01 / В.Г. Ротарь. – Томск: Томский политех. ин–т им. С.М. Кирова, 1978. – 205 с.

81. Томилин А.И. Организация движения трамвая и троллейбуса / Томилин А.И. – М.: Издательство литературы по строительству, 1969. – 240 с.

82. Варелопуло Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Варелопуло Г.А. – М.: Транспорт, 1990. – 208 с.

83. Кулиев Т.Д. Повышение эффективности системы обеспечения регулярности и точности движения автобусов на городских маршрутах: дисс. ... канд. техн. наук. / Кулиев Т.Д. – М., 1986. – 162 с.

84. Блинкин М.Я. Выполнение расписания движения автобусов и сложность маршрута / М.Я. Блинкин, П.Б. Хейфец // Пассажирские перевозки автомобильным транспортом. Сер.3. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1982. – Вып.12. – С. 1–9.

85. Гуревич Г.А. Диалоговая процедура составления маршрутных расписаний с помощью микро–ЭВМ / Г.А. Гуревич, Ю.М. Рапопорт // Совершенствование организации и управления перевозочным процессом на пассажирском автомобильном транспорте. – М.: НИИАТ, 1988. – С. 91–99.

86. Логинов В.Н. Выбор рационального варианта организации скоростного движения автобусов на городском маршруте / В.Н. Логинов, М.В. Хрущев // Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт). – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 142–151.

87. Артемов С.П. Перевозки пассажиров автомобильным пассажирским транспортом / С.П. Артемов, М.Д. Блатнов. – М.: Транспорт, 1970. – 248 с.
88. Мун Э.Е. Организация перевозок пассажиров маршрутными такси / Э.Е. Мун, А.Д. Рубец. – М.: Транспорт, 1986. – 136 с.
89. Малышев А.И. Совершенствование планирования и организации автомобильных перевозок / Малышев А.И. – М.: Транспорт, 1965. – 165 с.
90. Таранов А.Т. Пути развития перевозок пассажирским автомобильным транспортом / Таранов А.Т. – М.: Автотранс. издат., 1980. – 86 с.
91. Лигум Ю.С. Автоматизированные системы управления технологическими процессами пассажирского автомобильного транспорта / Лигум Ю.С. – К.: Техника, 1989. – 240 с.
92. Павленко Г.П. Автоматизированные системы диспетчерского управления движением городского транспорта / Павленко Г.П., Половников В.С., Лопатин А.П. – М.: Транспорт, 1979. – 207 с.
93. Методические указания по проектированию сетей общественного транспорта, улиц и дорог. Госкомитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР. ЦНИИП градостроительства. – М. 1968. Вып. 1.
94. Васильченко А.И. Об оптимизации основных параметров работы городского пассажирского транспорта / А.И. Васильченко, В.В. Толкач // Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт). – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 38-44.
95. Аникст М.Т. Моделирование работы городского пассажирского транспорта / М.Т. Аникст, А.П. Артынов, В.В. Скалецкий // Управление и информация. - Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР. – 1974. – Вып.13. – С. 84–94.
96. Шульга Ю.Н. Объемные стохастические сети и их приложения к моделированию транспортных процессов / Шульга Ю.Н. – К.: 1986. – 37 с. (Препр. / АН УССР; 86–10.).

97. Сурков Ф.А. Об имитационной математической модели транспортного маршрута / Ф.А. Сурков, В.В. Новиков // Моделирование процессов управления транспортными системами. – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 111–112.

98. William C. Jordan Tuphquist. Zone scheduling of bus routes to improve service reliability / William C. Jordan, A. Mark // Transportation science. – 1979. – Vol.13, №3. – P. 242–267.

99. Шульга Ю.Н. Определение количества подвижного состава для маршрутов городского пассажирского транспорта / Ю.Н. Шульга, В.В. Овчаренко // Экономика и математические методы. – 1971. – Вып.3. – Т.7. – С. 72–77.

100. Артынов А.П. Имитация движения поездов на сети городского пассажирского транспорта / А.П. Артынов, А.И. Васильченко, В.В. Скалецкий // Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт). – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 106–114.

101. Балясникова Р.М. О выборе параметров диспетчерского управления городским пассажирским транспортом / Р.М. Балясникова // Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт). – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 50–56.

102. Раскин Е.М. Аналитическая модель времени ожидания на маршрутизированном транспорте / Е.М. Раскин // Вопросы проектирования автоматизированных систем управления транспортом. – Омск: Западно-сибирское книжное издательство. Омское отделение, 1976. – Вып.2 – С. 90–96.

103. Бурковский В.Л. Моделирование и анализ схем организации движения городского пассажирского транспорта: дисс. ... канд. техн. наук: спец. 05.22.10 / Виктор Леонидович Бурковский. – Томск, 1976. – 161 с.

104. Насретдинов К.Б. Экономико-математические модели планирования и организации работы пассажирского транспорта в городах / Насретдинов К.Б. – Ташкент: Фан, 1987. – 108 с.

105. Аникст М.Т. Моделирование и оптимизация работы пассажирского транспорта на маршрутной сети города / М.Т. Аникст, А.В. Пупычев // Экономико-математические методы планирования и управления в системе городского хозяйства. – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 43–61.

106. Платонов Г.А. Постановка задачи оптимизации и моделирования работы городского транспорта в часы пик / Г.А. Платонов, М.А. Файнберг // Моделирование процессов управления транспортными системами. – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 137–139.

107. Powel W. A probabilistic model of bus route performance / W. Powel, Y. Sheffi // Transportation science. – 1983, 17, №4. – P. 376–404.

108. Воркут А.И. Моделирование процессов накопления грузов и пассажиров в транспортных системах / Воркут А.И. – Киев: Знание, 1977. – 24 с.

109. Рубец А.Д. Исследование на ЭВМ движения автобуса по маршруту в условиях применения средств связи и АСДУ / А.Д. Рубец // Системы управления автомобильным транспортом. – М.: НИИАТ, 1978. – Вып.2. – С. 70–80.

110. Половников В.С., Ольховский С.Ю. Определение среднего времени ожидания пассажира / В.С. Половников // Вопросы проектирования автоматизированных систем управления транспортом. – Омск: Западно-сибирское книжное издательство. Омское отделение. – 1976. – Вып.2.– С. 82–89.

111. Аникст М.Т. Исследование задачи оптимального выбора параметров расписания для одиночного маршрута городского пассажирского транспорта / М.Т. Аникст, А.В. Пупычев // Методы оптимального планирования и

управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт). – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 66–85.

112. Кальней Г.И. Некоторые вопросы оптимального функционирования городского пассажирского транспорта / Г.И. Кальней // Автоматизированные системы управления и технические средства. – Омск: Западно-сибирское книжное издательство. Омское отделение, 1973. – Вып.1. – С. 130–135.

113. Амирова Л.И. Определение эффективности функционирования городского пассажирского транспорта методами имитационного моделирования / Л.И. Амирова, А.П. Артынов, А.П. Васильченко // Экономико-математические методы планирования и управления в системе городского хозяйства. - Владивосток_“___“К_Д: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 37–42.
159

114. Шабалин Б.А. Обеспечение надежности исполнения заданного расписанием режима движения автобусов городских маршрутов: дисс. ... канд. техн. наук. / Шабалин Б.А. – М., 1984. – 134 с.

115. Артынов А.П. Автоматизация процессов планирования и управления транспортными системами / А.П. Артынов, В.В. Скалецкий. – М.: Наука, 1981. – 280 с.

116. Foti G. Un modello stocastico dell'irregolarita nelle reti di transport pubblico urbano / G. Foti, E. Morello, F. Piglione // Atti dell giornate di lavoro. – 1983, 26-28 set. – P. 349–365.

117. Артынов А.П. Имитационная модель функционирования городского пассажирского транспорта / А.П. Артынов, В.В. Скалецкий, В.В. Толкач // Управление и информация. – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР. – 1974. – Вып.13. – С. 95–101.

118. Лопатин А.П. Задача построения идеального плана удовлетворения потребности городского населения в передвижениях / А.П. Лопатин, В.В. Домбровский, Г.А. Нудельман, В.Г. Черныш // Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт). – Владивосток: ИАПУ ДВНЦАН СССР, 1976. – С. 86–96.

119. Федюнин Ю.П. Моделирование процесса движения городского маршрутизированного транспорта с применением аналоговых вычислительных машин / Ю.П. Федюнин, К.А. Груличко // Моделирование процессов управления транспортными системами. – Владивосток: ИАПУ ДНВЦ АН СССР, 1977. – С. 142–144.

120. Gurta A. Simulation model for optimal frequency of buses on a route a case study / A. Gurta, P. Vrat // Scientific management of transport systems. – 1981. – P. 225-234.

121. Грачев В.А. Выбор оптимального числа контрольных пунктов на маршруте / В.А. Грачев, В.С. Половников, А.П. Лопатин, С.В. Брновицкая // Применение математических методов в экономических исследованиях и планировании. Труды семинараю. – Киев: Институт кибернетики АН СССР, 1969. – Вып.3. – С. 72–78.

122. Lesley L.J.S. The role of timetable in maintaining bus service reliability / L.J.S. Lesley // Proceedings symposium on operating public transport. University of Newcastle upon Tyne. – 1975. – P. 87–93.

123. Aziz G. Bus travel – time model / G. Aziz // M.A.Sc. thesis. University of Toronto, Canada. – 1977. – P. 54–59.

124. Anderson P. A matematical model of an urban bus route / P. Anderson, G. Scalia-Tomba // Transportation research. – 1981. – 15B. – P. 249–266.

125. Артынов А.П. Имитация процессов функционирования городского пассажирского транспорта на маршрутной сети / А.П. Артынов, А.И. Васильченко // Моделирование процессов управления транспортными системами. – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 83–84.

126. Хизриев А.С. Математическая модель заполняемости маршрутных автобусов / А.С. Хизриев, В.М. Еремин // Программное обеспечение автомобильных перевозок и безопасности дорожного движения. – М.: МАДИ, 1989. – С. 48–51.

127. Воронков С.А. Метод определения эксплуатационных нормативов

движения маршрутных автобусов в крупных городах: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. / Воронков С.А. – М.: НИИАТ, 1990. – 20 с.

128. Сидоров Е.А. Экономическая и социальная эффективность использования автобусов большой вместимости при организации транспортного обслуживания населения в городах: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. / Сидоров Е.А. – М., 1989. – 17 с.

129. Кравченко Е.А. Исследование скоростей движения автобусов на городских и пригородных маршрутах: автореф. дисс. на соискание уч. Степени канд. техн. наук: спец. 05.22.11. / Е.А. Кравченко. – М., 1974. – 211 с.

130. Дубова С.В. Метод расчета маршрутной сети городского пассажирского транспорта с учетом автоматизированного управления: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: 05.22.10 / С.В. Дубова. – К., 1989. – 23 с.

131. Маджарски Е.М. Влияние на натовернането на автобусите и разстоянието между спирките вверху съобщителната скорост при градския аетобусен транспорт / Е.М. Маджарски, И.К. Пенков, В.У. Цонев // Известия. – 1983. – 38, №4. – Р. 33–37.

132. Машина Н.И. Моделирование пассажиропотоков города с использованием объемных стохастических сетей: дисс. на соискание науч. степени канд. техн. наук: 08.00.13 / Нонна Ивановна Машина. – Донецк, Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова, 1989. – 127 с.

133. Черных В.Г. Аналитическое моделирование процесса обслуживания пассажиров на отдельном маршруте городского пассажирского транспорта / В.Г. Черных // Экономико-математические методы планирования и управления в системе городского хозяйства. - Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 108-120.

134. Кравченко Е.А. Резервы повышения скоростей движения автобусов на городских и пригородных маршрутах / Е.А. Кравченко // Пути увеличения

скоростей движения городского пассажирского транспорта и сокращение затрат времени на передвижение. – М., 1972. – С. 10–13.

135. Boyd Colin W. Notes on the theoretical dynamics of intermittent public transportation systems / W. Boyd Colin // *Transportation research*. – 1983. – А–17, №5. – Р. 347–354.

136. Cundil M. Buss boarding and alighting times / M. Cundil, P. Watts // *Transport and road research laboratory report*. – 1973, lr 521.

137. Hendrickson C.T. Travel time and volume relationships in scheduled, fixed-route public transportation / C.T. Hendrickson // *Transportation research*. – 1981. – 15А. – Р. 173–182.

138. Калугина Н.Н. Пассажиروобмен на городских автобусах / Н.Н. Калугина // *Пассажирские перевозки автомобильным транспортом. Сер.3*. – М.: ЦБНТИМинавтотранса РСФСР, 1982. – Вып.8. – С. 7–15.

139. Калугина Н.Н. Исследование пассажируобмена на городских автобусах / Н.Н. Калугина, А.А. Михайлов // *Совершенствование перевозок пассажиров автомобильным транспортом*. – М.: НИИАТ, 1981. – С. 100–107.

140. Эткин Д.М. О влиянии некоторых конструктивных параметров городских автобусов на время их простоя на остановках / Д.М. Эткин, А.С. Резников // *Сборник трудов НАМИ*. – 1978. – Вып.166. – С. 28–32.

141. Осепчугов В.В. Методика выбора конструктивных схем автобусов / В.В. Осепчугов, А.В. Чанков // *Автомобильная промышленность*. – 1973. – №11. – С. 15–21.

142. Васильченко А.И. Моделирование посадки и высадки пассажиров на городском транспорте / А.И. Васильченко // *Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт)*. – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 132–142.

143. Брайловский Н.О. Управление движением транспортных средств / Н.О. Брайловский, Б.И. Грановский. – М.: Транспорт, 1975. – 112 с.

144. Беляев В.М. Терминальные системы перевозки грузов автомобильным транспортом / Беляев В.М. – М.: Транспорт, 1987. – 287 с.

145. Системологія на транспорті: Підручник: У 5кн./ заг. ред. М.Ф. Дмитриченко. – К. : Знання України, 2005 – Кн.1: Основи теорії систем і управління / [Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін.] – 344 с.
146. Галушко В.Г. Вероятностно–статистические методы на автотранспорте / Галушко В.Г. – Киев: Вища школа, 1976. – 232 с.
147. Теория подобия и размерностей. Моделирование / [Алабужев П.М., Геронимус В.В., Минкевич Л.М., Шеховцов Б.А.]. – М.: Высшая школа, 1968.– 205 с
148. Давідч Ю.О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водія / Давідч Ю.О. – Харків: ХНАДУ, 2006. – 292 с.
149. Бортницький П.И. Тягово-скоростные качества автомобилей / П.И. Бортницький, В.И. Задорожный. – Киев: Вища школа, 1978. – 176 с.
150. Фолькевич Б.С. Теория автомобиля / Фолькевич Б.С. – М.: Высшая школа, 1963. – 239 с.
151. Гримкевич А.И. Автомобили: Теория / Гримкевич А.И. – Минск: Вища школа, 1986. – 208 с.
152. Говорущенко Н.Я. Основы теории эксплуатации автомобилей / Говорущенко Н.Я. – Киев: Вища школа, 1977. – 232 с.
153. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки / Воркут А.И. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
154. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения / Бабков В.Ф. – М.: Транспорт, 1982. – 288 с.
155. Безрук М.Н. Влияние технического состояния автомобилей на безопасность движения / М.Н. Безрук, П.У. Жариков, А.А. Васильчук // Автомобильный транспорт. – К.: Техника, 1990. – №27. – С. 18–20.
156. Давідч Ю.О. Теоретичні основи ергономічного забезпечення автотранспортних технологічних процесів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.22.01 “Транспортні системи”, 05.01.04 “Ергономіка” / Ю.О. Давідч. – Харків, 2007. – 39 с.

157. Крохин М.Н. Оптимальная длительность работы и отдыха локомотивной бригады. Какой ей быть? [Электронный ресурс] / М.Н. Крохин, А.Б. Кирпичников – Режим доступа к ст.: <http://www.edv.ru>.
158. Френкель А.А. Многофакторные корреляционные модели производительности труда / Френкель А.А. – М.: Экономика, 1966. – 96 с..
159. Кавалев А.Г. Психология: Учебное пособие / Кавалева А.Г. – М.: Просвещение, 1966. – 452 с.
160. Атлас для экспериментального исследования отклонения в психологической деятельности человека. – К.: Здоровье, 1980. – 91 с.
161. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений / Митропольский А.К. – М.: Наука, 1971. – 576 с.
162. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта / Р.С. Гутер, Б.В. Овчинский. – М.: Наука, 1970. – 432 с.
163. Дрейнер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейнер, Г. Смит. – М.: Статистика, 1973. – 392 с.
164. Завадский Ю.В. Планирование эксперимента в задачах автомобильного транспорта / Завадский Ю.В. – М.: МАДИ, 1978. – 156 с.
165. Хартман К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / Хартман К. – М.: Мир, 1977. – 552 с.
166. Афифи А. Статистический анализ: подход с использованием ЭВМ / А. Афифи, С. Эйзен. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
167. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / Вознесенский В.А. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 264 с.
168. Налимов В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов / В.В. Налимов, Н.А. Чернова. – М.: Наука, 1965. – 340 с.
169. Завадский Ю.В. Решение задач автомобильного транспорта и дорожно-строительных машин с помощью регрессионного анализа / Завадский Ю.В. – М.: МАДИ, 1981. – 11 с.
170. Зайченко Ю.П. Исследование операций / Ю.П. Зайченко, С.А. Шумилова. – К.: Вища школа, 1984. – 267 с.