Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Удосконалення організації пасажирських перевезень автобусами товариства з обмеженою відповідальністю «Жмеринське АТП – 10512» шляхом моделювання транспортно-технологічних процесів»

Виконав: здобувач 2-го курсу, групи 1ТТ-24м
спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті
_____Білодід В.М.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ
_____Борисюк Д.В.
«_1_» ____12____ 2025 р.

Опонент: д.т.н., професор каф. ГМ
_____Сивак Р.І.
«_9_» ____12____ 2025 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри АТМ
_____к.т.н., доц. Цимбал С.В.
«_19_» ____12____ 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

вень вищої освіти ІІ-й (магістерський)
лузь знань 27 – Транспорт
еціальність 275 – Транспортні технології (за видами)
еціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
вітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Цимбал С.В.
_____
«25» 09 **2025 року**

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Білодіду Вадиму Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Удосконалення організації пасажирських перевезень автобусами вариства з обмеженою відповідальністю «Жмеринське АТП – 10512» шляхом оделювання транспортно-технологічних процесів,
рівник роботи Борисюк Дмитро Вікторович, к.т.н., доцент,
гверджені наказом ВНТУ від «24» вересня 2025 року № 313.

Строк подання здобувачем роботи: 30.11.2025 р.

Вихідні дані до роботи: Вимоги до експлуатації автотранспортних засобів ючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників томобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район сплуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – рухомий склад вариства з обмеженою відповідальністю «Жмеринське АТП – 10512»; об'єкт слідження – скдадові системи організації пасахирських автомобільних перевезень; хибка прогнозування досліджуваних показників – не більше 10%.

Зміст текстової частини:
1. Актуальність розробки методу організації транспортного обслуговування під час здійснення асажирських автомобільних перевезень рухомим складом ТОВ "Жмеринське АТП-10512"
2. Систематизація структури вимірювачів у багаторівневій системі при організації пасажирських втомобільних перевезень
3. Розробка аналітичних інструментів методу організації транспортного обслуговування під час ійснення пасажирських автомобільних перевезень
4. Організація транспортного обслуговування під час здійснення пасажирських автомобільних еревезень

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1-2 Тема, мета та завдання дослідження
3 Загальні відомості про ТОВ "Жмеринське АТП-10512"
4 Алгоритм оцінки та вдосконалення якості транспортного обслуговування
5 Показники результативності надання транспортної послуги
6 Декомпозиція системи показників якості транспорту загального користування
7 Система показників якості транспортних послуг з погляду споживача
8 Організаційні «моделі» транспортного обслуговування населення при взаємодії державних стру приватними перевізниками
9 Укрупнена схема показників якості транспортного обслуговування у багаторівневій систем організації пасажирських перевезень
10-11 Модель структури показників якості транспортного обслуговування відповідно до регламе документів у табличній формі
12 Математична модель структури показників якості
13 Алгоритм оцінки ефективності методу організації транспортного обслуговування населення
14-15 Вихідні дані для проведення обчислювального експерименту з оцінки ефективності сп організації транспортного обслуговування населення
16 Оцінка ефективності способу транспортного обслуговування населення
17 Висновки

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прий
Розв'язання основної задачі	Борисюк Д.В., доцент кафедри АТМ	25.09.25	30.1
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ	17.11.25	24.1

7. Дата видачі завдання « 25 » вересня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	25.09-29.09.2025	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	30.09-20.10.2025	
3	Обґрунтування методів досліджень	30.09-20.10.2025	
4	Розв'язання поставлених задач	21.10-10.11.2025	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	11.11-16.11.2025	
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	17.11-24.11.2025	
7	Нормоконтроль МКР	25.11-30.11.2025	
8	Попередній захист МКР	01.12-04.12.2025	
9	Рецензування МКР	05.12-09.12.2025	
10	Захист МКР	15.12.2025-17.12.2025	

Здобувач _____ (підпис) Білодід В.М.

Керівник роботи _____ (підпис) Борисюк Д.В.

УДК 656.072

Білодід В.М. Удосконален
вариства з обмеженою відп
ділювання транспортно-те
бота зі спеціальності 275 – Т
Транспортні технології (
анспортні технології на ав
На укр. мові. Бібліогр.:
У вступі наведено
рактеристика роботи, її но
У першому розділі на
512" та актуальність роз
д час здійснення пасажи
Кмеринське АТП-10512"
У другому розділі
ганізаційних моделей
ганів виконавчої влад
стема роз'єднана (тоб
тобусів та рівнем оці
значається лише з ура
У третьому розд
ворення математичн
ревезень автобусами
У четвертому р
сажирських перевез
анспортного обслуг
Графічна части
Ключові слова
роцес, вибір схеми,

АНОТАЦІЯ

УДК 656.072

Білодід В.М. Удосконалення організації пасажирських перевезень автобусами товариства з обмеженою відповідальністю «Жмеринське АТП – 10512» шляхом моделювання транспортно-технологічних процесів. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті), освітня програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2025. 93 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 38 назви; рис.: 25; табл. 19.

У вступі наведено обґрунтування актуальності теми роботи, коротка характеристика роботи, її новизна та практична значимість.

У першому розділі наведено загальні відомості про ТОВ "Жмеринське АТП-10512" та актуальність розробки методу організації транспортного обслуговування під час здійснення пасажирських автомобільних перевезень рухомим складом ТОВ "Жмеринське АТП-10512".

У другому розділі представлено доказ того, що в даний час у реалізації організаційних моделей транспортного обслуговування населення при взаємодії органів виконавчої влади з приватними перевізниками відповідна багаторівнева система роз'єднана (тобто відсутні зв'язки між рівнем організації маршрутів руху автобусів та рівнем оцінки ефективності), а ефективність усієї системи в цілому визначається лише з урахуванням економічних критеріїв.

У третьому розділі наведено опис розробленого теоретичного підходу до створення математичної моделі транспортно-технологічних процесів пасажирських перевезень автобусами, що враховує положення регламентуючих документів.

У четвертому розділі представлені результати апробації методу організації пасажирських перевезень автобусами у багаторівневій та багатокритеріальній системі транспортного обслуговування.

Графічна частина складається з 17 слайдів.

Ключові слова: автобус, перевезення, алгоритм, транспортно-технологічний процес, вибір схеми, підвищення продуктивності, собівартість перевезень.

ABSTRACT

UDC 656.072

Bilodid V.M. Improving the organization of passenger transportation by buses of the limited liability company “Zhmerynske MTE – 10512” by modeling transport and technological processes. Master's qualification in specialization 275 – Transport technologies (by types), specialization 275.03 – Transport technologies (in automobile transport), educational program – Transport technologies in automobiles More transport. Vinnytsia: VNTU, 2025. 93 p.

In Ukrainian speech. Bibliography: 38 titles; Fig.: 25; table 19.

The introduction provides a justification for the relevance of the topic of the work, a brief description of the work, its novelty and practical significance.

The first section provides general information about LLC "Zhmerynske MTE-10512" and the relevance of developing a method for organizing transport services during passenger road transportation by rolling stock of LLC "Zhmerynske MTE-10512".

The second section presents evidence that currently, in the implementation of organizational models of public transport services in the interaction of executive authorities with private carriers, the corresponding multi-level system is disconnected (i.e., there are no connections between the level of organization of bus routes and the level of efficiency assessment), and the efficiency of the entire system as a whole is determined only taking into account economic criteria.

The third section describes the developed theoretical approach to creating a mathematical model of transport and technological processes of passenger transportation by buses, which takes into account the provisions of regulatory documents.

The fourth section presents the results of testing the method of organizing passenger transportation by buses in a multi-level and multi-criteria transport service system.

The graphic part consists of 17 slides.

Key words: bus, transportation, algorithm, transport and technological process, scheme selection, productivity improvement, transportation cost.

Зміст

Вступ 8
РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ МЕТОДУ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД ЧАС ЗДІЙСНЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ РУХОМИМ СКЛАДОМ ТОВ "ЖМЕРИНСЬКЕ АТП-10512" 12
1.1 Загальні відомості про ТОВ "Жмеринське АТП-10512" (м. Жмеринка) 12
1.2 Аналіз тенденцій та стану системи транспортного обслуговування населення 15
1.3 Аналіз виявлених проблем у організації пасажирських автобусних перевезень 17
1.4 Аналіз стану та перспективи розвитку систем цифрових сервісів громадського транспорту 21
1.5 Висновки за розділом 1 29
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМАТИЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ВИМІРЮВАЧІВ У БАГАТОРІВНЕВІЙ СИСТЕМІ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ 32
2.1 Система показників якості транспортного обслуговування при організації пасажирських автомобільних перевезень 32
2.2 Організаційні «моделі» транспортного обслуговування населення при взаємодії державних структур із приватними перевізниками 42
2.3 Структура вимірювачів у багаторівневій системі при організації пасажирських автомобільних перевезень 49
2.4 Висновки за розділом 2 58
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АНАЛІТИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ МЕТОДУ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД ЧАС ЗДІЙСНЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ 60

3.1 Моделювання структури багаторівневої багатокритеріальної системи якості транспортного обслуговування відповідно до регламентуючих документів 60
3.2 Методика формування структури параметрів якості в багаторівневій системі транспортного обслуговування 67
3.2.1 Визначення структури показників територіальної доступності 67
3.2.2 Визначення структури показників цінової доступності 68
3.2.3 Визначення структури показників інформаційної доступності 69
3.2.4 Визначення структури показників часової доступності 70
3.2.5 Визначення структури показників безпеки руху та екологічної безпеки 71
3.2.6 Визначення структури показників комфортності 71
3.3 Висновки за розділом 3 74
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД ЧАС ЗДІЙСНЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ 76
4.1 Розробка алгоритму оцінки ефективності методу організації транспортного обслуговування населення 76
4.2 Вихідні дані для проведення обчислювального експерименту з оцінки ефективності способу організації транспортного обслуговування населення 79
4.3 Оцінка ефективності способу транспортного обслуговування населення 81
4.4 Висновок за розділом 4 87
ВИСНОВКИ 89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 90
Додаток А (обов'язковий). ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ ПОЧАТКОВОЇ (МАКСИМАЛЬНОЇ) ЦІНИ КОНТРАКТУ 94
Додаток Б (обов'язковий). ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ 100
Додаток В (обов'язковий). ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ 118

ВСТУП

Актуальність дослідження. Організація пасажирських автомобільних перевезень (ПАП) являє собою складну багаторівневу соціально-технічну систему, що має безліч критеріїв, що відображають практичні підходи та нормативну основу реалізації діяльності з організації перевезень у країні, де найважливішим структурним елементом є моделі організації пасажирських автомобільних перевезень на рівні взаємодії між органами виконавчої влади та перевізниками.

Основні критерії системи ПАП – інформаційне обслуговування, комфортність поїздки, швидкість, своєчасність, збереження багажу, безпека, надійність функціонування транспортних засобів (ТЗ), професійна придатність виконавців транспортних послуг, готовність ТЗ та екіпажу до виконання перевезень, вартість проїзду та додаткових послуг, які надаються у дорозі, – складають основу таких показників якості, як доступність, безпека та комфортність. Досліджувані критерії наділені різнорідністю характерних властивостей, що зумовлює їх суперечливість через необхідність задоволення потреб населення в безпечних і комфортних перевезеннях, прагнення перевізників мінімізувати свої витрати на надання транспортних послуг пасажирам, а також зусиль у досягненні державними структурами балансу між якістю згаданих послуг, технічною готовністю рухомого складу та необхідним економічним ефектом від ПАП.

Ситуація, що склалася в організації ПАП, визначає необхідність критичного наукового аналізу, розробки прикладних ефективних інструментів (моделей), що дозволяють об'єктивно усунути існуючу суперечливість, що враховує різнорідний характер системи, створення науково обґрунтованих способів організації транспортного обслуговування населення шляхом впровадження нової моделі з неврахованими факторами методу організації ПАП.

Об'єктивний вибір оптимальних та розробка нових, науково обґрунтованих інструментів управління на рівні взаємодії між органами виконавчої влади та перевізниками, що залучаються до транспортного обслуговування населення, дозволить зумовити системну ефективність розвитку громадського транспорту в цілому.

Метою дослідження є вдосконалення методу організації пасажирських автомобільних перевезень з урахуванням метаматематичного моделювання транспортно-технологічних процесів.

Для досягнення мети поставлено такі **завдання:**

1. Провести аналіз виробничої діяльності товариства з обмеженою відповідальністю «Жмеринське АТП – 10512».

2. Аналіз стану, принципів, структури організації ПАП, що базується на взаємодії складних соціально-технічних систем.

3. Обґрунтування необхідності вдосконалення методу організації ПАП та розробки структури вимірювачів багаторівневої системи організації перевезень, що дозволяють враховувати суперечливі критерії мети, що визначаються різнорідним характером властивостей та вимог до перевізників, що надають транспортні послуги населенню.

4. Розробка математичної моделі транспортно-технологічних процесів ПАП, що дозволяє здійснювати об'єктивний вибір способу організації ПАП на рівні взаємодії між органами виконавчої влади та перевізниками.

5. Розробка методики багатокритеріальної оптимізації системи ПАП та формування структури параметрів якості у багаторівневій системі транспортного обслуговування для вибору варіантів переходу на нову модель транспортного обслуговування населення.

6. Розробка алгоритму застосування удосконаленого методу організації ПАП з урахуванням нової математичної моделі транспортно-технологічних процесів ПАП, а також формування відповідних рекомендацій для перевізного процесу.

Об'єкт дослідження – скдадові системи організації ПАП.

Предмет дослідження – методи теорії кваліметрії, теорії ймовірностей та математичної статистики, багатокритеріальної оптимізації, системного аналізу.

Наукове завдання дослідження полягає у розробці математичної моделі транспортно-технологічних процесів, обґрунтуванні складу та структури параметрів якості та багатокритеріальної оптимізації системи організації ПАП.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що розроблені в ній теоретичні положення містять такі ознаки:

1. Математична модель транспортно-технологічних процесів ПАП порівняно з наявними враховує регіональні умови фінансування системи ПАП, якісний стан рухомого складу, протяжність маршрутів перевезень; відрізняється застосуванням методів математичного програмування та теорії випадкових процесів для оцінки показників ефективності та якості ПАП; дозволяє приймати науково обґрунтовані управлінські рішення з урахуванням особливостей регіональної маршрутної мережі та бюджетної забезпеченості у трьох категоріях-вимірах: безпека, транспортна доступність та комфортність.

2. Методика обґрунтування структури параметрів багаторівневої системи організації ПАП, порівняно з відомими, враховує ієрархію системи перевезень, різноманітність цілей цієї системи та її структурних елементів, завдання підвищення параметрів якості досягнення цілей; відрізняється застосуванням методу аналізу ієрархій, методів векторної оптимізації та факторного аналізу; дозволяє синтезувати з безлічі параметрів якості елементів системи з різним ступенем їхньої значущості та рівнем ієрархії узагальнений показник ефективності, що забезпечує можливість вибору найкращого варіанта організації ПАП з урахуванням регіональних умов.

3. Методика багатокритеріальної оптимізації системи ПАП відносно існуючих враховує суперечливість цілей організації ПАП, різний рівень їхньої значущості, випадковий характер ступеня їх досягнення; відрізняється виявленням нової залежності розрахунку ефективності організації ПАП, що враховує необхідність максимізації як взаємозалежних, так і незалежних щодо збільшення один від одного показників ефективності; дозволяє виявити та науково обґрунтувати комплекс практичних заходів оптимізації системи ПАП за критеріями безпеки, територіальної доступності та комфортності.

Практична значимість дослідження полягає в обґрунтуванні можливості застосування у діяльності автотранспортних підприємств (АТП):

- алгоритму переходу на нову модель транспортного обслуговування населення;

- алгоритму, що дозволяє автоматизувати застосування математичної моделі багатокритеріальної оцінки ефективності способу організації ПАП;

- програмного забезпечення, що дозволяє впроваджувати на пасажирському транспортному комплексі цифрові послуги, штучний інтелект з організації роботи на рівні взаємодії між органами виконавчої влади та перевізниками, що залучаються до транспортного обслуговування населення.

Методологія та методи дослідження засновані на аналізі актуальних статистичних даних про ПАП, принципи системного аналізу, об'єктно-орієнтованого моделювання, основ системного аналізу багаторівневих транспортних систем, методів математичного програмування.

Апробація результатів. Основні положення роботи були представлені на XVIII-й міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 20-22 жовтня 2025 року у Вінницькому національному технічному університеті (м. Вінниця).

Структура та обсяг роботи. Дана дипломна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ МЕТОДУ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД ЧАС ЗДІЙСНЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ РУХОМИМ СКЛАДОМ ТОВ "ЖМЕРИНСЬКЕ АТП-10512"

1.1 Загальні відомості про ТОВ "Жмеринське АТП-10512" (м. Жмеринка)

ТОВ "Жмеринське АТП-10512" (м. Жмеринка) зареєстровано 28.05.1996 р. за юридичною адресою – Вінницька обл., м. Жмеринка, вул. Київська, 115 (рис. 1.1).

ТОВ "Жмеринське АТП-10512" розташоване за 44 км від обласного центру.

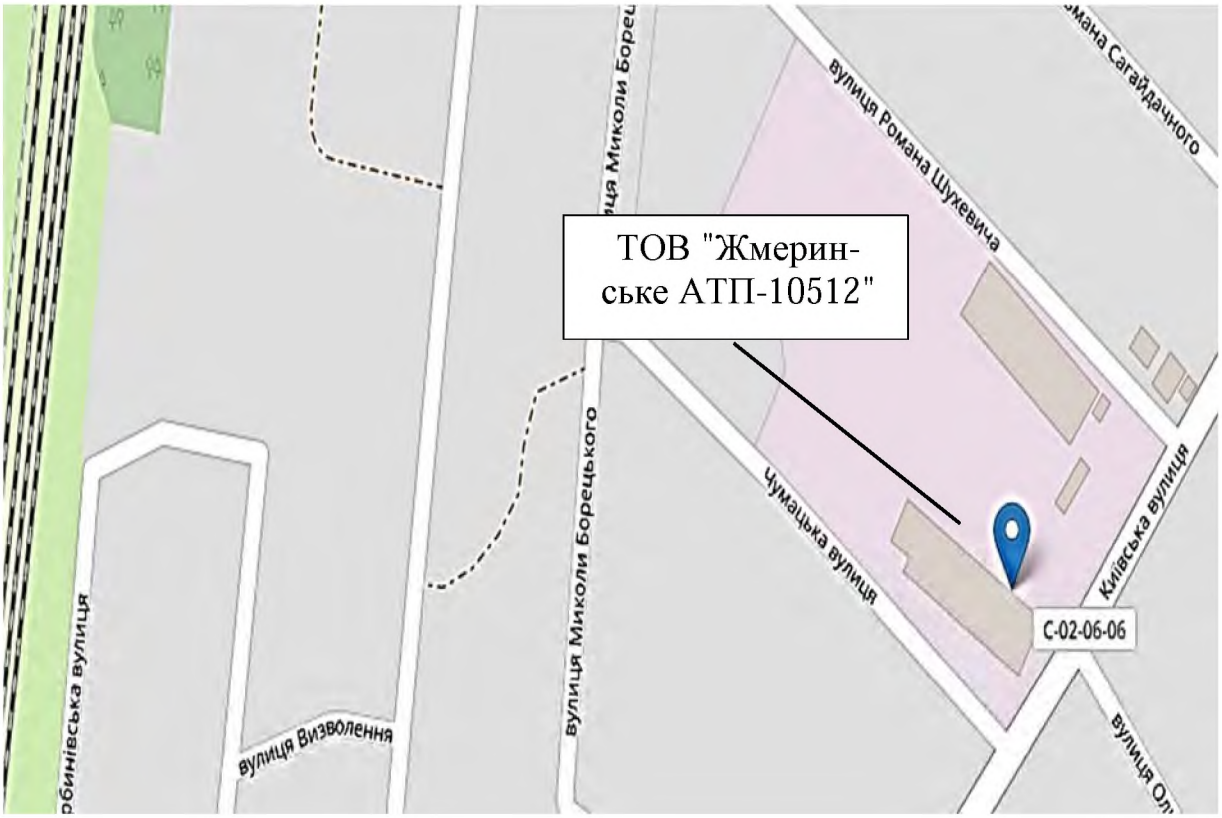


Рисунок 1.1 – Розташування виробничої бази ТОВ "Жмеринське АТП-10512"

Види діяльності ТОВ "Жмеринське АТП-10512" згідно кодів КВЕД:

- 49.31 Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення;

- 29.32 Виробництво інших вузлів, деталей і приладдя для автотранспортних засобів;

- 45.11 Торгівля автомобілями та легковими автотранспортними засобами;

- 45.19 Торгівля іншими автотранспортними засобами;

- 45.20 Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;

- 45.31 Оптова торгівля деталями та приладдям для автотранспортних засобів;

- 45.32 Роздрібна торгівля деталями та приладдям для автотранспортних засобів;

- 79.11 Діяльність туристичних агентств;

- 79.12 Діяльність туристичних операторів;

- 79.90 Надання інших послуг бронювання та пов'язана з цим діяльність;

- 47.11 Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами;

- 47.19 Інші види роздрібної торгівлі в неспеціалізованих магазинах;

- 49.32 Надання послуг таксі;

- 49.41 Вантажний автомобільний транспорт;

- 49.42 Надання послуг перевезення речей (переїзду);

- 52.21 Допоміжне обслуговування наземного транспорту;

- 52.29 Інша допоміжна діяльність у сфері транспорту;

- 68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна.

Основні фінансові показники ТОВ "Жмеринське АТП-10512" представлено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні фінансові показники ТОВ "Жмеринське АТП-10512"

Назва показника	2024	2023	2022	2021
Дохід	8 344 600 грн	8 127 300 грн	5 997 100 грн	4 498 300 грн
Активи	1 225 300 грн	1 316 000 грн	1 186 800 грн	1 552 000 грн
Зобов'язання	688 700 грн	747 000 грн	849 000 грн	1 813 300 грн

ТОВ "Жмеринське АТП-10512" обслуговує автобусні маршрути, але не має маршрутів у межах самого міста Жмеринка; його основна діяльність – міжміські та

приміські перевезення, зокрема, маршрути в межах Вінницької області (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Автобусні маршрути, які обслуговує ТОВ "Жмеринське АТП-10512"

Найменування організатора пасажирських перевезень	Назва автобусного маршруту	Протяжність автобусного маршруту	Щоденна кількість оборотних рейсів	Кількість задіяних автобусів на маршруті (рейсі), в тому числі резервних
Вінницька ОВА	Жмеринка - Копайгород - Вінниця АС-2	83	1	1+1
Вінницька ОВА	Жмеринка - Дубова - Вінниця АС-2	78	3	1+1
Вінницька ОВА	Шаргород АС - Жмеринка - Вінниця АС-2	78	2	1+1
Вінницька ОВА	Жмеринка - Джурин АС	52	2	1+1
Вінницька ОВА	Жмеринка - Бар АС	43	2	1+1
Вінницька ОВА	Жмеринка - Бар АС	43	2	1+1
Вінницька ОВА	Жмеринка - Гута Мовчанська	38	5	1+1
Жмеринська ТГ	Жмеринка - Дубова	34	3	1+1
Жмеринська ТГ	Жмеринка - Біликівці	22	3	1+1
Вінницька ОВА	Жмеринка - Олексіївка	20	3	1+1
Жмеринська ТГ	Жмеринка - Браїлів (ч/з Курилівці)	16/28	14	3+1
Вінницька ОВА	Жмеринка - Рижавка (ч/з Потоки)	28	2	1+1
Вінницька ОВА	Жмеринка - Токарівка - Сл.Чернятинська	24,1	14	3+1
Вінницька ОВА	Жмеринка - Демидівка	26	3	1+1
Жмеринська ТГ	Жмеринка - Мала Жмеринка	43955	9	1+1
Вінницька ОВА	Жмеринка - Телелинці	22	3	1+1
Жмеринська ТГ	Жмеринка - Сідава	8	5	1+1
Жмеринська ТГ	Жмеринка (ТЕЦ) - Тартак	13	3	1+1
Жмеринська ТГ	Жмеринка - Лисогірка	35	3	1+1

Моделі та кількісний склад транспортних засобів, що обслуговують вище зазначені автобусні маршрути представлено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Рухомий склад ТОВ "Жмеринське АТП-10512", що обслуговує автобусні маршрути

Модель	Кількість
ПАЗ-32054-07	7
Богдан А09211	3
Рута СПВ А048.3	3
I-VAN A07A-22	2
Volkswagen LT35	2
Mercedes-Benz Sprinter W903 313CDI	1
Mercedes-Benz T2 609D	1
БАЗ-А079.19 "Мальва"	1
БАЗ-А079.24 "Мальва"	1
Богдан А091	1
Богдан А09202 (ЛуАЗ)	1
Богдан А22110	1
ПАЗ-32053-07	1
ПАЗ-32054	1
ПАЗ-4234	1
Рута 25 ПЕ	1
Рута СПВ А048.2	1
Рута СПВ-15 (СПВ-33021.01-15)	1

1.2 Аналіз тенденцій та стану системи транспортного обслуговування населення

Сучасні тенденції у розвитку пасажирських транспортних систем, які можна простежити в усьому світі, передбачають не тільки створення зручних цифрових інструментів інформування пасажирів за певними видами мобільності, але також реалізацію повного циклу всіх операцій, необхідних пасажиру, починаючи від наміру

його здійснити поїздку і закінчуючи її оплатою, оформленням супутніх послуг та підписки на наступні регулярні подорожі.

Основним завданням, яке потребує вирішення в умовах цифрової трансформації пасажирських транспортних систем на сучасному етапі їх розвитку, є технологічне, організаційне та методологічне забезпечення концепції інтеграції різних транспортних систем та відповідних цифрових сервісів. Складність даної задачі обумовлена множинністю операційних перетинів при реалізації заходів, що забезпечують функціонування системи: у технологічних процесах, у процесах планування розкладу, у координуванні управління транспортною роботою, при моніторингу руху рухомого складу та диспетчеризації, при організації взаєморозрахунків учасників транспортної роботи, при виробленні управлінських рішень на основі автоматичного «інтелектуального» аналізу тощо. У той самий час вся транспортна робота з обслуговування населення пасажирськими перевезеннями має бути націлена на задоволення потреб кожного пасажира, також має бути забезпечене отримання пасажиром всієї необхідної інформації у режимі реального часу.

Дані тенденції зумовлюють необхідність застосування передових і найефективніших технологій підтримки роботи складної цифрової платформи як з погляду програмного забезпечення (ПЗ) і технічного забезпечення, так і з погляду системної організаційної складової. З наукових позицій система організації ПАП є складною багаторівневою соціально-технічною системою. Багаторівневість сучасної системи організації ПАП пояснюється досить великою кількістю суперечливих критеріїв мети, визначених різнорідним характером властивостей і вимог елементів, що входять до системи. По-перше, це населення, потреби якого у перевезеннях дана система має задовольняти; по-друге, це перевізники, які прагнуть мінімізувати витрати на перевезення; по-третє, це й органи виконавчої влади, основна мета яких досягти оптимального балансу у структурі забезпечення якості та технічної досконалості і економічної ефективності ПАП.

Досліджувана система є складною як з погляду кількісних характеристик, так і з точки зору якісного стану – різнорідності мети в досліджуваній системі.

1.3 Аналіз виявлених проблем у організації пасажирських автобусних перевезень

Пасажирський транспорт загального користування є одним із найважливіших галузей життєзабезпечення громадян. Від його функціонування залежить якість життя населення, ефективність галузей економіки, розвиток соціально-економічного потенціалу міст та держави. Існуюча система ПАП у більшості регіонів України недостатньо ефективна і піддається постійній критиці, що знижує привабливість пасажирського транспорту. Основними проблемами транспортного обслуговування у регіонах для населення є:

1. Відсутність уніфікації як засобів на оплату перевезень, так і відповідних тарифів, незважаючи на технологічний прогрес та активний розвиток, а також впровадження цифрових інструментів у галузі інформаційних комунікацій.

2. Відсутність задоволення найважливішого критерію якості обслуговування населення – часу очікування автобусів; високі витрати часу пасажирів на пересування обумовлені:

- низькою якістю регулювання та розподілу пасажиропотоків між маршрутами та видами пасажирського транспорту;

- практичною відсутністю взаємодії між різними видами пасажирського транспорту при міжмуніципальному сполученні;

- збільшеними інтервалами руху пасажирського транспорту, що насамперед перевозять пільгові категорії пасажирів;

- порушенням розкладу руху.

3. Низький рівень комфорту автобусів, зумовлений наднормативним наповненням рухомого складу, використанням застарілого рухомого складу, відсутністю контролю за стилем водіння, порушенням розкладу, низькою актуальністю та достовірністю інформації про поточну ситуацію на маршрутах тощо.

4. Необхідність придбання різних засобів оплати проїзду для різних видів транспорту.

5. Низька достовірність інформації про виконані обсяги транспортної роботи та перевезень, на підставі яких розподіляються доходи та субсидії між муніципалітетами, регіонами та перевізниками (проводиться мотивація перевізників та обслуговуючого персоналу).

6. Відсутність єдиного джерела актуальних та достовірних статистичних даних про обсяг ПАП на маршрутах та пасажиропотоків на транспортно-пересадочних вузлах (ТПВ), необхідних для планування перевезень та вибору оптимальних маршрутів.

7. Невідповідність нормативно-правової бази транспортної галузі поточному законодавству, що передбачає широке використання цифрових, фінансових, фіскальних та інших сучасних технологій в системах оплати готівкою та безготівковими грошовими засобами.

Проблематика ПАП у Вінницькій області добре відома муніципальним та регіональним органам управління.

Через фактичну відсутність оплати транспортної роботи у укладених контрактах відсутні вимоги до рухомого складу та його комплектації. Встановлення початкової максимальної ціни договору за мінімальною вартістю виключає можливість конкурентної боротьби за ціновим критерієм між учасниками закупівлі. Замовник при здійсненні контролю якості перевезень позбавлений основного інструменту впливу – права на притягнення перевізника до відповідальності за порушення умов контракту, оскільки розмір штрафу (пені), що підлягає стягненню, безпосередньо залежить від ціни контракту і не може її перевищувати. Притягнення перевізника до відповідальності є свідомо неможливим та негативно впливає на якість організації транспортного обслуговування населення.

За період з 2019 до 2023 року до Вінницької ОДА надійшло понад 200 звернень громадян з питань, пов'язаних з організацією транспортного обслуговування. Основна тематика звернень – недотримання встановленого розкладу, незадовільний стан рухомого складу на маршрутах, відсутність цифрових сервісів, включаючи безготівкову та безконтактну оплату проїзду.

Несприятлива зовнішньополітична ситуація, що склалася, а також пандемія корона-вірусу значно позначилися на роботі автотранспортних підприємств. Зміна пасажиропотоку, підвищення вартості паливо-мастильних матеріалів (ПММ) та запасних частин ведуть до зниження виручки транспортних підприємств; одержуваний дохід не дозволяє забезпечити перевізнику можливість оновлення рухомого складу, якісного та своєчасного ремонту техніки, що змушує перевізників шукати способи скорочення матеріальних витрат на обслуговування маршрутів. Робота у даних умовах показала недосконаліть існуючої моделі транспортного обслуговування. Отже, пропонується розглянути варіанти переходу у 2026 році на нову модель транспортного обслуговування.

Відповідно до рекомендацій Міністерства розвитку громад та територій України, а також порядку визначення початкової ціни контракту на право здійснення ПАП можливе застосування двох моделей:

1. "Брутто" контракти. Відмінною особливістю моделі є повне виключення перевізника із процесу збирання плати за проїзд – вона перераховується до бюджету суб'єкта. До переваг моделі можна віднести повний контроль роботи маршрутів, високу дисциплінованість перевізників та їхнє прагнення до повного виконання встановлених обсягів транспортної роботи. Недоліком моделі є необхідність створення у складі Комітету або в підвідомчому закладі нового підрозділу, завданням якого буде контроль за збором плати за проїзд, що також вимагатиме значних витрат бюджету.

2. "Нетто" контракти. Використання даної моделі дозволяє забезпечити перевізнику встановлений рівень рентабельності виконання робіт із перевезення пасажирів та виключити факти повної чи часткової відмови від виконання транспортної роботи. При даному підході бюджет «доплачує» перевізнику за роботу на маршрутах, покриваючи різницю між його витратами на організацію та виконання транспортної роботи та виручкою, отриманою від продажу квитків, забезпечуючи встановлений Міністерством розвитку громад та територій України рівень рентабельності 9,6%. Відмінним недоліком моделі на сьогоднішній день є недостатня вивченість фактичного пасажиропотоку на маршрутах та відсутність достовірної інформації про фактичну плату за перевезення пасажирів. В даний час дані відомості можна отримати

тільки від перевізників, при цьому перевірити об'єктивність інформації неможливо.

Ключовими перевагами обох вищеописаних моделей є можливість встановлення вимог до якості виконання робіт, а також покладання обов'язків щодо передачі моніторингових відомостей, забезпечення безготівкової оплати проїзду та виконання вимог щодо транспортної доступності маломобільних груп громадян – усі ці витрати враховуються при розрахунку початкової (максимальної) ціни контракту.

На основі наданих даних здійснено попередній розрахунок вартості "брутто" та "нетто" моделі для 601 приміського маршруту у Вінницькій області, на підставі поточних характеристик маршрутної мережі регіону. Порядок розрахунку затверджено наказом Міністерством розвитку громад та територій України. Згідно з проведеними розрахунками, витрати бюджету для «брутто» моделі становитимуть від 4,7 до 7,5 млрд. грн. на рік при запланованому поверненні від 2,4 до 3,8 млрд. грн.

Вартість «нетто» моделі нижче (2,3–3,6 млрд. грн. на рік), проте у разі переведення всіх приміських маршрутів на регульований тариф знадобляться додаткові витрати на відшкодування недоотриманих доходів від перевезення пільгових категорій громадян (приблизно 400 млн. грн. на рік). Також залишаються витрати на перевезення пільгових категорій пасажирів при введенні "брутто" моделі, регіону необхідно оплачувати проїзд пільговиків.

Вибір шляху подальшого розвитку громадського транспорту в Вінницькій області вимагає ретельного опрацювання, в рамках якого необхідно оцінити переваги та недоліки обох вищеописаних моделей, провести докладні розрахунки та знайти оптимальну модель, яка дозволить задовольнити потреби населення в якісному та доступному транспорті, а також відповідатиме можливостям бюджету Вінницької області. Тому з метою об'єктивності вибору транспортної моделі громадського транспорту Вінницької області необхідна розробка комплексу оціночних моделей, що оптимізує вибір підходів до визначення початкової ціни контракту на право здійснення ПАП залежно від умов застосування [9]. Вирішення цього завдання передбачає об'єктивний вибір оптимальних чи розробку нових інструментів управління лише на рівні взаємодії між органами виконавчої влади та перевізниками, залученими до транспортного обслуговування населення, визначає ефективність розвитку громадського транспорту

загалом. Даним дослідженням має бути забезпечено розробку ефективної моделі організації транспортного обслуговування при здійсненні ПАП на прикладі Вінницької області. Проведення такої роботи неможливо без впровадження на пасажирському транспорті комплексу цифрових сервісів, які дозволять організувати контроль роботи перевізників, змоделювати різні варіанти коригування характеристик маршрутної мережі та спрогнозувати її подальший розвиток [10]. Для вирішення цього завдання необхідний розвиток інформаційної системи, що дозволяє сформувати «цифровий реєстр маршрутів» – цифрову модель маршрутної мережі з усіма її характеристиками (траси, розклад, кількість рейсів, характеристики рухомого складу і т.д.), в основі якої лежать аналітичні моделі теорії прийняття рішень, що виключають суб'єктивізм та інформаційну невизначеність для формування ефективних систем транспортного обслуговування населення в суб'єктах України.

1.4 Аналіз стану та перспективи розвитку систем цифрових сервісів громадського транспорту

Сучасний етап розвитку систем управління пасажирським наземним транспортом ґрунтується на засадах інтеграції різних транспортних систем та сервісів. Цифрові послуги можуть вирішувати складні аналітичні завдання управління технологічними процесами, такими як: планування розкладу, координування управління транспортною роботою, моніторинг та диспетчеризація, взаєморозрахунки учасників транспортної роботи, вироблення управлінських рішень на основі автоматичного інтелектуального аналізу тощо. У той самий час вся транспортна робота орієнтована на задоволення потреб пасажира, отримання ним всієї необхідної інформації у режимі реального часу. Ця обставина зумовлює необхідність застосування найпередовіших та найефективніших технологій для підтримки роботи такої великої цифрової платформи з погляду не лише програмного, а й апаратного та технічного забезпечення. Основним завданням координування роботи транспортної платформи є забезпечення надійності і передбачуваності руху транспорту та забезпечення пасажира зручними засобами для планування, супроводу поїздок, отримання довідкової інформації тощо.

Крім того, мають бути передбачені:

- ефективні інструменти моніторингу роботи всіх компонентів платформи з негайним автоматичним реагуванням на будь-яку позаштатну подію, або негайним оповіщенням оператора про необхідність вжиття заходів;

- зручні інструменти у сфері інформування пасажирів за певними видами мобільності, і навіть реалізації повного циклу всіх операцій, необхідних пасажиру, починаючи з наміру здійснити поїздку і закінчуючи її оплатою, оформленням супутніх послуг, і навіть передплати на наступні регулярні поїздки.

Зазначена обставина, у свою чергу, зумовлює необхідність тісної інтеграції цифрової платформи із системами перевізників, агрегаторів перевізників, при цьому відповідна взаємодія має відбуватися у режимі реального часу. Розвиток вищеперелічених програмно-апаратних напрямів має супроводжуватися впровадженням передових і водночас перевірених на практиці засобів і методик, що дозволить проводити обробку складних алгоритмів керування транспортом, підбору маршрутів у режимі реального часу.

Цифровізація процесів управління бізнес-технологіями активно розвивалася за кордоном в кінці 20-го століття. Комітетом з транспорту Вінницької ОВА на основі проведеного аналізу розроблено технічні вимоги, в яких враховано як цілі, поставлені для досягнення на автомобільному пасажирському транспорті загального користування Вінницької області (АПТЗК ВО), так і підходи, перевірені практикою та часом у світовій галузі ПАП; також у згаданих вимогах визначено, що системне координування керуючих впливів на АПТЗК ВО вважається атрибутом повноцінного та завершеного процесу управління. Відповідні елементи цифрової платформи цифрових сервісів громадського транспорту (ЦСГТ) на основі інформації, що надходить, повинні виробляти керуючі впливи на користь всієї системи в цілому. Варто зазначити, що етап координування керуючих впливів потребує максимальних зусиль у подоланні організаційних та технічних бар'єрів, оскільки необхідне створення єдиної комунікаційної мережі між усіма учасниками процесу.

Нові можливості в організації та управлінні пасажирськими перевезеннями

стали можливими завдяки швидкому розвитку та впровадженню цифрових інформаційних технологій. Саме інтеграційний підхід має бути закладено як одну з основних технологій надання цифрових сервісів на громадському пасажирському транспорті Вінницької області. Програмно-апаратний комплекс, що описується в цих вимогах, передбачає інтеграційні підходи при наданні кожного ЦСГТ.

Аналіз безлічі існуючих транспортних систем та робіт, присвячених їх формуванню, у тому числі націлених на оптимізацію маршрутної мережі, свідчить про неможливість застосування в сучасних умовах однокритеріальних та одноцільових підходів при створенні інструментів управління моделей транспортного обслуговування. Кожна з існуючих одноцільових систем має свої переваги та недоліки, тим часом критеріїв функціональних властивостей досить багато:

1. Оптимізація транспортно-маршрутної мережі міста.
2. Визначення оптимальної кількості одиниць рухомого транспорту, що знаходиться на маршруті в той чи інший час, і, відповідно, зниження експлуатаційних витрат транспортних підприємств.
3. Контроль грошових надходжень, що отримується з кожного рейсу одиниці транспорту, оскільки не виключені випадки обману як з боку співробітників транспортного підприємства, так і пасажирів.
4. Підрахунок кількості фактично перевезених пасажирів.
5. Підвищення трудової дисципліни водіїв та кондукторів – відповідно, покращення якості обслуговування пасажирів, зниження ризику залучення громадського транспорту у ДТП.
6. Моніторинг динаміки пасажиропотоку з боку наглядових органів та транспортного комітету.
7. Аналіз даних про кількість пасажирів у певних умовах, що сприяє ефективному плануванню графіка роботи громадського транспорту.
8. Зменшення фінансових витрат власників транспортних парків за рахунок: зменшення витрати палива шляхом зменшення часу, що витрачається під час зупинки для посадки та висадки пасажирів; зменшення витрати пального шляхом обмеження

кількості рейсів чи одиниць рухомого складу внаслідок планування роботи громадського транспорту.

При цьому одним із найважливіших критеріїв подібної оптимізації є показник пасажиропотоку та наповнюваність громадського транспорту залежно від географічного положення точок маршрутної мережі, пори року, доби, дня тижня тощо.

Важливо відзначити, що можливості цифрових сервісів, що впроваджуються сьогодні, далекі від реальних можливостей застосування цифрових технологій. Сьогодні цифрові послуги виконують лише формальні функції обробки інформації (рис. 1.2–1.6), але не є інструментами управління інформацією. Вони дозволяють:

1. Зрозуміти реальні обсяги виконуваної перевізниками транспортної роботи, зіставити їх із плановими значеннями, встановленими маршрутними завданнями (державними контрактами, тощо).

2. Організувати віддалений контроль за виконанням транспортної роботи перевізниками.

3. Швидко впровадити та популяризувати новий спосіб оплати проїзду на території регіону без значних витрат.

4. Зібрати необхідні вихідні дані для проведення дослідної роботи з оптимізації маршрутної мережі.

5. Налагодити зворотний зв'язок із пасажирами, отримуючи більше інформації про роботу маршрутів у режимі реального часу.

Збір інформації необхідний, але за наявності масиву цифрових даних можливе виконання роботи з об'єктивної оптимізації маршрутної мережі для побудови нової моделі транспортного обслуговування. Сьогодні ставиться завдання проведення роботи з моделювання та оптимізації раціональної маршрутної мережі пасажирського транспорту загального користування (з урахуванням скорочення транспортної дискримінації районів та забезпечення економічної доцільності виконання транспортної роботи на маршрутах регулярних перевезень).

Запропоновано розглянути можливість поетапного впровадження цифрових сервісів на території Вінницької області з метою розробки кількох варіантів подальшого розвитку ПАП та вплинути на якість транспортного обслуговування мешканців.

При цьому необхідно усвідомити, що формування маршрутної мережі може ґрунтуватися тільки на моделях прийняття рішень в інформаційних ситуаціях, що характеризуються як ситуації з невизначеним станом середовища дослідження, а єдиним можливим варіантом ефективного розвитку міського пасажирського транспорту (МПТ) є формування нової галузі – інтелектуальні системи управління міського пасажирського транспорту. Тому розробка інструментів вирішення завдань управління в ЦСГТ – нових методів, математичних моделей, алгоритмів, практичних методик на їх основі – є важливим народногосподарським завданням, а її рішення неможливе без проведення спеціальних наукових досліджень.

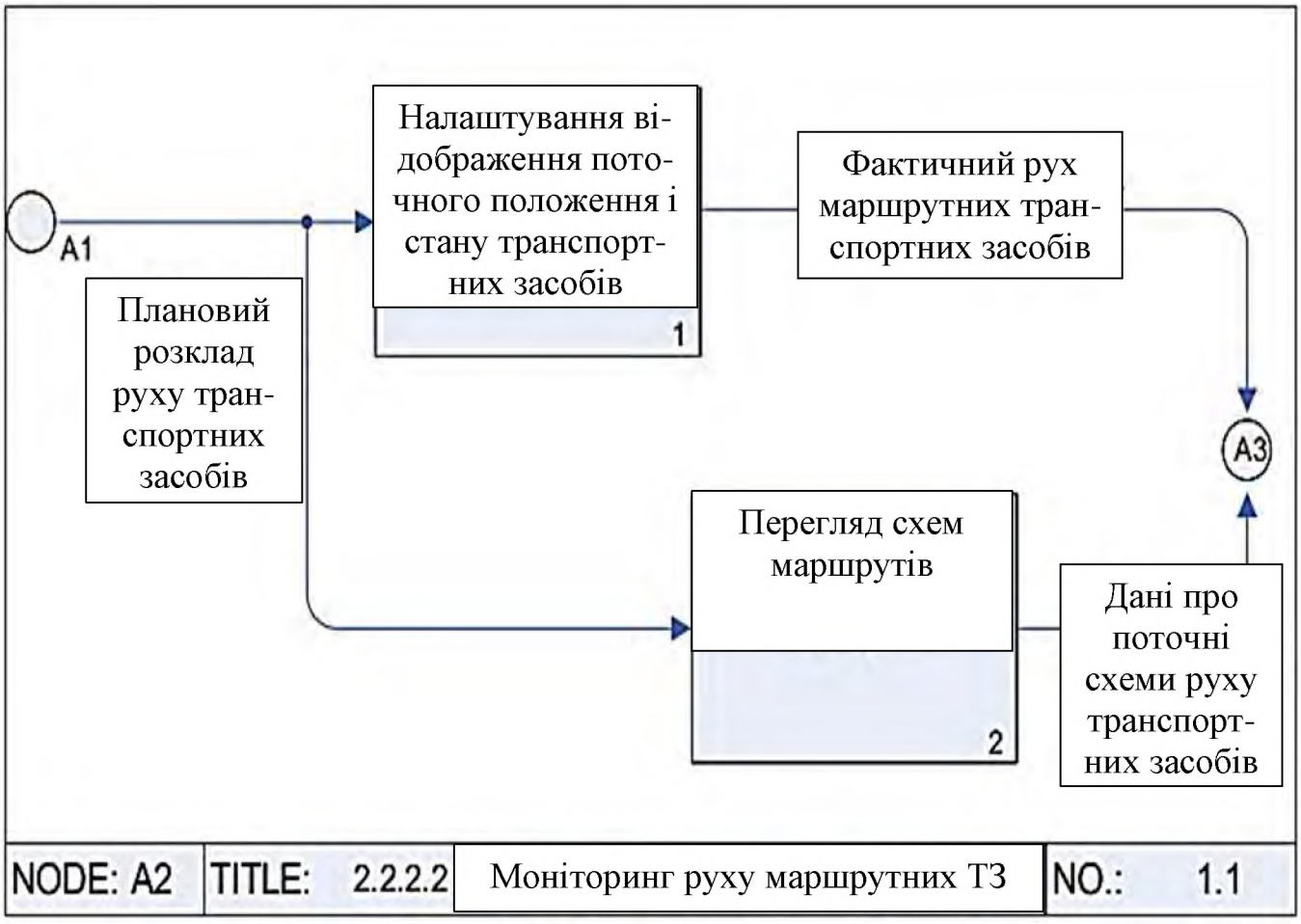


Рисунок 1.2 – Схема бізнес-процесів групи «Моніторинг руху маршрутного рухомого складу» ЦСГТ

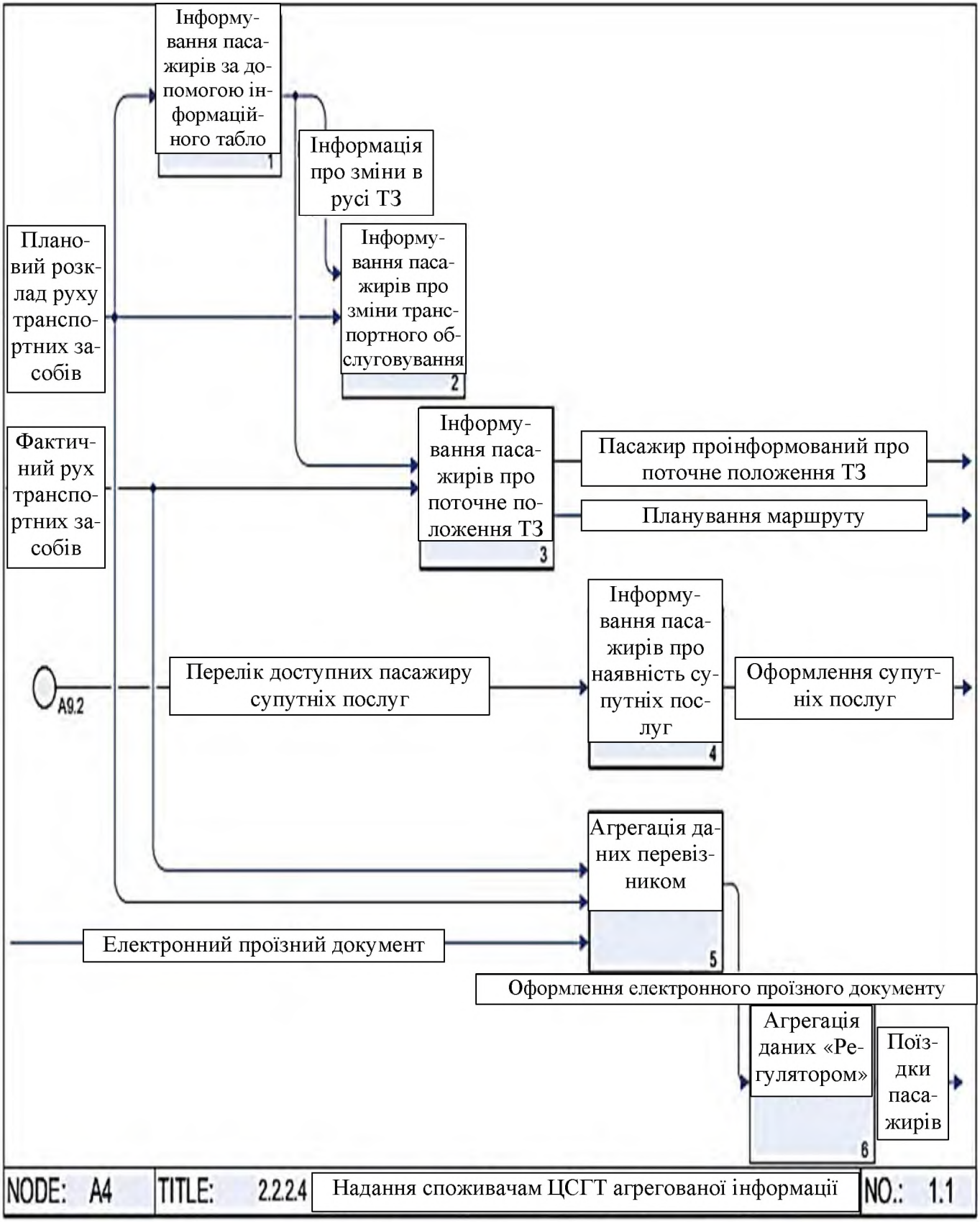


Рисунок 1.3 – Схема бізнес-процесів групи «Надання споживачам ЦСГТ агрегованої інформації» ЦСГТ

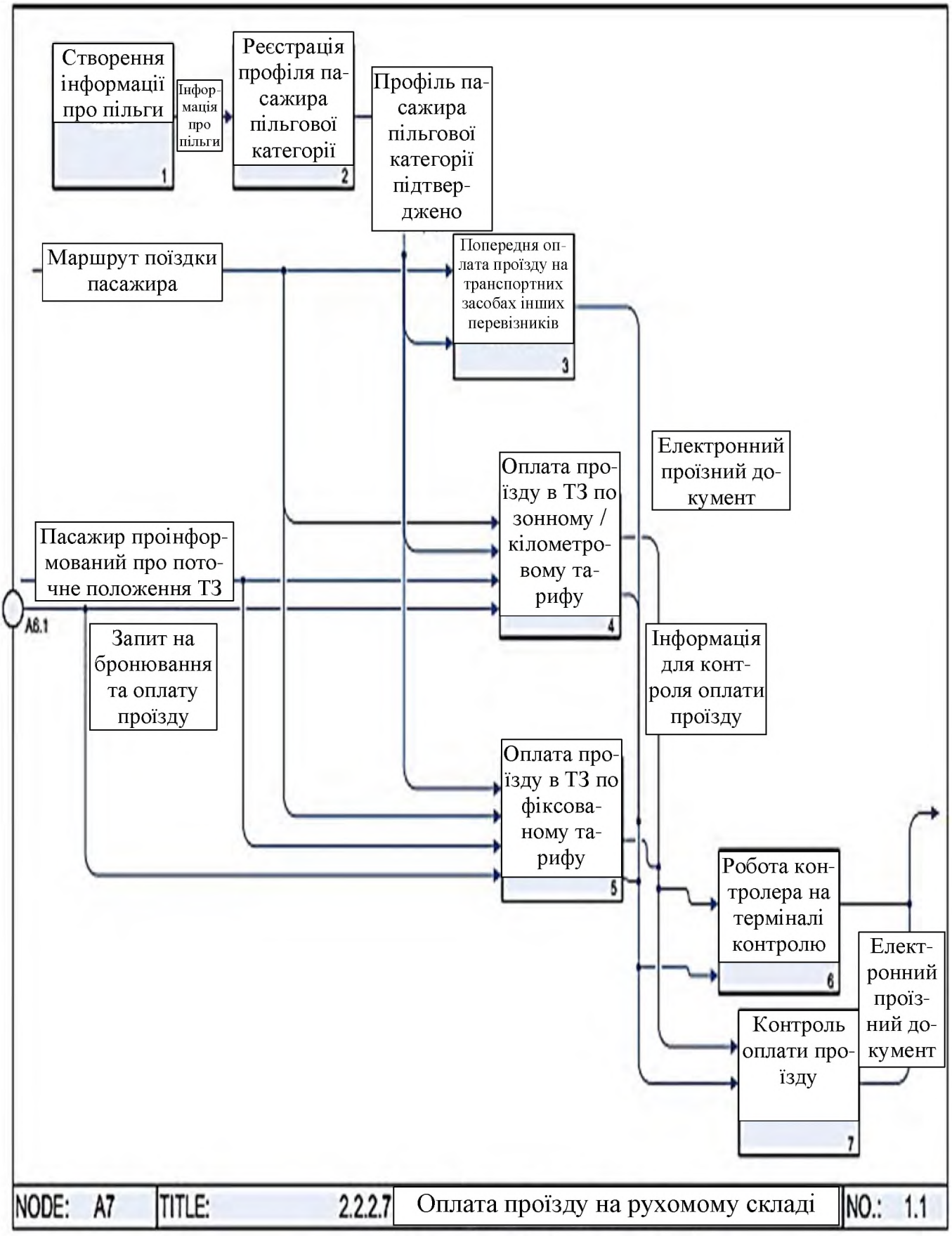


Рисунок 1.4 – Схема оплати проїзду на рухомому складі ЦСГТ

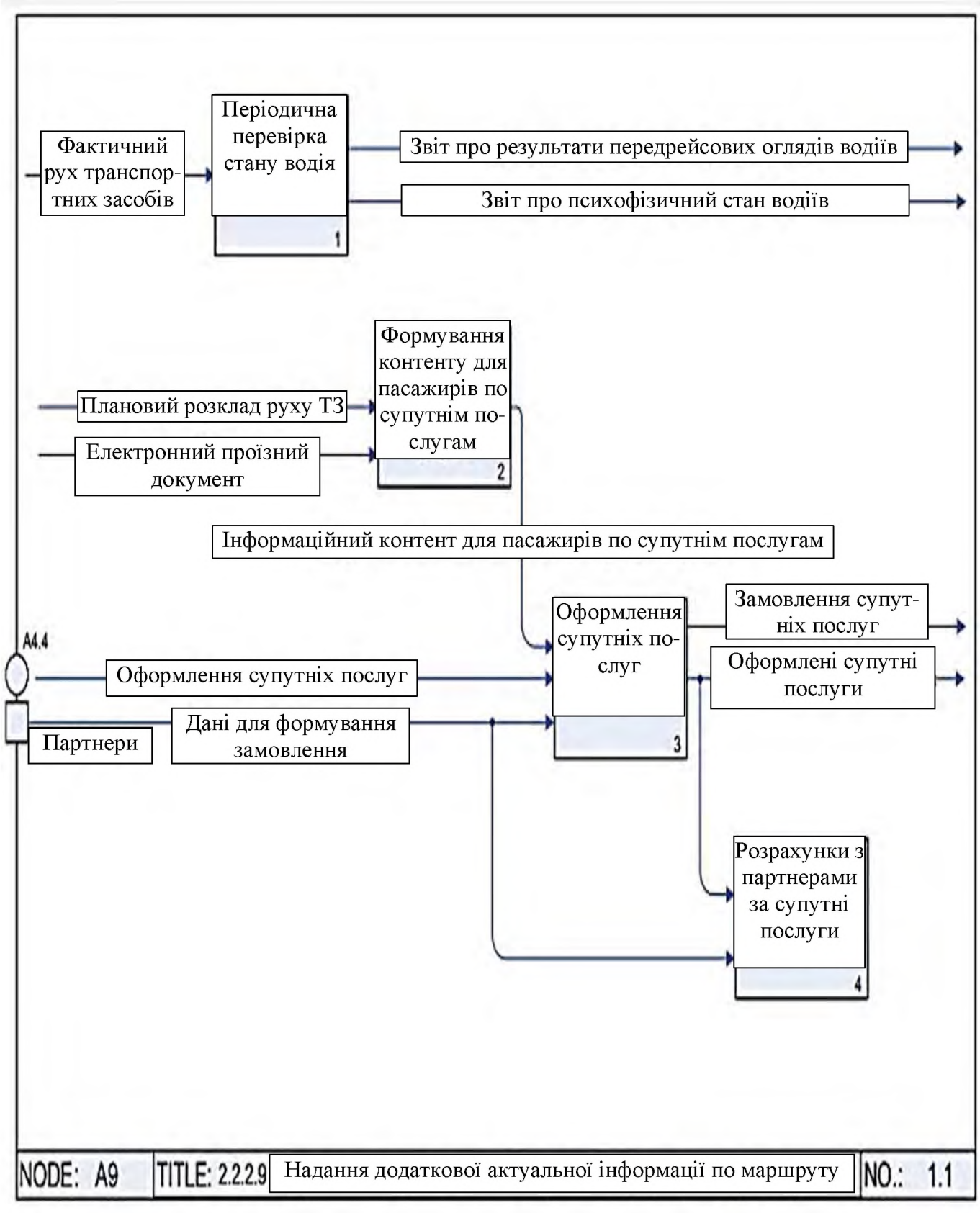


Рисунок 1.5 – Схема бізнес-процесів групи «Надання додаткової актуальної інформації по маршруту» ЦСГТ

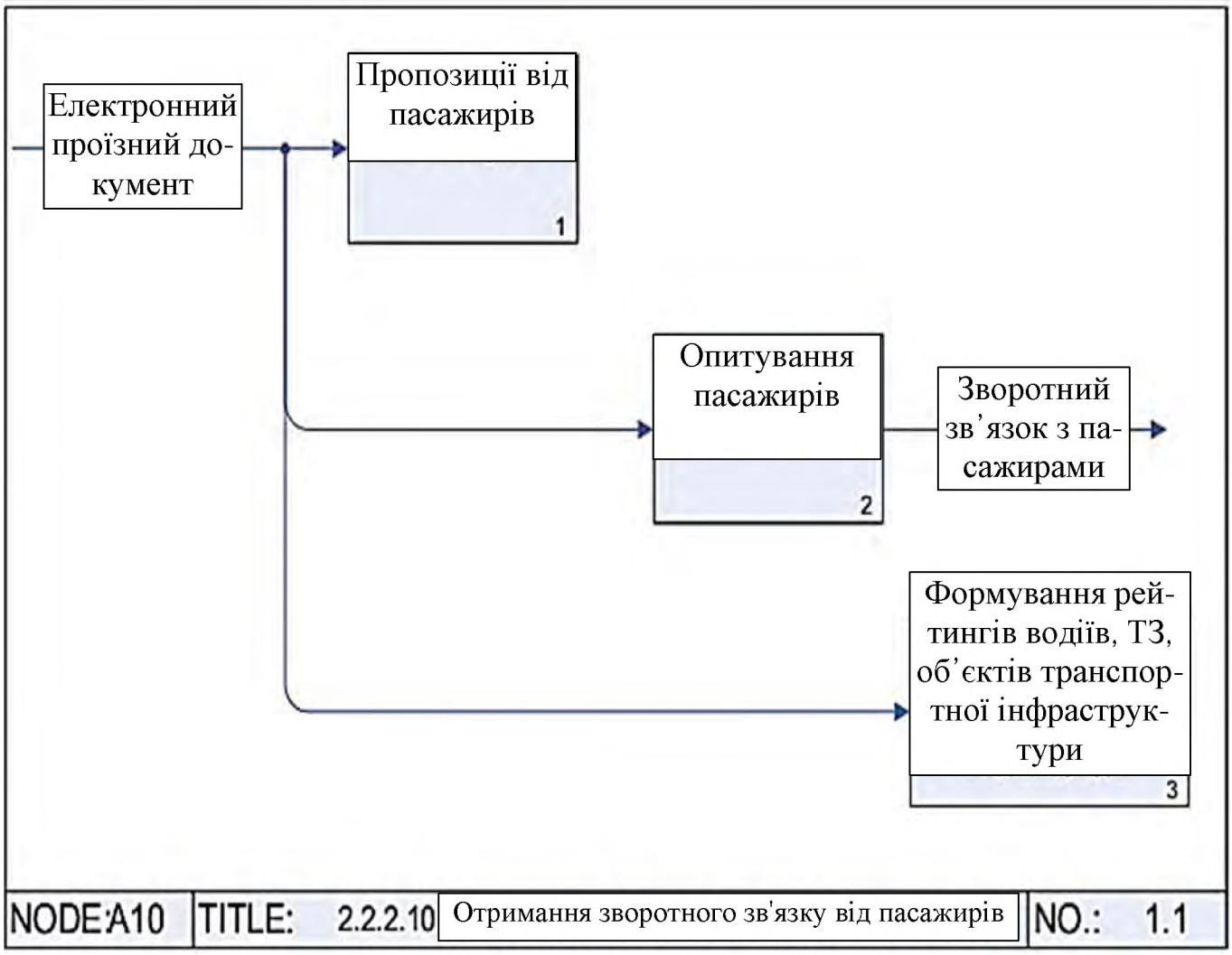


Рисунок 1.6 – Схема бізнес-процесів групи «Отримання зворотного зв'язку від пасажирів» ЦСГТ

1.5 Висновки за розділом 1

На основі аналізу тенденцій і стану системи транспортного обслуговування населення в Вінницькій області було виявлено, що існуючі моделі транспортного обслуговування, сформовані без належного наукового обґрунтування, в сучасних складних умовах динамічної зміни пасажиропотоків, підвищення вартості ПММ і запасних частин, інших внутрішніх і зовнішніх системних факторів, які не дозволяють перевізникам забезпечувати своєчасне оновлення рухомого та змушують їх шукати способи скорочення матеріальних витрат на збиток якості обслуговування пасажирів на

маршрутах. На підставі наведених фактичних даних доведено, що якісний стан системи транспортного обслуговування населення автобусними перевезеннями в Вінницькій області можна визнати неефективним.

Визначено, що з наукових позицій система організації ПАП у суб'єктах України є складною багаторівневою соціально-технічною системою. Багаторівневість сучасної системи організації ПАП пояснюється досить великою кількістю суперечливих критеріїв мети, визначених різнорідним характером властивостей і вимог елементів, що входять до системи: населення, потреби в перевезеннях якого дана система повинна задовольняти; перевізники, які прагнуть мінімізувати витрати на перевезення; органи виконавчої влади, основна мета яких полягає у досягненні оптимального балансу у структурі забезпечення якості, технічної досконалості та економічної ефективності ПАП. Досліджувана система є складною як з погляду кількісних характеристик, так і якісного стану – різнорідності мети в досліджуваній системі.

Встановлено, що з метою об'єктивності вибору транспортної моделі громадського транспорту в Вінницькій області необхідна розробка комплексу оціночних моделей, що оптимізує вибір підходів до визначення початкової ціни контракту на право здійснення ПАП, залежно від умов на основі застосування аналітичних моделей теорії прийняття рішень, що виключають суб'єктивізм та інформаційну невизначеність при формуванні ефективних систем транспортного обслуговування населення.

Для досягнення мети поставлено такі **завдання:**

1. Аналіз стану, принципів, структури організації ПАП, що базується на взаємодії складних соціально-технічних систем.

2. Обґрунтування необхідності вдосконалення методу організації ПАП та розробки структури вимірювачів багаторівневої системи організації перевезень, що дозволяють враховувати суперечливі критерії мети, що визначаються різнорідним характером властивостей та вимог до перевізників, що надають транспортні послуги населенню.

3. Розробка математичної моделі транспортно-технологічних процесів ПАП, що дозволяє здійснювати об'єктивний вибір способу організації ПАП на рівні взаємодії між органами виконавчої влади та перевізниками.

4. Розробка методики багатокритеріальної оптимізації системи ПАП та формування структури параметрів якості у багаторівневій системі транспортного обслуговування для вибору варіантів переходу на нову модель транспортного обслуговування населення.

5. Розробка алгоритму застосування удосконаленого методу організації ПАП з урахуванням нової математичної моделі транспортно-технологічних процесів ПАП, а також формування відповідних рекомендацій для перевізного процесу.

РОЗДІЛ 2. СИСТЕМАТИЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ВИМІРЮВАЧІВ У БАГАТОРІВНЕВІЙ СИСТЕМІ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Система показників якості транспортного обслуговування при організації пасажирських автомобільних перевезень

В даний час організація процесу пасажирських автомобільних перевезень базується на системі вимірювання транспортної роботи та оцінці якості послуг, що надаються населенню, розробленої в середині минулого століття. Це комплекс результативних показників, що визначають ефективність пасажирських автомобільних перевезень, який був обов'язковим до виконання однорідними за своєю структурою пасажирськими автотранспортними підприємствами за умов досить стійких пасажирських транспортних кореспонденцій та економічної стабільності. Нестійкість транспортних потоків, економічна нестабільність, кількісна і якісна різнорідність підприємств, що надають транспортні послуги населенню, вимагають постійного розвитку інструментів організації пасажирських автомобільних перевезень, що забезпечують необхідний рівень їх якості. Тому ця актуальна тема досліджень регулярно викликає інтерес у вчених та затребувана практикою. Система вимірювання транспортного обслуговування населення досить докладно представлена у сучасній навчальній та науковій літературі. Дослідженню складного комплексу якості автомобільних перевезень були присвячені роботи багатьох вчених [1-4].

Завдяки дослідженням перелічених авторів наприкінці XX-го століття та на початку XXI-го було сформовано існуючу структуру показників ефективності організації та основи побудови систем пасажирських автомобільних перевезень у сучасних умовах.

Нормативною основою для реалізації практичних підходів при організації пасажирських автомобільних перевезень в Україні є:

- ДСТУ 2610-94 «Пасажирські автомобільні перевезення. Терміни та визначення» - встановлює основні терміни та визначення, що використовуються в галузі

пасажирських автомобільних перевезень;

- ДСТУ 2984-95 «Засоби транспортні дорожні. Типи. Терміни та визначення» - визначає терміни для дорожніх транспортних засобів, включаючи автобуси, що використовуються для перевезення людей;

- ДСТУ EN 13816:2022 «Перевезення. Логістика та послуги. Громадський пасажирський транспорт. Визначення, цільова призначеність і кількісне оцінювання якості наданих послуг» - встановлює критерії та методики для кількісної оцінки якості послуг громадського пасажирського транспорту;

- ДСТУ EN 15140:2022 «Громадський пасажирський транспорт. Основні вимоги та рекомендації щодо систем кількісного оцінювання якості наданих послуг» - містить основні вимоги та рекомендації для систем оцінки якості послуг громадського пасажирського транспорту;

- ДСТУ ГОСТ 30478:2006 «Автобуси для перевезення інвалідів. Загальні технічні вимоги» - встановлює технічні вимоги до автобусів, призначених для перевезення осіб з інвалідністю;

- ДСТУ UN/ECE R 36-03:2005 «Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пасажирських колісних транспортних засобів великої місткості стосовно загальної конструкції» - використовуються для класифікації автобусів та визначення їх технічних і екологічних показників.

У ДСТУ EN 15140:2022 «Громадський пасажирський транспорт. Основні вимоги та рекомендації щодо систем кількісного оцінювання якості наданих послуг» перераховані такі основні групи показників якості за споживчими властивостями пасажирських автомобільних перевезень, що характеризуються ними: показники інформаційного обслуговування; показники комфортності подорожі; показники швидкості; показники своєчасності; показники безпеки багажу; показники безпеки; показники надійності функціонування транспортних засобів; показники професійної придатності виконавців транспортних послуг; показники готовності транспортного засобу та екіпажу до виконання перевезень; а також окремо виділено економічні показники ефективності пасажирських автомобільних перевезень: вартість проїзду та вартість додаткових послуг, що надаються у дорозі. Навіть просте перерахування груп показників

якості тільки за споживчими властивостями пасажирських автомобільних перевезень дозволяє зробити висновок, що запропонована для реалізації система властивостей, характерна для пасажирських автомобільних перевезень, є суперечливою з точки зору мети, а, отже, і багатокритеріальною.

Рисунок 2.1 – Алгоритм оцінки та вдосконалення якості транспортного обслуговування

Таблиця 2.1 – Показники результативності надання транспортної послуги

Групові властивості послуг	Показники якості
1. Інформативність	- про відправлення та прибуття транспортних засобів; - про послуги, що надаються пасажирам, та їх вартість; - про розміщення необхідних приміщень, засобів зв'язку, об'єктів громадського харчування та ін.
2. Комфортність	- площа (об'єм) приміщення, що припадає на одного пасажира; - частота прибирання транспортних засобів та приміщень; - температура повітря в транспортному засобі та приміщеннях; - освітленість у транспортному засобі та приміщеннях; - допустимі значення шуму, вібрації та вологості; - середнє (допустиме) наповнення салону транспортного засобу та приміщень.
3. Швидкість	- тривалість руху; - середня швидкість руху транспортного засобу; - частота зупинок транспортного засобу.
4. Своєчасність	- частка транспортних засобів, що відправляються за розкладом; - частка транспортних засобів, що прибувають за розкладом; - середній інтервал руху транспортних засобів; - максимальний інтервал руху транспортних засобів.
5. Збереження багажу	- відсоток багажних відправок, що прибувають із пошкодженнями; середня вартість збитків від пошкодження багажу; - вартість відшкодування від втрати багажу.
6. Безпека	- надійність функціонування транспортних засобів (ресурс, термін служби, ймовірність безвідмовної роботи, напрацювання на відмову, періодичність контролю технічного стану транспортних засобів органами державного нагляду, наявність документа, що підтверджує допуск транспортного засобу до експлуатації); - професійна придатність виконавців транспортних послуг (стаж роботи на посаді, рівень кваліфікації (клас водіння), періодичність підвищення кваліфікації, кількість порушень при керуванні транспортними засобами та порушень посадових інструкцій за певний період); - готовність транспортного засобу до виконання конкретного перевезення (укомплектованість екіпажем, знімним обладнанням та інвентарем, забезпеченість нормативною документацією. маршрутними картами та ін.).

Суперечливість мети в системі пасажирських автомобільних перевезень, як правило, викликає досить великі труднощі для отримання оптимальних рішень щодо її організації за наявності високих вимог до об'єктивності аналітичного інструментарію управління, що застосовується. Безумовність цього твердження наголошується практично у всіх наукових працях, присвячених пошукам ефективних рішень при організації систем транспортного обслуговування. У дослідженні [3], присвяченому розробці методологічних аспектів управління якістю транспортного обслуговування, з посиланнями на роботи [2, 5–7] обґрунтовується необхідність удосконалення систем якості транспортного обслуговування, алгоритм якої представлено на рис. 2.1.

Надалі пропонуються огляд груп показників якості транспортних послуг (таблиця 2.1).

Далі показники результативності надання транспортної послуги трансформуються в ієрархічну систему показників, тим самим підтверджуючи висунуту тезу про те, що система транспортного обслуговування населення є складною багаторівневою системою (рис. 2.2), що потребує спеціальних алгоритмів керування.

Але на вищевказаному етапі заявлений методологічний аспект закінчується, і починаються пропозиції, що полягають у тому, щоб розділити (трансформувати) показники якості на так звані «м'які» показники якості, які повинні враховувати функціональні властивості об'єкта, і так звані «жорсткі» показники якості, які повинні виконуватися відповідно до законодавства. На думку багатьох вчених, природно, що «жорстких» показників слід дотримуватись, а «м'які» нормативи мають враховувати побажання пасажирів на основі регулярних опитувань (рис. 2.3).

Важко не розкритикувати запропонований підхід:

- в математиці, як в основному інструменті моделювання, існують такі терміни, як фактор, величина впливу фактора, обмеження та критерії, що є надійним інструментом для досягнення мети при дослідженні систем, при цьому підміна відповідних термінів свідчить про недостатність фундаментальних знань;

- складні соціально-технічні системи повинні створюватися та трансформуватися фахівцями, інженерами та вченими, при цьому сучасна практика, яка повсюдно спирається на опитування (тобто на суб'єктивні оцінки), введена «менеджерами» у

АТП, підміняє об'єктивний науково-методологічний підхід;

- не представлені аналітичні інструменти, обов'язкові для розкриття методології ухвалення управлінських рішень у складних соціально-технічних системах.

У дослідженні [6] з посиланнями на роботи [7, 9] пропонується концепція моделі з метою оцінки якості транспортної послуги з використанням теоретичного та практичного підходів. У цій роботі автори також закономірно дійшли до необхідності застосування багаторівневого та багатокритеріального підходу (рис. 2.4), при цьому оцінка якості послуг, що надається транспортними організаціями або фірмами, проводиться тільки з точки зору споживача.

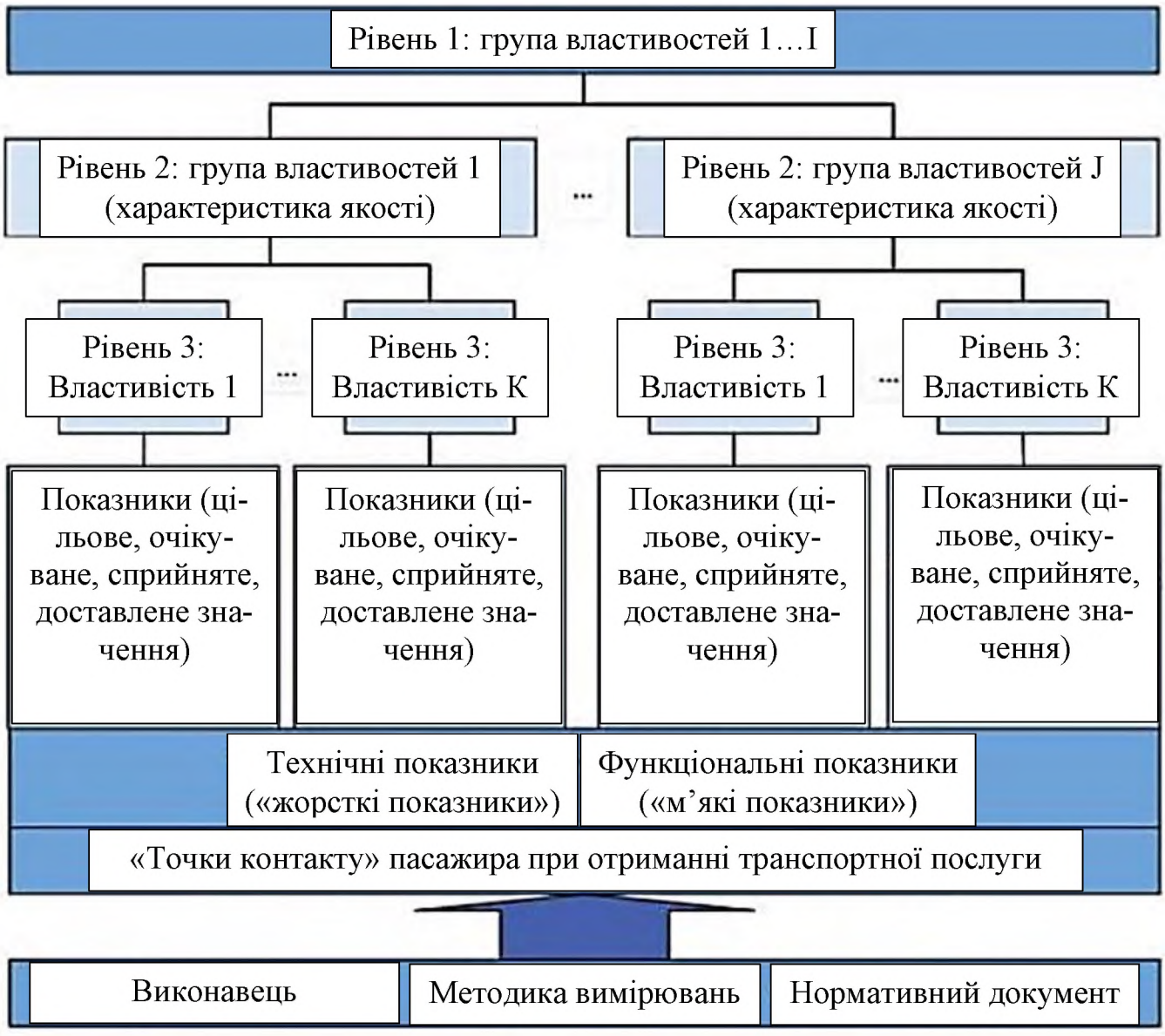


Рисунок 2.2 – Структура системи показників якості

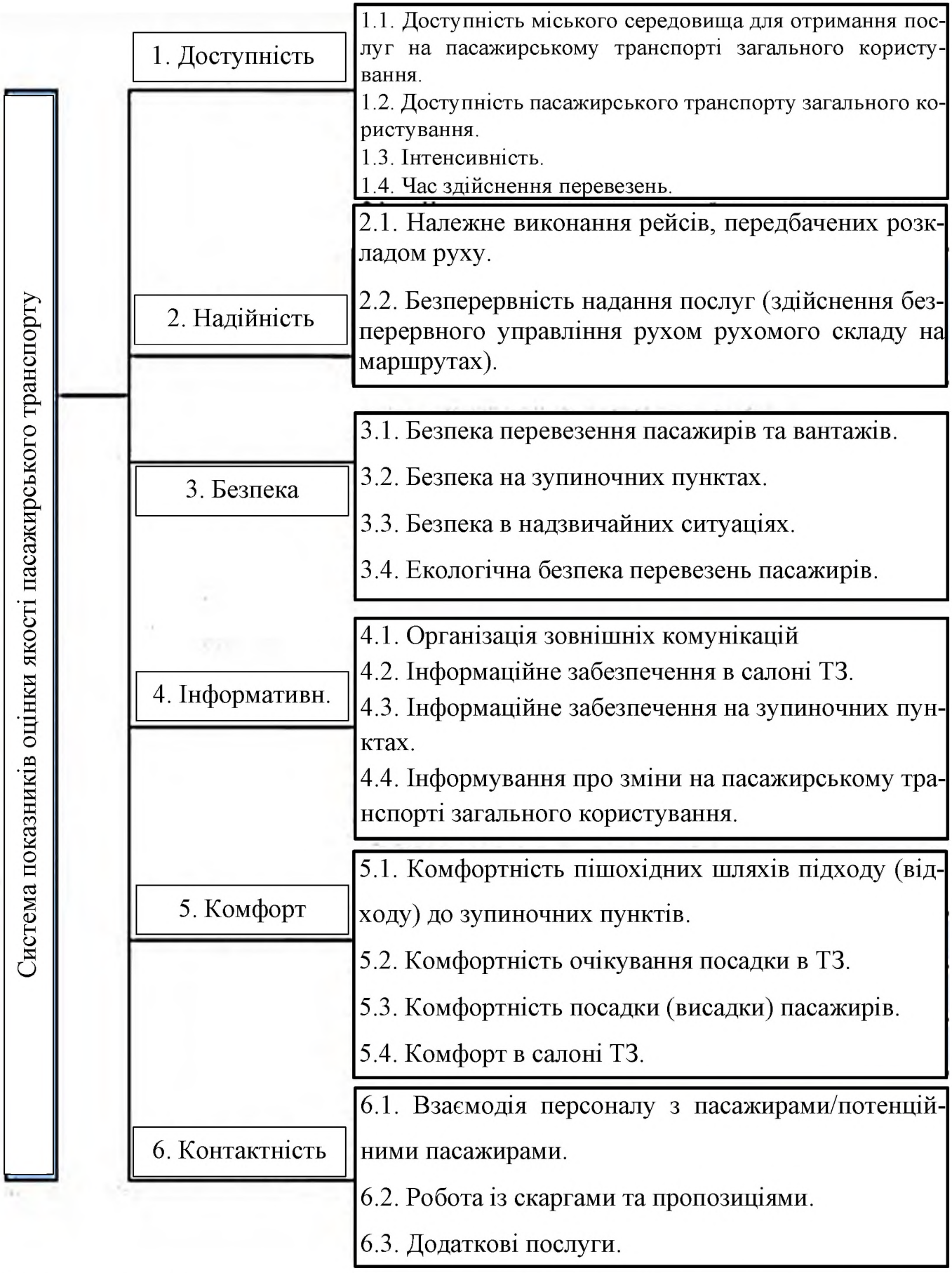


Рисунок 2.3 – Декомпозиція системи показників якості транспорту загального користування

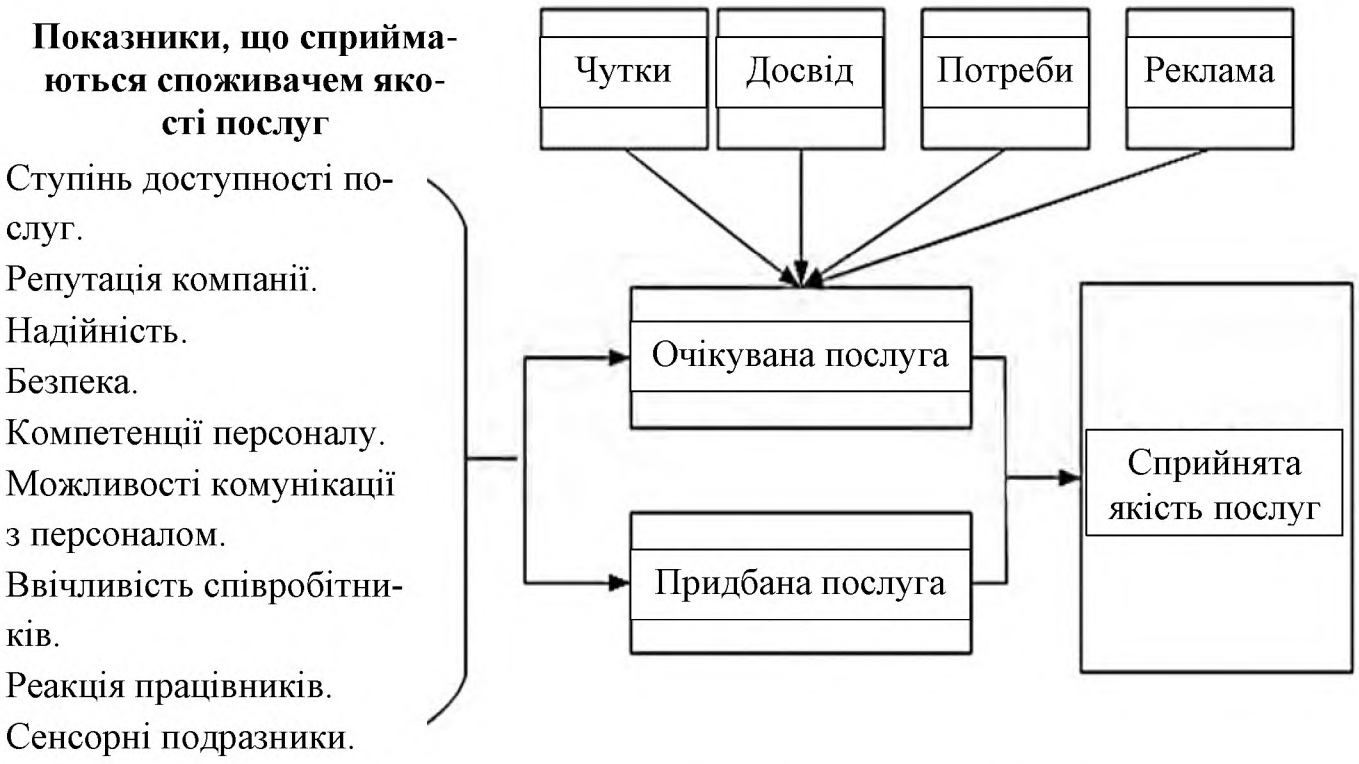


Рисунок 2.4 – Система показників якості транспортних послуг з погляду споживача

Це закономірний підхід, але обмежений у тій мірі, в якій будь-яку соціально-технічну систему не можна розглядати без зовнішніх складових, тобто без оцінки стану довкілля: рівня розвитку транспортної інфраструктури, фінансових можливостей муніципалітетів, екологічних чинників довкілля тощо. Також з організацією систем транспортного обслуговування населення пропонується переймати зарубіжний позитивний досвід без урахування чи дослідження специфічних умов того чи іншого регіону.

У багатьох дослідженнях описано, яким чином у Сеулі (Південна Корея) вдалося пересадити населення з особистого транспорту на громадський, причому населення Сеула віддає перевагу саме автобусам великого класу. Зазначається, що підвищення якості транспортного обслуговування вдалося досягти за рахунок активного розвитку інформаційно-комунікативної складової при організації ПАП. При цьому не вказується, чи потрібно при застосуванні передового зарубіжного досвіду враховувати специфічні умови чи особливості міських агломерацій.

Зокрема, не враховуються такі фактори, як:

- особливості територіальної структури мегаполісів (розчленованість території,

наявність природних та штучних перешкод, взаєморозташування житлових та промислових мікрорайонів тощо);

- площа міста та компактність освоєння території;

- форма транспортних зв'язків (коефіцієнт непрямолінійності транспортних зв'язків) та ін.

Необхідність максимально враховувати факторний простір за допомогою спеціальних математичних методів присвячена дослідженню факторів, що впливають на задоволеність споживачів якістю послуг міського громадського транспорту. Аналіз факторного простору у статті проводиться аргументовано за допомогою спеціалізованого математичного апарату [7].

У результаті визначено шість чинників, найбільш значимих із погляду споживачів транспортних послуг:

- задоволеність частотою руху автобусів на маршруті;

- задоволеність рівнем комфорту та безпеки;

- задоволеність роботою водія автобуса;

- задоволеність роботою кондукторів автобуса;

- задоволеність конфігурацією мережі автобусних маршрутів;

- задоволеність рівнем інформаційного обслуговування.

Зміст і структуру виявлених факторів можна поставити під сумнів з таких причин:

- по-перше, серед виявлених факторів відсутній фактор вартості проїзду – як правило, цей показник завжди значимий для населення, тому виникає сумнів у достовірності експертних оцінок;

- по-друге, знову ж таки відсутні фактори довкілля, що активно впливають на систему ПАП в цілому, що зумовлює досить однобічний та несистемний характер розробки аналітичних інструментів управління якістю транспортного обслуговування (таблиця 2.2).

У таблиці 2.2 знаходить підтвердження теза про необхідність досліджувати під час створення інструментів управління системами транспортного обслуговування на-

селення складнішу структуру критеріїв мети, не обмежуючись лише критеріями задоволеності пасажирів. В іншому випадку створювані системи будуть незбалансованими і, як наслідок, нестійкими. Згідно з інформацією, зазначеною в таблиці 2.2, інтересантів у збалансованій транспортній системі обслуговування населення дещо більше, ніж у проаналізованих вище дослідженнях: насамперед це громадяни; при цьому своя мета є і в транспортних операторів, і в міської влади, і в інвесторів. Важливо, що із створенні пасажирських транспортних систем також слід враховувати чинники негативного впливу довкілля, чинники забезпечення безпеки дорожнього руху (БДД) тощо. Тому справедливо зазначається, що для оптимізації параметрів оцінки ПАП необхідно розуміти, що розглянуті методи оцінки якості пасажирських послуг вимагають удосконалення та систематизації показників якості [7].

Таблиця 2.2 – Цілі та критерії збалансованого розвитку системи транспортного обслуговування

Загальна мета	Завдання	Індекс	Критерій	Вигодонабувачі
Збалансований розвиток	А. Економічні вигоди	А.1.	Скорочення часу поїздки	Громадяни
		А.2.	Економічна ефективність	Транспортні оператори, обласна (міська) влада
		А.3.	Збільшення кількості робочих місць, підвищення зайнятості	Громадяни, обласна (міська) влада
		А.4.	Економічне зростання, зростання інвестиційної привабливості території та області (міста) в цілому	Інвестори, громадяни, обласна (міська) влада
	В. Соціальні вигоди	В.1.	Поліпшення транспортної доступності. Соціальна рівність	Громадяни, обласна (міська) влада
		В.2.	Зростання використання міського та міжміського пасажирського транспорту	Громадяни
		В.3.	Регенерація та благоустрій міських територій	Громадяни
	С. Поліпшення довкілля	С.1.	Забруднення повітря	Громадяни
		С.2.	Шум	Громадяни
		С.3.	Парниковий ефект	Громадяни
		С.4.	Підвищення безпеки дорожнього руху та загальної безпеки	Громадяни

Проведений аналіз наукових джерел, що стосуються дослідження системи показників якості транспортного обслуговування при організації автобусних перевезень, показав, що цю систему та методи оцінки якості транспортного обслуговування необхідно вдосконалювати. Всі перелічені автори сходяться в тому, що дана система є багаторівневою, але при цьому одні автори вказують два рівні, інші три рівні і т.д. Також слід підкреслити, що думка авторів різниться у кількості та змісті аналізованих критеріїв мети, у кількості факторів впливу на стан системи, при цьому також нерідко відсутній облік впливу факторів зовнішнього середовища. У цій ситуації єдиним рішенням, яке може об'єктивно задовольнити усі перелічені вище вимоги, має бути створення аналітичних інструментів, що дозволяють працювати в системі з будь-якою кількістю рівнів, критеріїв та досліджуваних факторів, залежно від заданих умов.

2.2 Організаційні «моделі» транспортного обслуговування населення при взаємодії державних структур із приватними перевізниками

У підрозділі 2.1 роботи було виконано аналіз системи показників якості транспортного обслуговування з організацією автобусних перевезень. Альтернативні структури показників якості транспортного обслуговування, що розглядаються сьогодні, в основному розроблені на підставі стандартів. У цих стандартах крім основних та обов'язкових до врахування показників допускається врахування за необхідності економічних показників. В якості економічних показників ПАП можуть бути використані: загальні (сумарні) витрати на проїзд від пункту відправлення до пункту призначення або вартість проїзду від пункту відправлення до пункту призначення, час перебування в дорозі та ін. Важливо, що економічні показники в стандарті розглядаються як додаткові. На жаль, досить тривалий час економічний аспект розглядався як основний і нерідко єдиний – доти, доки ситуація із забезпеченням безпеки пасажирів, забезпеченням сучасного рівня комфорту, необхідним рівнем інформаційного забезпечення не стала катастрофічною. Протягом кількох років не спостерігалося жодного місяця без повідомлень про ДТП за участю автобусів та загибеллю пасажирів.

Економічний показник не завжди є домінуючим під час виборів моделі транспортного обслуговування населення і в загальному випадку застосовується з деякою трансформацією у бік дотримання низки якісних показників і обмежень. Нагадаємо, які форми організаційних моделей транспортного обслуговування сьогодні застосовуються у суб'єктах України при взаємодії з приватними перевізниками – відповідно до методичних рекомендацій, а також порядку визначення початкової ціни контракту на право здійснення ПАП можливе застосування трьох моделей:

- 1-а модель організації пасажирських перевезень (ОПП) – «Брутто» контракти – модель транспортного обслуговування, застосовувана у низці регіонів. При цьому підході з бюджету міста або регіону виділяються гроші на виконання певного обсягу транспортної роботи, як правило, за одним показником (мотогодини або пасажирокілометри) по існуючій маршрутній мережі, які повинні бути реалізовані у вигляді контракту з перевізниками. У цьому випадку приватному перевізнику немає необхідності вивчати пасажиропотоки, формувати чи оптимізувати графіки та розклад руху. Фактично потрібно буде виконати готове технічне завдання. Також до переваг цієї моделі можна віднести повний контроль роботи маршрутів, високу дисциплінованість перевізників та їхнє прагнення у виконанні 100 % роботи від встановлених обсягів транспортної роботи. Недоліком моделі є необхідність створення у складі підприємств спеціальних структур, які відповідали за контроль та збір плати за проїзд, що вимагатиме значних витрат бюджету.

Видимий ефект на сьогодні – повне оновлення рухомого складу, високі вимоги до оснащення автобусів, культури обслуговування пасажирів. Разом із заходами щодо впровадження зон платного паркування відзначається значне зростання середньої швидкості руху в центрі міста, скорочення кількості дорожньо-транспортних пригод за участю пасажирського транспорту та висока організованість перевізного процесу – мінімальний інтервал на затребуваних маршрутах, зручні пересадочні пункти та широке квиткове меню.

- 2-я модель ОПП – «Нетто» контракти – модель транспортного обслуговування, у межах якої для перевізника визначається рівень рентабельності. Перевізник працює на певних маршрутах і не пов'язаний з показниками виконання транспортної

роботи, а бюджет «доплачує» перевізнику за роботу на маршрутах, покриваючи різницю між його витратами на організацію та виконання транспортної роботи та виручкою, отриманою від продажу квитків.

Відмінним недоліком моделі на сьогоднішній день є недостатня вивченість фактичного пасажиропотоку на маршрутах та відсутність достовірної інформації про фактичну плату за перевезення пасажирів. В даний час дані відомості можна отримати тільки від перевізників і перевірити об'єктивність інформації неможливо, тому виникає досить високий ступінь невизначеності (ймовірність виконання встановлених показників), що значно ускладнює створення ефективних соціально-технічних систем.

Ключовими плюсами обох моделей є можливість встановлення вимог до якості виконання робіт, а також покладання обов'язків щодо передачі моніторингових відомостей, забезпечення безготівкової оплати проїзду та вимог щодо транспортної доступності маломобільних груп громадян – усі ці витрати враховуються при розрахунку початкової (максимальної ціни контракту (ПМЦК).

- 3-тя модель ОПП – розвиток «нетто» моделі. Розрахунок вартості 1 км пробігу проводиться індивідуально для кожного окремого маршруту і включає 4 основні статті витрат (рис. 2.5).

1. Витрати на паливо. Середнє значення – 16,6 грн/км. для дизельного автобуса. При розрахунку враховуються: роздрібна вартість палива, коефіцієнти підвищення, робота опалювачів салону та транспортна норма витрати палива.

2. Витрати на зарплату екіпажу транспортних засобів – водіям та кондукторам. Розраховуються з урахуванням коефіцієнтів за класами автобусів (малий клас, середній клас, великий клас). У розрахунку обов'язки кондуктора виконує водій, що дозволяє знизити витрати за статтею на 8 – 10 грн. на км.

3. Ремонт рухомого складу. У розрахунку враховується вартість запасних частин, обладнання, шин та ПММ, оплата праці робітників з урахуванням коефіцієнтів трудомісткості ремонту за класами техніки.

4. Інші витрати. Розрахунок цього показника відображає додаткові витрати

перевізника на операційну діяльність – враховуються показники «від закупівлі канцелярії та розвезення працівників після опівночі до витрат на утримання охорони та забезпечення транспортної безпеки».

Найменування	Клас автобуса		
	малий	середній	великий
Середнє значення вартості 1 км пробігу автобуса на дизельному паливі, грн./км	40,56	61,27	77,6
Середнє значення вартості 1 км пробігу автобуса на стисненому природному газі, грн./км	35,19	49,56	71,3
Діапазон вартості 1 км пробігу для маршрутів, грн./км	37,7 – 46,05	60,81 – 73,97	70,81 – 84,7

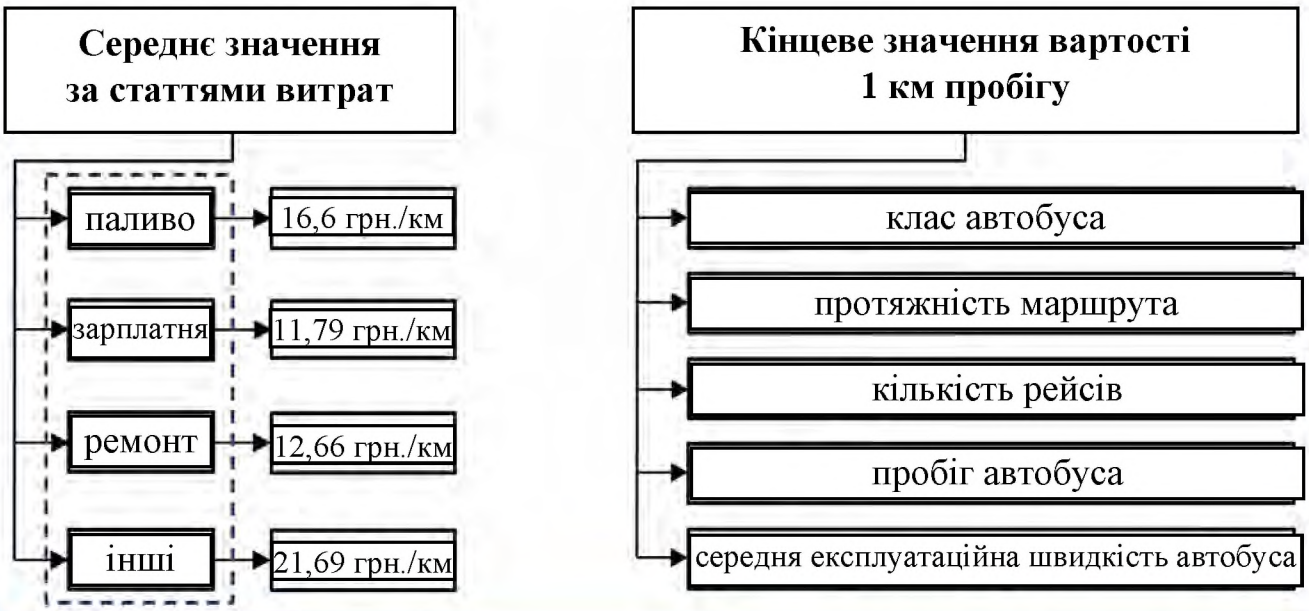


Рисунок 2.5 – Розрахунок вартості 1 км пробігу автобуса за 3-ю моделлю ОПП

Загальний порядок розрахунку ПМЦК наведено у Додатку А. Нижче подано та проаналізовано розрахунок окремих показників роботи автобусів на маршрутах.

Розмір ПМЦК (грн.) визначається за такою формулою:

$$ПМЦК = С - С_{суб} - С_{оі} - П, \quad (2.1)$$

де С – максимальна вартість роботи транспортних засобів (ТЗ), грн.;

$С_{суб}$ – розмір субсидії, грн.;

C_{oi} – витрати підрядника на придбання, встановлення та експлуатацію додаткового обладнання, грн.;

П – запланована плата за проїзд пасажирів, що залишається в розпорядженні підрядника, грн.

Максимальна вартість роботи транспортних засобів у *t*-й рік виконання контракту C_t (грн.) розраховується за формулою:

$$C_t = S_t \cdot R \cdot \frac{L_t}{\beta} + P_{kt} + M \cdot Ц \cdot I_{mo\,t} \cdot \frac{r}{12 \cdot T_п}, \quad (2.2)$$

де S_t – максимальна собівартість 1 км пробігу в *t*-й рік дії контракту, грн./км;

R – рівень рентабельності;

L_t – запланований пробіг ТЗ в *t*-й рік дії контракту, км;

β – коефіцієнт використання пробігу;

P_{kt} – винагорода за реалізацію квитків у *t*-й рік виконання контракту, грн.;

M – максимальна кількість ТЗ, од.;

Ц – середня ринкова вартість ТЗ, грн./од.;

$I_{mo\,t}$ – індекс цін на машини та обладнання у *t*-й рік виконання контракту;

r– загальна кількість місяців виконання договору, зокрема неповних, міс.;

$T_п$ – термін корисного використання, років.

Формула (2.2) представляє спрощену трансформацію традиційної моделі розрахунку змінних витрат на експлуатацію рухомого складу АТП. Перші дві складові – це переведення питомого показника (собівартість 1 км пробігу в *t*-й рік виконання контракту) у відповідне значення на конкретному маршруті з урахуванням його протяжності. Останній доданок – це розподіл капітальних вкладень придбання рухомого складу, у якому фактично визначається вартість автобуса з урахуванням терміну його експлуатації (терміну корисного використання).

Для розрахунку максимальної вартості роботи ТЗ необхідно визначити максимальну собівартість 1 км пробігу в *t*-й рік виконання контракту (грн./км). Розрахунок проводиться шляхом підсумовування ключових витрат на обслуговування маршруту та автобусного парку:

$$S_t = P_{\text{отв}t} + P_{\text{окт}t} + CP_t + P_{\text{т}t} + P_{\text{см}t} + P_{\text{шт}t} + P_{\text{то}t} + ПКР_t, \quad (2.3)$$

де $P_{\text{отв}t}$ – витрати на оплату праці водіїв у розрахунку на 1 км пробігу в *t*-й рік виконання контракту, грн./км;

$P_{\text{окт}t}$ - витрати на оплату праці кондукторів у розрахунку на 1 км пробігу в *t*-й рік виконання договору, грн./км;

CP_t – відрахування на соціальні потреби від оплати праці водіїв та кондукторів для 1 км пробігу в *t*-й рік виконання договору, грн./км;

$P_{\text{т}t}$ – витрати на паливо в розрахунку на 1 км пробігу в *t*-й рік виконання договору, грн./км;

$P_{\text{см}t}$ – витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали в розрахунку на 1 км пробігу в *t*-й рік виконання договору, грн./км;

$P_{\text{шт}t}$ – витрати на знос і ремонт шин ТЗ у розрахунку на 1 км пробігу в *t*-й рік виконання договору, грн./км;

$P_{\text{то}t}$ – витрати на технічне обслуговування (ТО) і ремонт ТЗ у розрахунку на 1 км пробігу в *t*-й рік виконання договору, грн./км;

$ПКР_t$ – інші витрати за звичайними видами діяльності у сумі з непрямими витратами для ТЗ у розрахунку на 1 км пробігу в *t*-й рік виконання контракту, грн./км.

Формула (2.3) – це розрахунок змінних витрат по статтям за експлуатацію рухомого складу не враховуючи статті, яка визначає амортизаційні відрахування на відновлення показників працездатності автобусів. Структура розрахунку компонентів формули (2.3) наведена в Додатку А. Розрахунок середньої місячної оплати праці водія (кондуктора) ЗПв (грн/міс) провадиться за формулою

$$ЗП_{\text{в}} = СЗП \cdot k_{\text{зп}} \cdot k_{\text{м}}, \quad (2.4)$$

де *СЗП* – середньомісячна номінальна нарахована заробітна плата працівників великих і середніх підприємств та некомерційних організацій всіх галузей економіки за найближчий минулий звітний рік;

$k_{\text{зп}}$ – коефіцієнт, що враховує диференціацію заробітної плати водіїв (кондуктора) залежно від класу ТЗ (виду маршруту);

$k_м$ – коефіцієнт, що враховує особливості ринку праці в містах з чисельністю населення понад мільйон осіб.

Розрахунок оплати за проїзд у *t*-му році виконання контракту $П_t$ (грн.) визначається за формулою:

$$П_t = П_{t-1} \cdot I_t \cdot \frac{ПВ_t}{ПВ_{t-1}}, \tag{2.5}$$

де I_t – індекс зміни тарифів на перевезення пасажирів за кожний рік строку дії контракту;

$П_{t-1}$ – фактична плата за проїзд пасажирів у *t*-1-му році, грн.;

$$ПВ_t = L_t \cdot Q; \tag{2.6}$$

$$ПВ_{t-1} = L_{t-1} \cdot Q; \tag{2.7}$$

де Q – максимальна місткість ТЗ (кількість пасажирів), пас.;

L_t – запланований пробіг маршрутом у *t*-му році виконання контракту, км;

L_{t-1} – фактичний пробіг ТЗ за маршрутами у *t*-1-му році виконання контракту, км;

більш коректна формула має вигляд:

$$П_t = \begin{cases} П_{t-1} \cdot I_t \cdot \dfrac{ПВ_t}{ПВ_{t-1}}, \text{ якщо } \dfrac{ПВ_t}{ПВ_{t-1}} \le 1; \\ П_{t-1} \cdot I_t, \text{ якщо } \dfrac{ПВ_t}{ПВ_{t-1}} > 1. \end{cases} \tag{2.8}$$

Сенс формул (2.5)–(2.7) та рекурентного співвідношення (2.8) полягає в наступному: по-перше, розмір оплати за проїзд визначається величиною даного показника (тарифу) за попередній період з урахуванням індексу зміни тарифів на перевезення пасажирів за кожний рік строку дії контракту; по-друге, рекурентне співвідношення (2.8) враховує виконання плану перевезення: якщо план виконується, плата за проїзд залишається незмінною, а якщо план не виконується, то величина даного показника знижується.

Всі наведені вище форми організаційних моделей транспортного обслуговування при взаємодії муніципальних структур з приватними перевізниками, включаючи і варіант розвитку «нетто» моделі (виробляється диференційований розрахунок

вартості 1 км пробігу індивідуально для кожного окремого маршруту), є однокритеріальними моделями, для кожної з яких в якості критерія мети в системі встановлюється певний економічний показник. Дані моделі однаково добре працюють лише в умовах, коли попередньо вирішено оптимізаційне завдання щодо організації маршрутів руху в досліджуваній системі.

При реалізації перерахованих вище організаційних моделей транспортного обслуговування населення, при взаємодії муніципальних структур з приватними перевізниками багаторівнева система роз'єднана: відсутні зв'язки між рівнем організації маршрутів руху автобусів і рівнем оцінки ефективності; при цьому ефективність усієї системи в цілому визначається лише з урахуванням економічних критеріїв.. Об'єктивно домогтися отримання комплексного стану якості транспортного обслуговування, що задовольняє всіх користувачів системи населення (тобто одночасно задовольняє економічним критеріям ефективності муніципальних структур та критеріям якості споживачів послуг) у цих умовах неможливо.

2.3 Структура вимірювачів у багаторівневій системі при організації пасажирських автомобільних перевезень

Повторимо тезу про те, що система показників якості транспортного обслуговування при організації автобусних перевезень є багаторівневою, багатокритеріальною та схильною до впливу факторів зовнішнього середовища. У цій ситуації єдиним рішенням, яке може об'єктивно задовольнити усі перелічені вище вимоги, має бути створення аналітичних інструментів, що дозволяють працювати в системі з будь-якою кількістю рівнів, критеріїв та досліджуваних факторів, залежно від заданих умов. У будь-якій системі транспортного обслуговування населення в частині автобусних перевезень при формуванні організаційної моделі з урахуванням взаємодії муніципальних структур з приватними перевізниками важливу роль відіграє як економічна ефективність, так і підтримання необхідного рівня якості транспортних послуг відповідно до інформації, зазначеної в стандартах.

У найбільш загальному вигляді вищеописана модель виглядає так:

$$\begin{cases} З_{АТП} - Д_{АТП} \to \min; \\ K_{об} \geq K_{min} \end{cases} \quad (2.9)$$

або

$$\begin{cases} П_{АТП} \to \max; \\ K_{об} \geq K_{min}, \end{cases} \quad (2.10)$$

де $K_{об}$ – рівень якості транспортного обслуговування населення у кількісних оцінках;

K_{min}– мінімально допустимий згідно з нормативними документами рівень якості транспортного обслуговування населення у кількісних оцінках;

$З_{АТП}$ – витрати АТП, на надання транспортних послуг населенню регіону, грн.;

$Д_{АТП}$ – доходи АТП від надання транспортних послуг населенню регіону, грн.;

$П_{АТП}$ – прибуток АТП від надання транспортних послуг населенню регіону, грн.

Моделі, що визначаються виразами (2.9) та (2.10), відображають існуючі організаційні форми транспортного обслуговування населення приватними перевізниками, коли економічні показники виступають у вигляді критерію, а показник якості транспортного обслуговування населення є лише обмеженням, яке слід дотримуватись при виконанні заданого обсягу транспортної роботи. Цей підхід фактично є однокритеріальною моделлю із встановленими обмеженнями. Сучасні вимоги до систем транспортного обслуговування населення, викладені у державних документах у рамках національних програм (зокрема, у рамках програми «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року») диктують іншу модель, яка визначається виразом

$$\begin{cases} З_{АТП} - Д_{АТП} \to \min; \\ K_{об} \to \max \end{cases} \quad (2.11)$$

або

$$\begin{cases} П_{АТП} \to \max; \\ K_{об} \to \max. \end{cases} \quad (2.12)$$

Таким чином, однокритеріальна модель з одним обмеженням трансформується у складнішу – багатокритеріальну – модель з низкою обмежень. Важливо відзначити, що з дотриманням вимог стандартів та забезпечення якості ПАП за всіма групами

показників модель стає складнішою:

- перша підсистема обслуговування описується моделлю, яка визначається виразом

$$E_{\text{АТП}} \rightarrow \max, \tag{2.13}$$

(де $E_{\text{АТП}}$ – економічні показники в кількісних оцінках), який у свою чергу, тотожний виразу

$$\begin{cases} З_{\text{АТП}} \rightarrow \min; \\ Д_{\text{АТП}} \rightarrow \min; \end{cases} \tag{2.14}$$

- друга підсистема обслуговування описується моделлю, яка визначається виразом

$$K_{\text{об}}\left(K_{\text{іб}}, K_{\text{кп}}, K_{\text{ш}}, K_{\text{св}}, K_{\text{ббб}}, K_{\text{бп}}, K_{\text{нт}}, K_{\text{пі}}, K_{\text{гт}}\right) \rightarrow \min, \tag{2.15}$$

де $K_{\text{іб}}$ – показники інформаційного обслуговування;

$K_{\text{кп}}$ – показники комфортності поїздки;

$K_{\text{ш}}$ – показники швидкості;

$K_{\text{св}}$ – показники своєчасності;

$K_{\text{ббб}}$ – показники безпеки багажу;

$K_{\text{бп}}$ – показники безпеки;

$K_{\text{нт}}$ – показники надійності функціонування транспортних засобів;

$K_{\text{пі}}$ – показники професійної придатності виконавців транспортних послуг;

$K_{\text{гт}}$ – показники готовності транспортного засобу та екіпажу до виконання перевезень.

- комплексна система обслуговування описується моделлю, яка визначається виразом

$$K_{\text{с}} \rightarrow \min, \tag{2.16}$$

де $K_{\text{с}}$ – системний показник якості транспортного обслуговування населення.

Усі наведені у виразах (2.13) – (2.16) вимірювачі досить добре представлені у навчальній та науковій літературі [8–11], а також нормативно-технічній документації. Аналіз зазначених документів показує, що в останні десятиліття вимоги до комфортабельності та ергономічності салонів пасажирських автобусів посилюються. Передбачені у вищезгаданих інформаційних джерелах ергономічні вимоги до пасажирських

салонів автобусів місткістю понад 22 особи, а також спеціальні вимоги щодо перевезення інвалідів проілюстровані на рис. 2.6–2.8.

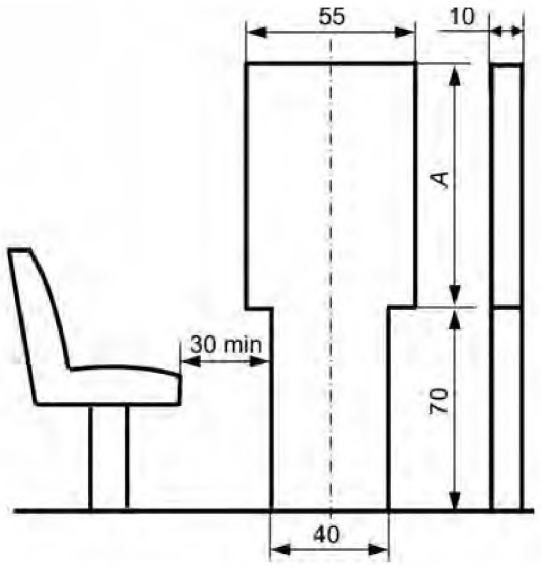


Рисунок 2.6 – Доступ до службових дверей (*A* – висота альтернативного шаблону, $A \geq$ 85 см; інші розміри вказані в см)

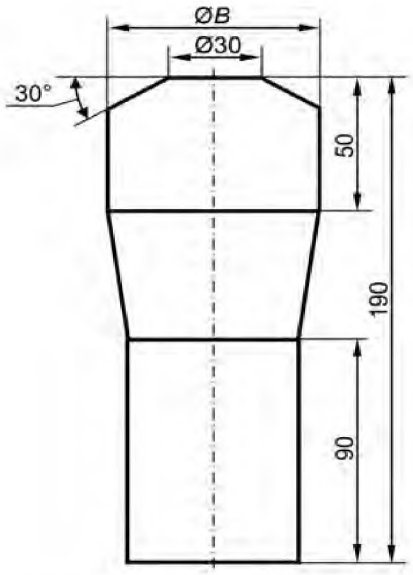


Рисунок 2.7 – Проходи в автобусах ($B \geq 40$ см; решта розмірів вказана в см)

Вимірювачі якості можуть бути одиничними (якість являється функцією одного параметра) або комплексними (якість являється функцією декількох параметрів). Більш детальна інформація представлено в таблиці 2.3.

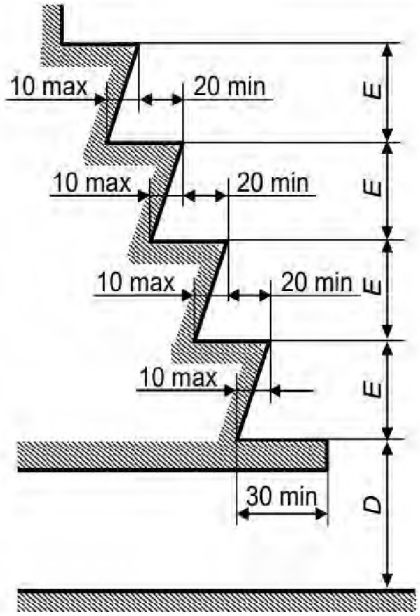


Рисунок 2.8 – Сходинки для пасажирів ($D \leq 43$ см; $E \geq 12$ см;
інші розміри вказані в см)

Крім показників, зазначених у таблиці 2.3, необхідно враховувати найважливіший показник результативності ПАП – витрати часу пасажира на поїздки та отримання послуг. З погляду пасажира якість обслуговування (особливо у містах та населених пунктах) багато в чому визначається загальними витратами часу на поїздку. Хорошим вважається показник, коли витрати часу пасажира на пересування від місць проживання до місць роботи та інших місць масового відвідування (в один кінець) для 80% пасажирів не повинні перевищувати: у великих містах – 40 хв., у решті населених пунктів – 30 хв. Як показують дослідження роботи міського транспорту, сумарні витрати часу на поїздки до різних міст України на 22 … 43 % перевищують зазначені нормативні значення.

Методика розрахунку показника витрат часу пасажира на поїздки та одержання послуг така. Загальні витрати часу на поїздку (хв) описуються виразом:

$$t_{\Sigma} = 2 \cdot t_{\text{под}} + K_{\text{пер}} \cdot (t_{\text{ож}} + t_{\text{сл}}), \tag{2.17}$$

де $t_{\text{под}}$ – витрати часу на піші підходи до зупинного пункту посадки в транспортний засіб за маршрутом, хв.;

$t_{\text{ож}}$ – витрати часу на очікування посадки в транспортний засіб по маршруту, хв.;

$t_{\text{сл}}$ – витрати часу на прямування в транспортному засобі за маршрутом, хв.;

$K_{пер}$ – коефіцієнт пересадочності;

$$K_{пер} = 1 - n_{пер}, \quad (2.18)$$

де $n_{пер}$ – середня кількість скоєних пересадок в дорозі, од.

Таблиця 2.3 – Техніко-економічні показники автобусних перевезень

№ п.п.	Найменування показників	Одиниці виміру
Показники часу		
1	Час повідомлення	хв
2	Час руху	хв
3	Час рейсу у прямому напрямку	хв
4	Час рейсу у зворотному напрямку	хв
5	Час зворотного рейсу	хв
6	Інтервал руху	хв
Показники швидкості швидкість руху		
7	Середньотехнічна швидкість	км/год
8	Швидкість	км/год
9	Експлуатаційна швидкість	км/год
Показники експлуатації рухомого складу		
10	Добова кількість автобусів на маршруті	од.
11	Пасажиромісткість одного автобуса	пас.
12	Коефіцієнт використання місткості	-
13	Коефіцієнт випуску автобусів на лінію	-
14	Кількість автобусо-днів в експлуатації	од.·дн./рік
Показники пробігу та обсягу перевезень		
15	Довжина маршруту	км
16	Кількість рейсів на добу	од.
17	Продуктивний пробіг автобусів	км/добу.
18	Середній добовий обсяг перевезень	пас./добу.
19	Пасажирообіг	пас.·км/добу.
20	Річний обсяг перевезень	пас./рік
21	Річний пасажирообіг	пас·км/рік
Економічні показники		
22	Загальна сума витрат	грн.
23	Собівартість	грн./пас·км
24	Прибуток	грн.
25	Рентабельність	%
26	Доходи	грн.

Середні витрати часу на піші пересування (год) залежать від щільності маршрутної мережі та середньої довжини перегону маршруту, що визначаються за формулою:

$$t_{под} = \frac{\frac{20}{\rho} + \frac{l_п}{4}}{\upsilon_п}, \tag{2.19}$$

де $\upsilon_п$ – середня швидкість пішого ходіння, км/год; $\upsilon_п$ = 5 км/год;

ρ – щільність маршрутної мережі, км$^{-1}$;

$l_п$ – середня довжина перегону маршруту, км.

Час очікування посадки до автобуса залежить від інтервалу руху й у першому наближенні становить половину цього інтервалу. Однак через можливі та регулярні в даний час відхилення параметрів руху автобусів від розкладу, а також можливих відмов у посадці при переповненні автобуса пасажирами час очікування посадки в автобус $t_о$ (хв) доцільно визначати за формулою:

$$t_о = \frac{I_{пл}}{2} + \frac{\sigma_I^2}{2 \cdot I_{пл}} + p_о \cdot I_{еф} = \left(\frac{1}{2} + p_о \right) \cdot I_{еф} \approx 0{,}75 \cdot I_{пл}, \tag{2.20}$$

де $I_{пл}$ – плановий інтервал руху, хв.;

σ_I^2 – середнє квадратичне відхилення (дисперсія) або ймовірнісна характеристика відхилень параметрів руху автобусів від планового інтервалу, хв.;

$p_о$ – ймовірність відмови пасажиру в посадці;

$I_{еф}$ – ефективний інтервал руху, хв.

Ефективний інтервал руху автобусів $I_{еф}$ (хв.) визначається виразом:

$$I_{еф} = I_п + (I_п / \sigma_I^2), \tag{2.21}$$

Ефективний інтервал руху автобусів визначає суб'єктивне збільшення планового інтервалу з точки зору пасажира, що знаходиться на зупиночному пункті і стикається з ситуацією, коли тривалість інтервалу зростає через відхилення від розкладу руху.

Ще одним важливим показником, який визначає якість обслуговування пасажирів, є швидкість сполучення автобусів.

Час проходження за маршрутом $t_{сл}$, (хв.) визначається за формулою:

$$t_{сл} = 60 \cdot \frac{l_{ср}}{\upsilon_c}, \tag{2.22}$$

де $l_{ср}$ – середня дальність поїздки пасажира, км;

υ_c – швидкість сполучення на маршруті, км/год.

Іноді для отримання інтегральної оцінки якості обслуговування пасажирів на окремих маршрутах здійснюють оцінку загального впливу на коефіцієнт якості обслуговування $K_{об}$ ряду показників: коефіцієнта наповнення автобусів; коефіцієнта, що враховує витрати часу на поїздку; коефіцієнта регулярності руху рухомого складу; коефіцієнта безпеки руху під час перевезення пасажирів тощо:

$$K_{об} = K_{\upsilon} \cdot K_{t} \cdot K_{р} \cdot K_{бд}, \tag{2.23}$$

де K_{υ} – коефіцієнт відносного наповнення автобуса;

K_t – коефіцієнт відносних витрат часу на пересування пасажирів;

$K_р$ – коефіцієнт регулярності руху;

$K_{бд}$ – коефіцієнт динамічної зміни рівня ДТП.

Основною науковою проблемою, яка виникає при формуванні систем управління якістю транспортного обслуговування населення ПАП, є різноманіття та різноплановість вимірювачів, що ускладнює процес отримання об'єктивної оцінки ефективності системи, що розробляється або впроваджується. Тому важливо правильно структурувати досліджувану систему з погляду розташування груп вимірювачів на різних рівнях системи та набору досліджуваних властивостей (формувати структуру критеріїв ефективності). Тому логічним буде розділити (диференціювати) групи вимірювачів залежно від того, інтереси яких експлуатантів системи вони відображають:

1. Інтереси системи загалом – це інтереси державного рівня, такі як дотримання державних регламентів.
2. Інтереси муніципальних органів – це насамперед економічні вимірники.
3. Інтереси АТП, що реалізують надання транспортних послуг.
4. Інтереси населення чи громадян, які є споживачами транспортних послуг.

З урахуванням диференціювання структури вимірювачів у досліджуваній системі модель, що описується виразами (2.13)-(2.16) може бути трансформована неодноразово – наприклад, в наступну модель:

- перша підсистема обслуговування описується моделлю, яка визначається виразом (2.13), тотожним виразу (2.14);

- друга підсистема обслуговування описується моделлю, яка визначається виразом (2.15);

- третя підсистема обслуговування описується моделлю, що характеризується виразом;

$$t_{\Sigma} \to \min; \tag{2.24}$$

- комплексна система обслуговування описується моделлю, яка визначається виразом (2.16).

У разі всі групи вимірювачів якості розташовуються одному рівні в окремих підсистемах, причому у кожній підсистемі вирішується багатокритеріальне завдання. Потім результати вирішення багатокритеріальних завдань у окремих підсистемах зіставляються і формують другий рівень, у якому виробляється остаточна оцінка ефективності системи з погляду задоволення якості її експлуатантів.

Можливе й інше рішення:

- перша підсистема обслуговування описується моделлю, яка визначається виразом (2.24);

- друга підсистема обслуговування описується моделлю, яка визначається виразом (2.13), тотожним виразу (2.14);

- третя підсистема обслуговування описується моделлю, яка визначається виразом (2.15);

- четверта підсистема обслуговування описується моделлю, що характеризується виразом;

$$K_{\text{ек}} \to \min, \tag{2.25}$$

де $K_{\text{ек}}$ – показники економічної ефективності транспортного обслуговування населення;

- комплексна система обслуговування описується моделлю, яка визначається

виразом (2.16).

В даному випадку вимірювачі якості можуть розташовуватися на різних рівнях в ієрархічній структурі досліджуваної системи залежно від встановлених пріоритетів і масштабів оцінювання ефективності системи. Основною перевагою підходу, що описується виразами (2.13)–(2.15), (2.23), (2.24), є можливість адаптації даної моделі до різних локацій досліджуваної системи в залежності від різного рівня впливу специфічних факторів, обумовлених різнорідністю кількісних та якісних показників на різних рівнях: цифрового бюджетного фінансування, розвиненості транспортної інфраструктури, стабільності пасажирських кореспонденцій та ін.

2.4 Висновки за розділом 2

У другому розділі представлено доказ того, що в даний час у реалізації організаційних моделей транспортного обслуговування населення при взаємодії муніципальних структур з приватними перевізниками багаторівнева система роз'єднана (тобто відсутні зв'язки між рівнем організації маршрутів руху автобусів і рівнем оцінки ефективності), а ефективність усієї системи в цілому визначається тільки з урахуванням економічних критеріїв. Об'єктивно домогтися отримання комплексного ефективного стану якості транспортного обслуговування, що задовольняє всіх користувачів системи населення (тобто одночасно задовольняє економічні критерії ефективності органів виконавчої влади та критерії якості споживачів послуг), у цих умовах неможливо. Основною науковою проблемою є врахування різноманіття та різноплановості вимірювачів у рамках процесу об'єктивної оцінки ефективності системи, що розробляється або впроваджується. Тому важливо правильно структурувати досліджувану систему з погляду розташування груп вимірювачів на різних рівнях системи та набору досліджуваних властивостей (формувати структуру критеріїв ефективності). На основі всього вищезгаданого були сформовані основні завдання дослідження:

1. Аналіз стану, принципів, структури організації ПАП, що базується на взаємодії складних соціально-технічних систем.

2. Обґрунтування необхідності створення методу організації ПАП та розробки структури вимірювачів багаторівневої системи організації перевезень, що дозволяють враховувати суперечливі критерії мети, що визначаються різнорідним характером властивостей та вимог до перевізників, які надають транспортні послуги населенню.

3. Розробка математичної моделі транспортно-технологічних процесів ПАП, що дозволяє здійснювати об'єктивний вибір способу організації ПАП лише на рівні взаємодії між муніципальними органами та перевізниками.

4. Розробка методики багатокритеріальної оптимізації системи ПАП та формування структури параметрів якості у багаторівневій системі транспортного обслуговування для вибору варіантів переходу на нову модель транспортного обслуговування населення.

5. Розробка алгоритму застосування удосконаленого методу організації пасажирських автомобільних перевезень з урахуванням нової математичної моделі транспортно-технологічних процесів ПАП та формування відповідних рекомендацій для перевізного процесу.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АНАЛІТИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ МЕТОДУ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД ЧАС ЗДІЙСНЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

3.1 Моделювання структури багаторівневої багатокритеріальної системи якості транспортного обслуговування відповідно до регламентуючих документів

Сформована у другому розділі теоретична модель вибору ефективних інструментів організації транспортного обслуговування населення потребує узгодження з актуальними нормативними документами. Відповідно до цих документів та нормативних актів в транспортній моделі повинен враховуватися блок обов'язкових вимірювачів (що складається з низки показників), які відповідають за якість транспортного обслуговування населення в будь-якому регіоні.

Усі обчислювані показники мають розраховуватися зокрема як у агрегованому по регіоні вигляді, так і у розрізі належності до типу територіальної зони (адміністративному поділу). Віднесення до територіальної зони визначається згідно з просторовим входженням об'єктів, що беруть участь у обчисленні показника, у полігон відповідної територіальної зони. Аналогічний принцип має поширюватися на завдання, пов'язані з формуванням графічних та картографічних матеріалів, які відповідають локаціям застосування моделі.

Основний блок обов'язкових вимірювачів, що складається з набору певних показників, у вигляді укрупненої схеми представлений на рис. 3.1.

Представимо модель структури показників якості транспортного обслуговування відповідно до регламентних документів у табличній формі (таблиці 3.1–3.7). У розробленій табличній структурі показників якості транспортного обслуговування населення розглядається можливість застосування трьох підходів, що диференціюються за формою визначення початкової ціни контракту на право здійснення ПАП (див. розділ 2).

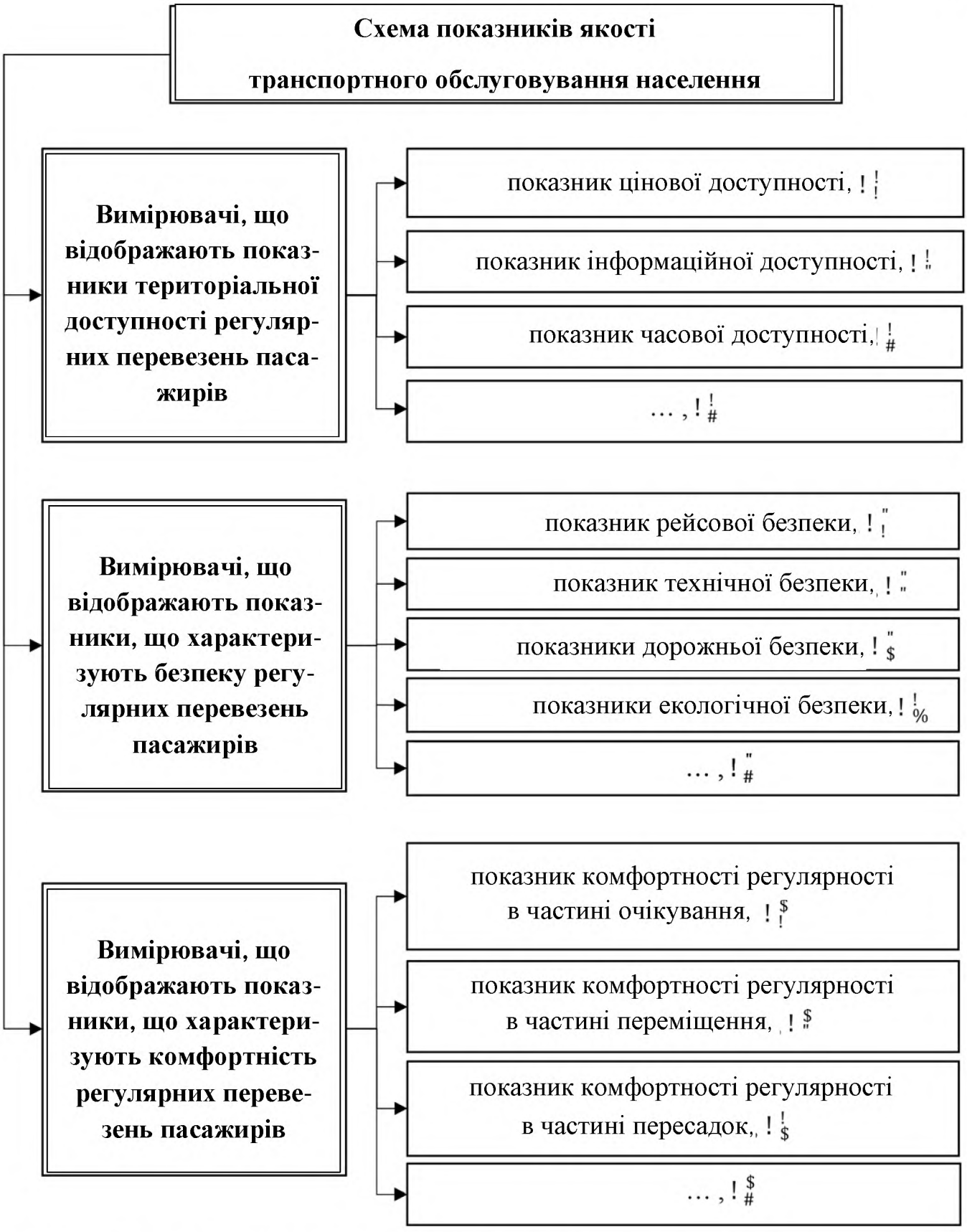


Рисунок 3.1 – Укрупнена схема показників якості транспортного обслуговування у багаторівневій системі при організації ПАП

1-ша модель ОПП - "брутто" контракти. При цьому підході з бюджету міста або регіону виділяються гроші на виконання певного обсягу транспортної роботи (як правило, за одним показником – мотогодини або пасажиро-кілометри, по існуючій маршрутній мережі), які повинні бути реалізовані у вигляді контракту з перевізниками. У цьому випадку приватному перевізнику немає необхідності вивчати пасажиропотоки, формувати чи оптимізувати графіки та розклад руху. Як уже зазначалося, ця форма стимулює оновлення рухомого складу, високі вимоги до оснащення автобусів, культури обслуговування пасажирів, приводить до зростання середньої швидкості руху у центрі міста, скорочення кількості ДТП за участю пасажирського транспорту.

2-а модель ОПП - "нетто" контракти. При цьому підході для перевізника визначається рівень рентабельності. Перевізник працює на певних маршрутах і не пов'язаний з показниками виконання транспортної роботи, а бюджет «доплачує» транспортному перевізнику за роботу на маршрутах, покриваючи різницю між його витратами на організацію та виконання транспортної роботи, та виручкою, отриманою від продажу квитків. І тут видимим ефектом є підвищення регулярності руху транспорту, стимулюється розвиток технологій, безготівкова оплата проїзду.

3-я модель ОПП - розвиток "нетто" моделі ("альтернативна" модель). В даному випадку розрахунок вартості 1 км пробігу проводиться індивідуально для кожного окремого маршруту.

Застосування кожної із трьох вищеописаних моделей ОПП населення, безумовно, зумовлює певні значення показників якості транспортного обслуговування населення. Тому 3-я модель ОПП, що розробляється в дослідженні, є моделлю вибору раціонального варіанту, що дозволяє об'єктивно оцінити ефективність застосування кожного з альтернативних варіантів у конкретних умовах. Таким чином, модель вибору, що розробляється, містить алгоритм розрахунку ефективності кожного з можливих рішень при змінних значеннях показників якості транспортного обслуговування:

$$d_i^{uv} = \sum_{j=1}^{n_v} P_{ij}^{uv} \cdot x_{ij}^{uv} \rightarrow \max \tag{3.1}$$

де d_i^{uv} – ефективність рішення у кількісних оцінках кожного з порівнюваних результатів;

i = 1, 2, ..., m – індекс кількості порівнюваних варіантів рішень (розглядається три варіанти рішень);

j = 1, 2, ..., n_v – індекс кількості порівнюваних показників якості транспортного обслуговування в одиничному матричному операторі (матриці);

v =1, 2, ..., k – індекс кількості матричних операторів (матриць) на одному рівні багаторівневої ієрархічної системи;

u = 1, 2, ..., r – індекс кількості рівнів у досліджуваній багаторівневій системі вибору оптимального з розглянутих варіантів рішень;

x_{ij}^{uv}– змінне значення показника якості транспортного обслуговування, відповідне i-му варіанту рішення, j-му вимірювачеві, v-му матричному оператору і u-му рівню рішення в досліджуваній системі;

P_{ij}^{uv} – ваговий коефіцієнт, індивідуальний при кожному показнику якості транспортного обслуговування відповідний i-му варіанту рішення, j-му вимірювачеві, v-му матричному оператору і u-му рівню рішення в досліджуваній системі.

Врахування отриманого рішення при переході з попереднього рівня на наступний рівень у досліджуваній системі організації транспортного обслуговування здійснюється за допомогою аналітичної умови:

$$\begin{cases} d_i^{u=r+1,v} = \max \sum_{j=1}^{n} P_{ij}^{u=r,v} \cdot x_{ij}^{u=r,v}; \\ 0 < P_{ij}^{u=r,v} < 1. \end{cases} \quad (3.2)$$

Тоді модель структури показників якості транспортного обслуговування, що відповідає сучасним вимогам нормативних документів, може бути представлена як дворівнева система. Кожен рівень містить набір матричних операторів (таблиці 3.1–3.7):

- територіальна доступність;
- цінова доступність;
- інформаційна доступність;
- часова доступність;
- безпека;
- комфортність.

Таблиця 3.1 – 1-й рівень (матриця 1.1) за показником "Територіальна доступність"

Показник «Територіальна доступність»	Відстань/час пішохідної доступності до ЗП, хв.	Частка населення, для якого пішохідна доступність до ОПП знаходиться в межах нормативної відстані/часу	Максимальна відстань/час пішохідної доступності до ЗП, хв.
1-а модель ОПП	x_{11}^{11}	x_{12}^{11}	x_{13}^{11}
2-а модель ОПП	x_{21}^{11}	x_{22}^{11}	x_{23}^{11}
3-я модель ОПП	x_{31}^{11}	x_{32}^{11}	x_{33}^{11}
Мета	min/max	min/max	min/max

Таблиця 3.2 – 1-й рівень (матриця 1.2) за показником "Цінова доступність"

Показник «Цінова доступність»	Сукупні витрати населення на здійснення поїздок, грн.	Частка маршрутів, на яких вартість оплати проїзду залежить від відстані поїздки	Частка маршрутів, на яких можлива оплата проїзним документом
1-а модель ОПП	x_{11}^{12}	x_{12}^{12}	x_{13}^{12}
2-а модель ОПП	x_{21}^{12}	x_{22}^{12}	x_{23}^{12}
3-я модель ОПП	x_{31}^{12}	x_{32}^{12}	x_{33}^{12}
Мета	min/max	min/max	min/max

Таблиця 3.3 – 1-й рівень (матриця 1.3) за показником "Інформаційна доступність"

Показник «Інформаційна доступність»	Частка населення, яке може дізнатися про час прибуття ТЗ	Частка транспортних засобів, підключених до інтелектуальної транспортної системи
1-а модель ОПП	x_{11}^{13}	x_{12}^{13}
2-а модель ОПП	x_{21}^{13}	x_{22}^{13}
3-я модель ОПП	x_{31}^{13}	x_{32}^{13}
Мета	min/max	min/max

Таблиця 3.4 – 1-й рівень (матриця 1.4) за показником «Часова доступність»

Показник «Часова доступність»	Тривалість руху ТЗ протягом доби, хв.	Періодичність (інтервал) руху ТЗ, хв.	Запас часу, що закладається пасажиром на пересування до місця призначення, хв.
1-а модель ОПП	x_{11}^{14}	x_{12}^{14}	x_{13}^{14}
2-а модель ОПП	x_{21}^{14}	x_{22}^{14}	x_{23}^{14}
3-я модель ОПП	x_{31}^{14}	x_{32}^{14}	x_{33}^{14}
Мета	min/max	min/max	min/max

Таблиця 3.5 – 1-й рівень (матриця 1.5) за показником "Безпека"

Показник «Безпека»	Частка ДТП, скоєних з вини водіїв маршрутних транспортних засобів	Частка ДТП, скоєних через технічну несправність маршрутних транспортних засобів	Частка ДТП, скоєних через незадовільний стан доріг	Частка ТЗ, що відповідають певному екологічного класу
1-а модель ОПП	x_{11}^{15}	x_{12}^{15}	x_{13}^{15}	x_{14}^{15}
2-а модель ОПП	x_{21}^{15}	x_{22}^{15}	x_{23}^{15}	x_{24}^{15}
3-я модель ОПП	x_{31}^{15}	x_{32}^{15}	x_{33}^{15}	x_{34}^{15}
Мета	min/max	min/max	min/max	min/max

Таблиця 3.6 – 1-й рівень (матриця 1.6) за показником "Комфортність"

Показник «Комфортність»	Частка ЗП, відповідних встановленим актам технічного регулювання	Частка рейсів, виконенних за розкладом	Максимальна фактична наповнюваність маршрутних транспортних засобів, пас.	Частка ТЗ, оснащених встановленим переліком обладнання та технічних засобів згідно нормативно-правовим актам	Відстань/час пішохідної доступності для пересадок, хв.	Кількість пересадок пасажирів, пас.	Кількість місць пересадки, що забезпечують пересадку та проїзд без додаткової оплати, од.
1-а модель ОПП	x_{11}^{16}	x_{12}^{16}	x_{13}^{16}	x_{14}^{16}	x_{15}^{16}	x_{16}^{16}	x_{17}^{16}
2-а модель ОПП	x_{21}^{16}	x_{22}^{16}	x_{23}^{16}	x_{24}^{16}	x_{25}^{16}	x_{26}^{16}	x_{27}^{16}
3-я модель ОПП	x_{31}^{16}	x_{32}^{16}	x_{33}^{16}	x_{34}^{16}	x_{35}^{16}	x_{36}^{16}	x_{37}^{16}
Мета	min/max	min/max	min/max	min/max	min/max	min/max	min/max

Таблиця 3.7 – 2-й рівень (матриця 2.1): результати рішення

Показник	Результати рішення матриці 1.1	Результати рішення матриці 1.2	Результати рішення матриці 1.3	Результати рішення матриці 1.4	Результати рішення матриці 1.5	Результати рішення матриці 1.6
1-а модель ОПП	d_1^{21}	d_1^{22}	d_1^{23}	d_1^{24}	d_1^{25}	d_1^{26}
2-а модель ОПП	d_2^{21}	d_2^{22}	d_2^{23}	d_2^{24}	d_2^{25}	d_2^{26}
3-я модель ОПП	d_3^{21}	d_3^{22}	d_3^{23}	d_3^{24}	d_32^5	d_3^{26}
Мета	max	max	max	max	max	max

Математична модель структури показників якості в багаторівневій системі транспортного обслуговування населення може бути представлена в наступному вигляді:

в рамках першого ($u = 1$) рівня

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{3} P_{ij}^{11} \cdot x_{ij}^{11} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ \sum_{j=1}^{3} P_{ij}^{12} \cdot x_{ij}^{12} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ \sum_{j=1}^{2} P_{ij}^{13} \cdot x_{ij}^{13} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ \sum_{j=1}^{3} P_{ij}^{14} \cdot x_{ij}^{14} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ \sum_{j=1}^{4} P_{ij}^{15} \cdot x_{ij}^{15} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ \sum_{j=1}^{7} P_{ij}^{16} \cdot x_{ij}^{16} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ 0 < P_{ij}^{1v} < 1,\ i = 1,2,3;\ v = 1,2,...,6;\ j = 1,2,...,n_v; \end{cases} \tag{3.3}$$

в рамках другого ($u = 2$) рівня

$$\begin{cases} \sum_{v=1}^{6} P_i^{2v} \cdot d_i^{2v} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ 0 < P_i^{2v} < 1,\ i = 1,2,3;\ v = 1,2,...,6, \end{cases} \tag{3.4}$$

де P_i^{2v} – ваговий коефіцієнт, індивідуальний при кожному показнику якості транспортного обслуговування, що відповідає *i*-му варіанту рішення, *v*-му матричному оператору і *u*-му ($u = 2$) рівню рішення в досліджуваній системі.

Наступним етапом дослідження є формування структури параметрів якості багаторівневої системі транспортного обслуговування.

3.2 Методика формування структури параметрів якості в багаторівневій системі транспортного обслуговування

3.2.1 Визначення структури показників територіальної доступності

Сформуємо структуру показників територіальної доступності $\{x_{ij}^{11}\}$ у багаторівневій системі транспортного обслуговування населення на основі інформації, зазначеної у джерелах [7, 8]:

1. x_{i1}^{11} – відстань/час пішохідної доступності до зупиночного пункту (ЗП).
2. x_{i1}^{12} – частка населення, для якого пішохідна доступність до ЗП знаходиться в межах нормативної відстані/часу.
3. x_{i1}^{13} – максимальна відстань/час пішохідної доступності до ЗП.

Вихідними даними для визначення показників $\{x_{ij}^{11}\}$ є наступні: масив ЗП із координатами; граф вулично-дорожньої мережі (у тому числі піші колії); масив житлових будівель з координатами і кількісними характеристиками населення; масив соціально значимих об'єктів з координатами та їх населення.

Спосіб обчислення показників $\{x_{ij}^{11}\}$:

- граф вулично-дорожньої мережі (далі «мережі») доповнюється відрізком, що з'єднує точку ЗП із найближчою точкою найближчого ребра графа мережі;
- від точки ЗП у всіх напрямках графа відсікаються відстані, задані у метрах;
- на вказаному наборі відрізків створюється зона з буфером 100 метрів, що дозволяє зробити замикання графа мережі на контури житлових будівель та об'єктів;
- вказана фігура є зоною доступності заданого ЗП;

- населення житлових будівель, що входять до зони доступності хоча б одного ЗП, включається в частку населення, для якого пішохідна доступність до ЗП знаходиться в межах нормативної відстані/часу;

- серед усіх житлових будов, що потрапили до зони доступності хоча б одного ЗП, встановлюється максимальна відстань графа вулично-дорожньої мережі [8].

3.2.2 Визначення структури показників цінової доступності

Визначимо способи обчислення показників цінової доступності $\{x_{ij}^{12}\}$ у структурі багаторівневої системи транспортного обслуговування населення:

1. x_{i1}^{21} – визначається як сукупні витрати населення на здійснення поїздок; розраховується з використанням даних, одержаних на основі транзакцій оплати за проїзд з урахуванням чинних тарифів (грн.).

2. x_{i1}^{22} – відношення кількості (частка) маршрутів, на яких вартість оплати проїзду залежить від відстані поїздки, N_s (од.) до загальної кількості маршрутів $N_ф$ (од.):

$$x_{12}^{12} = \frac{N_s}{N_ф}. \tag{3.5}$$

3. x_{i1}^{32} – відношення кількостей (частка) маршрутів, на яких можлива оплата проїзними документами, N_o (од.) до загальної кількості маршрутів $N_ф$ (од.):

$$x_{13}^{12} = \frac{N_o}{N_ф}. \tag{3.6}$$

Вихідними для визначення значень показників цінової доступності є: дані маршрутної мережі; діючі тарифи; матриця пасажирських кореспонденцій чи дані транзакцій оплати проїзду.

Способи обчислення показника x_{i1}^{12}:

1. За наявності даних транзакцій готівкової та/або безготівкової оплати проїзду сукупні витрати x_{i1}^{12} (грн.) визначаються за допомогою підсумовування значень транзакцій оплати проїзду в різних агрегаціях [7, 8]:

$$x_{i1}^{12} = \sum_{t=1}^{q} T_t \tag{3.7}$$

де T_t – тариф по одній транзакції за одну *t*-ю поїздку, грн./од.;

q – загальна кількість проїздок пасажирів у досліджуваній транспортній системі, од.

2. За відсутності або неповного покриття транзакційних даних можливе обчислення сукупних витрат через матрицю пасажирських кореспонденцій:

- для кожної окремої пасажирської кореспонденції необхідно побудувати можливі варіанти здійснення поїздки на маршрутній мережі;

- обсяг пасажирської кореспонденції розподіляється за варіантами здійснення поїздки обернено пропорційно сукупним грошово-часовим витратам;

- сукупні витрати обчислюються як обсяг пасажирських кореспонденцій кожного варіанта поїздки, помножений на витрати, необхідних для здійснення варіанта поїздки.

3. Також можливий гібридний сценарій обчислень, що поєднує обидва вищеописані способи.

3.2.3 Визначення структури показників інформаційної доступності

Визначимо способи обчислення показників інформаційної доступності $\{x_{ij}^{13}\}$ у структурі багаторівневої досліджуваної системи транспортного обслуговування населення [7, 8]:

1. x_{i1}^{13} – відношення кількості пасажирів населення, яке може дізнатися час прибуття транспортних засобів (ТЗ) на ЗП, $П_s$ (пас.) до загальної кількості населення $П_ф$ (пас.):

$$x_{i1}^{13} = П_s / П_ф, \tag{3.8}$$

2. x_{i2}^{13} – відношення кількості ТЗ, підключених до інтелектуальної транспортної системи (ІТС), $A_{ітс}$ (од.), до загальної кількості ТЗ у досліджуваній транспортній системі $А_{СП}$ (од.).

$$x_{i2}^{13} = A_{ітс} / А_{СП}. \tag{3.9}$$

3.2.4 Визначення структури показників часової доступності

Визначимо способи обчислення показників часової доступності $\{x_{ij}^{14}\}$ у структурі багаторівневої системи транспортного обслуговування населення, що досліджується [7, 8]:

1. x_{i1}^{14}– тривалість руху ТЗ протягом доби, що характеризується часом початку та закінчення руху ТЗ (хв.);

2. x_{i2}^{14} – періодичність (інтервал) руху ТЗ (хв.);

3. x_{i3}^{14} – запас часу, що закладається пасажиром на пересування до місця призначення (хв.);

4. x_{ij}^{14} – у разі розширення структури показників часової доступності можливе включення до системи інших показників, оскільки розроблена математична модель дозволяє працювати з досить великою кількістю параметрів.

Вихідні дані для визначення структури показників часової доступності $\{x_{ij}^{14}\}$: характеристики маршрутної мережі; розклад руху транспортних засобів; дані про рух ТЗ (телеметрію та геопозиціонування) регулярних маршрутів; статистичні дані (матриця) пасажирських кореспонденцій [7, 8].

Спосіб обчислення періодичності руху на основі розроблених та коректованих (онлайн) графіків роботи автобусів:

- для кожного транспортного засобу на маршруті обчислюється відвідування ЗП як наявність «лога» (журнального запису) координат у радіусі деякої кількості (N) метрів від ЗП;

- інтервал руху для кожного відвідування обчислюється як різниця між часом поточного відвідування та найближчим часом відвідування ЗП попереднім транспортним засобом на маршруті.

Спосіб обчислення запасу часу, що закладається пасажиром:

- для кожної окремої пасажирської кореспонденції необхідно побудувати можливі варіанти здійснення поїздки на маршрутній мережі;

- обсяг пасажирської кореспонденції розподіляється за варіантами здійснення поїздки обернено пропорційно сукупним грошово-часовим витратам;

- запас часу, який закладає пасажир для здійснення кореспонденції, визначається часовими витратами для здійснення варіанта поїздки [7, 8].

3.2.5 Визначення структури показників безпеки руху та екологічної безпеки

Визначимо способи обчислення показників безпеки (дорожньої та екологічної) $\{x_{ij}^{15}\}$ у структурі багаторівневої досліджуваної системи транспортного обслуговування населення:

1. x_{i1}^{15} – відношення кількості ДТП, скоєних з вини водіїв маршрутних ТЗ, $N_{вод}^{ДТП}$ (од.) до загальної кількості ДТП з ТЗ, задіяними в системі, $N_{ф}^{ДТП}$ (од.):

$$x_{i1}^{15} = N_{вод}^{ДТП} / N_{ф}^{ДТП} \quad (3.10)$$

2. x_{i2}^{15} – відношення кількості ДТП, скоєних з причини технічної несправності маршрутних ТЗ, $N_{ТЗ}^{ДТП}$ (од.) до загальної кількості ДТП з ТЗ, задіяними в системі, $N_{ф}^{ДТП}$ (од.):

$$x_{i2}^{15} = N_{ТЗ}^{ДТП} / N_{ф}^{ДТП} \quad (3.11)$$

3. x_{i3}^{15} – відношення кількості ДТП, скоєних по причині незадовільного стану доріг, $N_{дор}^{ДТП}$ (од.) до загальної кількості ДТП з ТЗ, задіяними в системі, $N_{ф}^{ДТП}$ (од.):

$$x_{i3}^{15} = N_{дор}^{ДТП} / N_{ф}^{ДТП} \quad (3.12)$$

4. x_{i4}^{15} – відношення кількості частка ТЗ, що відповідають певному екологічного класу, A_e (од.) до загальної кількості ТЗ, задіяними в системі АСП (од.):

$$x_{i4}^{15} = A_e / A_{СП} \quad (3.13)$$

5. x_{ij}^{15}– у разі розширення структури показників безпеки можливе включення до системи інших показників, оскільки розроблена математична модель дозволяє працювати з досить великою кількістю параметрів [7, 8].

3.2.6 Визначення структури показників комфортності

Визначимо способи обчислення показників часової доступності $\{x_{ij}^{16}\}$ у струк-

турі багаторівневої системи транспортного обслуговування населення, що досліджується [7, 8]:

1. x_{i1}^{16} – відношення кількості ЗП, що відповідають вимогам, встановленим актами технічного регулювання, $ЗП_е$ (од.) до загальної кількості ЗП, задіяних у системі (на балансі), $ЗП_б$ (од.):

$$x_{i1}^{16} = ЗП_е / ЗП_б \quad (3.14)$$

2. x_{i2}^{16} – відношення кількості рейсів, виконаних за розкладом, $R_ф$ (од.) до загальної кількості рейсів, запланованої в системі $R_р$ (од.):

$$x_{i2}^{16} = R_ф / R_р \quad (3.15)$$

3. x_{i3}^{16} – максимальна фактична наповнюваність маршрутних транспортних засобів (пас.);

4. x_{i4}^{16} – відношення кількості ТЗ, оснащених встановленим переліком обладнання та технічних засобів згідно з нормативно-правовими актами та регіональними документами, $А_{тр}$ (од.) до загальної кількості ТЗ, задіяних у системі $А_{СП}$ (од.):

$$x_{i4}^{16} = А_{тр} / А_{СП} \quad (3.16)$$

5. x_{i5}^{16} – відстань/час пішохідної доступності для пересадок (км/год);

6. x_{i6}^{16} – кількість пересадок пасажирів;

7. x_{i7}^{16} – кількість місць пересадки, що забезпечують пересадку та проїзд без додаткової оплати (од.);

8. x_{ij}^{16} – у разі розширення структури показників комфортності можливе включення до системи інших показників, оскільки розроблена математична модель дозволяє працювати з досить великою кількістю параметрів [7, 8].

Вихідні дані визначення показників комфортності: маршрутна мережа; дані про рух транспортних засобів (телеметрію) регулярних маршрутів; масив ЗП із координатами; граф вулично-дорожньої мережі (у тому числі піші колії); тарифи; матриця пасажирських кореспонденцій [87, 88].

Вихідні дані для визначення структури показників періодичності:

- для кожного транспортного засобу на маршруті обчислюється відвідування ЗП як наявність «лога» (журнального запису) координат у радіусі певної кількості (N) метрів від ЗП;

- інтервал руху для кожного відвідування обчислюється як різниця між часом поточного відвідування та найближчим часом відвідування ЗП попереднім ТЗ на маршруті;

- відхилення відвідування від фіксованого розкладу обчислюється як модуль різниці між часом відвідування та плановим часом прибуття на ЗП;

- коефіцієнт періодичності руху обчислюється як частка рейсів, виконаних без відхилення загальної кількості рейсів;

- рейс може вважатися виконаним без відхилення за одним із трьох критеріїв (конкретні чисельні значення критеріїв, що визначають залік рейсів, можуть бути уточнені): 75 % ЗП на рейсі були пройдені з відхиленням від фіксованого розкладу менше *t* хвилин; 75% ЗП на рейсі були пройдені з відхиленням від запланованого інтервалу менше *t* хвилин; підсумковий час рейсу (різниця між часом відвідування останнього та першого ЗП на рейсі) відхиляється від запланованого менш ніж на *t* хвилин [7, 8].

Спосіб обчислення відстані/часу пішохідної доступності для пересадок [7, 8]:

- граф мережі доповнюється відрізком, що з'єднує точку ЗП із найближчою точкою найближчого ребра графа мережі;

- від точки ЗП у всіх напрямках графа відсікаються задані відстані (деяка кількість N метрів);

- отриманий набір вершин графа вулично-дорожньої мережі є множиною доступності заданого ЗП;

- якщо зони множини доступності двох ЗП перетинаються, така пара ЗП вважається доступною для пересадки;

- відстань пішохідної доступності такої пари ЗП дорівнює сумі довжин ребер графа вулично-дорожньої мережі між ними.

Спосіб обчислення кількості пересадок пасажирів через матрицю:

- для кожної окремої пасажирської кореспонденції необхідно збудувати можливі варіанти здійснення поїздки на маршрутній мережі;

- обсяг пасажирської кореспонденції розподіляється за варіантами здійснення поїздки обернено пропорційно сукупним грошово-часовим витратам;

- кількість пересадок пасажирів обчислюється як сума добутків кількості пересадок у кожному варіанті поїздки на обсяг цього варіанта поїздок [7, 8].

Спосіб обчислення кількості пересадок пасажирів через дані щодо транзакцій оплати проїзду [7, 8]:

- для кожної транзакції здійснюється пошук транзакції того ж пасажира, здійсненої менш як за *t* хвилин до поточної;

- якщо вказану транзакцію знайдено, то поточна транзакція вважається пересадкою.

3.3 Висновки за розділом 3

Представлено опис базових аналітичних інструментів методу організації транспортного обслуговування при здійсненні ПАП: математична модель визначення ефективності застосовуваного способу організації структури показників якості транспортного обслуговування та методика формування структури параметрів якості багаторівневої багатокритеріальної системи транспортного обслуговування.

Математична модель визначення ефективності способу організації структури показників якості транспортного обслуговування передбачає дослідження ефективності застосування трьох моделей:

1-ша модель ОПП («брутто» контракти). При цьому підході з бюджету міста або регіону виділяються гроші на виконання певного обсягу транспортної роботи, як правило, за одним показником (мотогодин або пасажиро-кілометри), за існуючою маршрутною мережею, які повинні бути реалізовані у вигляді контракту з перевізниками.

2-га модель ОПП («нетто» контракти). При цьому підході для перевізника визначається рівень рентабельності (для державних автобусних підприємств розрахунковий рівень рентабельності може становити близько 15%). Перевізник працює на певних маршрутах і не пов'язаний з показниками виконання транспортної роботи, а бюджет «доплачує» транспортному перевізнику за роботу на маршрутах, покриваючи

різницю між його витратами на організацію та виконання транспортної роботи та виручкою, отриманою від продажу квитків.

3-тя модель ОПП (альтернативна, що є результатом розвитку «нетто» моделі). У такому разі розрахунок вартості 1 км пробігу проводиться індивідуально кожному за окремого маршруту.

Застосування кожного із трьох різних варіантів моделі організації транспортного обслуговування населення передбачає наявність певних значень показників якості транспортного обслуговування населення.

Тому модель, що розробляється в дослідженні, є моделлю вибору раціонального варіанту, що дозволяє об'єктивно оцінити ефективність застосування кожного з варіантів у конкретних умовах. Модель вибору, що розробляється, містить алгоритм розрахунку ефективності кожного з можливих рішень при змінних значеннях показників якості транспортного обслуговування. Перехід рішення з попереднього рівня на наступний рівень у багаторівневій системі здійснюється за допомогою аналітичної умови, що описується виразом (3.2).

Розроблена методика формування структури параметрів якості у багаторівневій багатокритеріальній системі транспортного обслуговування насамперед відповідає всім сучасним вимогам нормативних документів. Особливістю даної методики є диференціація всіх досліджуваних параметрів якості транспортного обслуговування населення підсистеми, кожна з яких є як окремий матричний оператор: територіальна доступність, цінова доступність, інформаційна доступність, часова доступність, безпека, комфортність.

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД ЧАС ЗДІЙСНЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

4.1 Розробка алгоритму оцінки ефективності методу організації транспортного обслуговування населення

Апробування методу організації ПАП у багаторівневій та багатокритеріальній системі транспортного обслуговування проводиться у вигляді обчислювального експерименту (ОЕ). ОЕ передбачає аналіз, дослідження, оптимізацію та прогнозування у складних багатопараметричних та багаторівневих системах, коли теоретичне та експериментальне дослідження їх неможливе із застосуванням традиційних методів. Під час проведення ОЕ проводиться заміна вихідного об'єкта (системи транспортного обслуговування населення) його математичною «концепцією» – математичною моделлю.

Основним інструментом обчислювального експерименту є розроблене спеціальне програмне забезпечення алгоритмічною мовою «С++». Блок-схема відповідного алгоритму оцінки ефективності способу організації транспортного обслуговування населення наведено на рис. 4.1 та 4.2. Алгоритм та спеціальне ПЗ розроблені з урахуванням передових досягнень науково-технічного процесу в галузі розвитку цифрових технологій.

Інтерфейс розробленого ПЗ передбачає обов'язкове запровадження параметрів, відповідних структурі показників якості транспортного обслуговування як набору матричних операторів, іменованих: територіальна доступність, цінова доступність, інформаційна доступність, часова доступність, безпека, комфортність.

Його розробка спиралася на праці сучасних вчених в галузі оцінки ефективності імітаційних моделей транспортних систем, об'єктно орієнтованого моделювання та технологій математичного моделювання, основ системного аналізу транспортних систем, імітаційного моделювання транспортних систем, методів визначення прийняття рішень у задачах векторної оптимізації, і навіть методів прийняття рішень за умов невизначеного стану «довкілля».

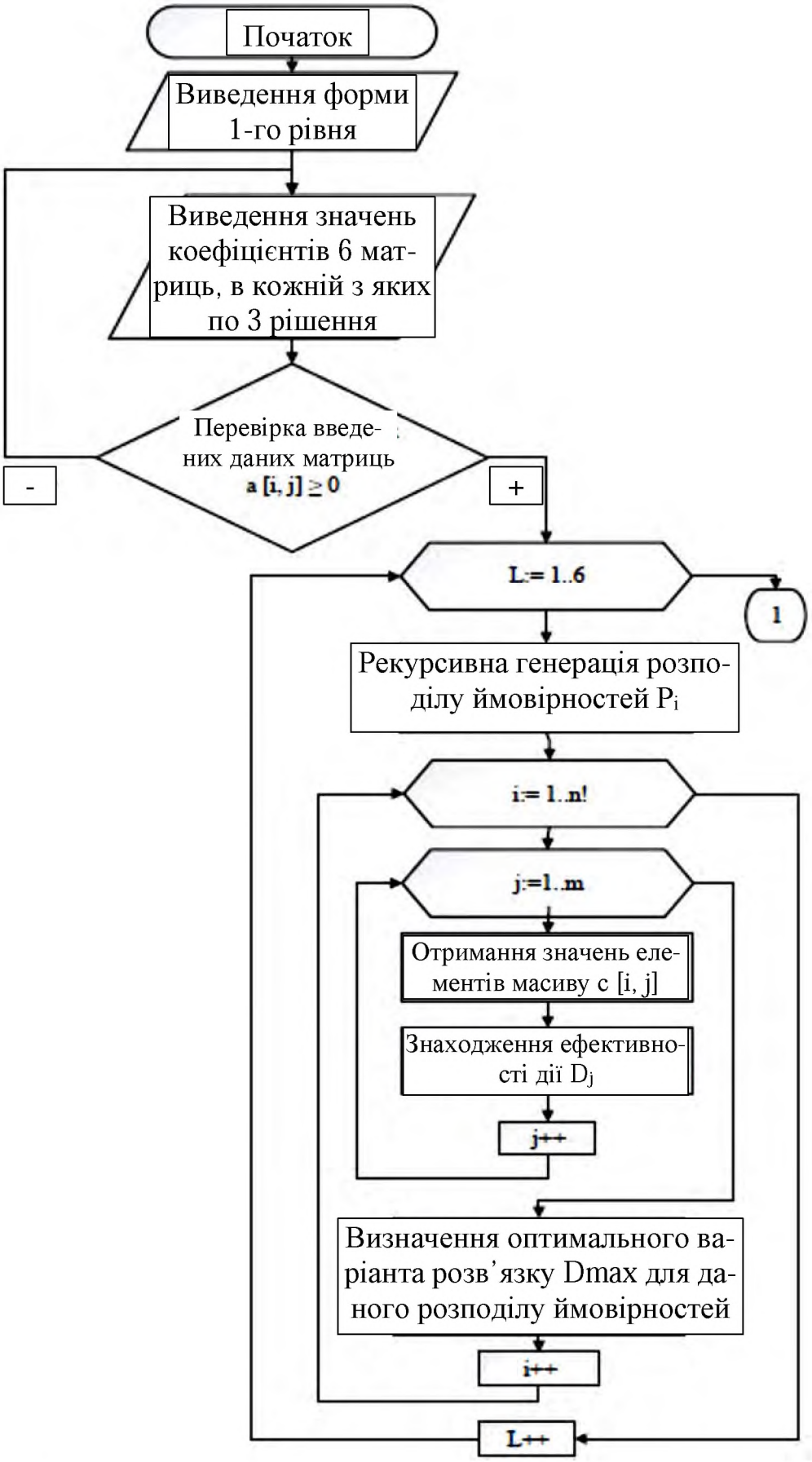


Рисунок 4.1 – Блок-схема алгоритму оцінки ефективності способу організації транспортного обслуговування населення (початок)

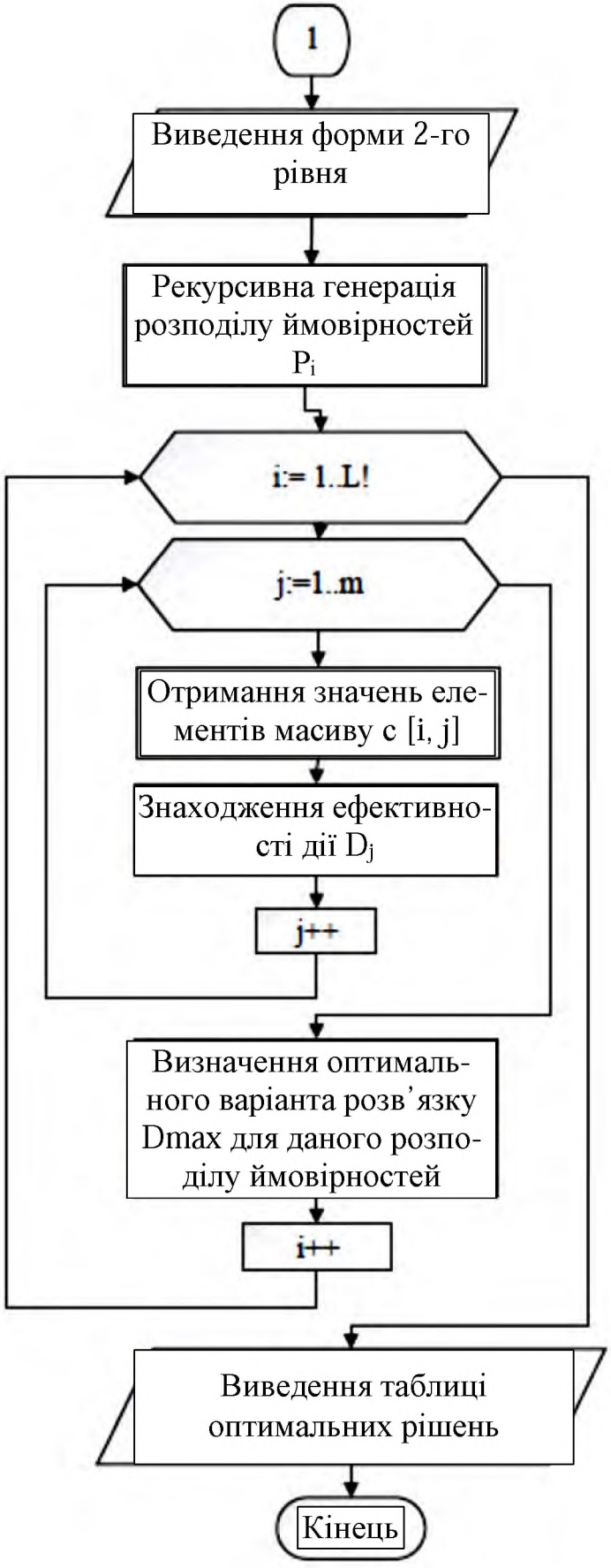


Рисунок 4.2 – Блок-схема алгоритму оцінки ефективності способу організації транспортного обслуговування населення (продовження)

4.2 Вихідні дані для проведення обчислювального експерименту з оцінки ефективності способу організації транспортного обслуговування населення

Вихідним даними для проведення обчислювального експерименту з оцінки ефективності трьох моделей – 1-а модель ОПП (брутто), 2-а модель ОПП (нетто) та 3-я модель ОПП (альтернативна) – були прийняті оціночні значення показників якості обслуговування для шести підсистем: територіальна доступність, цінова доступність, інформаційна доступність.

Значення, що задаються для вихідних даних у рамках виконання ОЕ, наведено у таблицях 4.1–4.6. У процесі обробки вихідних даних проводиться нормування – переведення вихідних значень у відносні значення – з урахуванням мети, що визначається залежно від прикладного значення показника. У розробленому ПЗ процедура нормування значень вихідних даних, що задаються, проводиться в автоматичному режимі.

Таблиця 4.1 – 1-й рівень (матриця 1.1) за показником "Територіальна доступність"

Показник «Територіальна доступність»	Відстань/час пішохідної доступності до ЗП, хв.	Частка населення, для якого пішохідна доступність до ЗП знаходиться в межах нормативної відстані/часу	Максимальна відстань/часпішохідної доступності до ЗП, хв.
1-а модель ОПП	18	0,35	21
2-а модель ОПП	17	0,45	19
3-я модель ОПП	12	0,39	15
Мета	min	max	min

Таблиця 4.2 – 1-й рівень (матриця 1.2) за показником "Цінова доступність"

Показник «Цінова доступність»	Сукупні витрати населення здійснення поїздок, грн.	Частка маршрутів, на яких вартість оплати проїзду залежить від відстані поїздки	Частка маршрутів, на яких можлива оплата проїзним документом
1-а модель ОПП	115	0,11	87
2-а модель ОПП	125	0,09	91
3-я модель ОПП	121	0,08	91
Мета	min	max	max

Таблиця 4.3 – 1-й рівень (матриця 1.3) за показником "Інформаційна доступність"

Показник «Інформаційна доступність»	Частка населення, яке може дізнатися про час прибуття ТЗ на ЗП	Частка транспортних засобів, підключених до інтелектуальної транспортної системи
1-а модель ОПП	0,65	0,87
2-а модель ОПП	0,78	0,89
3-я модель ОПП	0,68	0,90
Мета	max	max

Таблиця 4.4 – 1-й рівень (матриця 1.4) за показником «Часова доступність»

Показник «Часова доступність»	Тривалість руху ТЗ протягом доби, хв.	Періодичність (інтервал) руху ТЗ, хв.	Запас часу, що закладається пасажиром на пересування до місця призначення, хв.
1-а модель ОПП	12	15	1,2
2-а модель ОПП	11	16	1,3
3-я модель ОПП	10	14	1,1
Мета	max	min	min

Таблиця 4.5 – 1-й рівень (матриця 1.5) за показником "Безпека"

Показник «Безпека»	Частка ДТП, скоєних з вини водіїв маршрутних транспортних засобів	Частка ДТП, скоєних через технічні несправності маршрутних транспортних засобів	Частка ДТП, скоєних через незадовільний стану доріг	Частка ТЗ, що відповідають певному екологічного класу
1-а модель ОПП	0,12	0,32	0,01	0,35
2-а модель ОПП	0,16	0,45	0,02	0,46
3-я модель ОПП	0,11	0,29	0,03	0,437
Мета	min	min	min	max

Таблиця 4.6 – 1-й рівень (матриця 1.6) за показником "Комфортність"

Показник «Комфортність»	Частка ЗП, які відповідають встановленим актам технічного регулювання	Частка рейсів, виконаних за розкладом	Максимальна фактична наповнюваність маршрутних транспортних засобів, пас.	Частка ТЗ, оснащених встановленим переліком обладнання та технічних засобів згідно нормативно-правовим актам	Відстань/час пішохідної доступності для пересадок, хв.	Кількість пересадок пасажирів	Кількість місць пересадки, що забезпечують пересадку та проїзд без додаткової оплати, од.
1-а модель ОПП	0,56	0,78	0,8	0,92	13	3	97
2-а модель ОПП	0,62	0,81	0,7	0,90	15	3	99
3-я модель ОПП	0,72	0,88	0,7	0,93	16	2	98
Мета	max	max	max	max	min	min	max

4.3 Оцінка ефективності способу транспортного обслуговування населення

Для проведення ОЕ щодо оцінки ефективності способу транспортного обслуговування населення достатньо з використанням розробленого програмного забезпечення ввести значення вихідних даних та розрахувати їх.

Результати розрахунків, що вивантажуються в окремому файлі (рис. 4.3), містять повну інформацію про всі можливі інформаційні ситуації, які визначаються впливом факторів довкілля в умовах невизначеності, тобто при дотриманні умови:

$$0 < P_{ij}^{uv} < 1 \qquad (4.1)$$

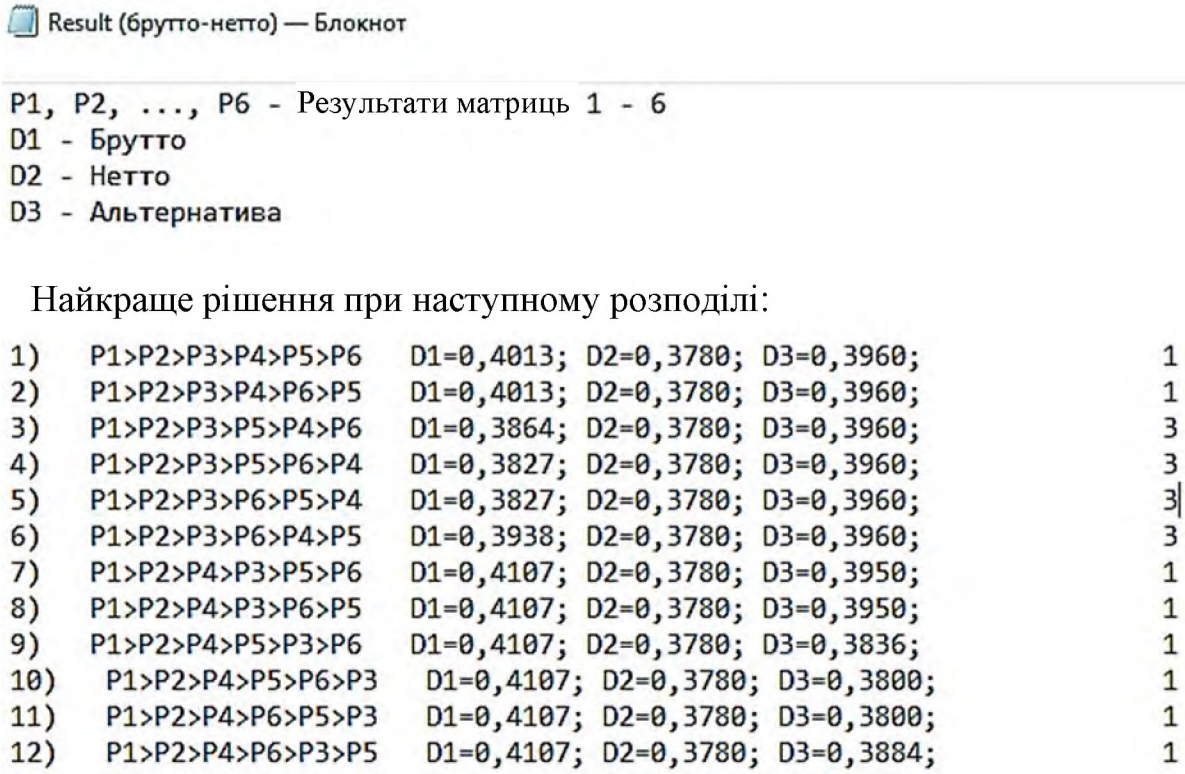


Рисунок 4.3 – Інтерфейс виведення результатів розрахунку

З рис. 4.7 видно, що у друк виведені лише результати розрахунку матриці 2.1 (матриці другого ієрархічного рівня), які містять результати розрахунку 6! = 720 можливих інформаційних ситуацій. Кожна з інформаційних ситуацій визначається перевагою конкретної підсистеми показників якості транспортного обслуговування населення. Таким чином, повний спектр оцінок ефективності того чи іншого способу організації транспортного обслуговування населення є інформаційною базою даних.

Вибірка з інформаційної бази даних про можливі стани ефективності досліджуваних варіантів (спосіб) організації транспортного обслуговування населення представлена на рис. 4.4.

Result (брутто-нетто) — Блокнот

```
1) P1> P2> P3> P4> P5> P6 D1 = 0,4013; D2 = 0,3780; D3 = 0,3960;              1
2) P1> P2> P3> P4> P6> P5 D1 = 0,4013; D2 = 0,3780; D3 = 0,3960;              1
3) P1> P2> P3> P5> P4> P6 D1 = 0,3864; D2 = 0,3780; D3 = 0,3960;              3
4) P1> P2> P3> P5> P6> P4 D1 = 0,3827; D2 = 0,3780; D3 = 0,3960;              3
.........
31) P2> P1> P4> P6> P5> P3 D1 = 0,4107; D2 = 0,3580; D3 = 0,3800;             1
132) P2> P1> P4> P6> P3> P5 D1 = 0,4107; D2 = 0,3580; D3 = 0,3884;            1
133) P2> P1> P5> P4> P3> P6 D1 = 0,3898; D2 = 0,3580; D3 = 0,3836;            1
134) P2> P1> P5> P4> P6> P3 D1 = 0,3898; D2 = 0,3580; D3 = 0,3800;            1
.........
252) P3> P2> P4> P6> P1> P5 D1 = 0,4370; D2 = 0,3510; D3 = 0,4290;            1
253) P3> P2> P5> P4> P1> P6 D1 = 0,4095; D2 = 0,3584; D3 = 0,4290;            3
254) P3> P2> P5> P4> P6> P1 D1 = 0,4095; D2 = 0,3542; D3 = 0,4290;            3
.........
384) P4> P2> P6> P3> P1> P5 D1 = 0,5450; D2 = 0,3510; D3 = 0,3803;            1
385) P4> P3> P2> P1> P5> P6 D1 = 0,5450; D2 = 0,3555; D3 = 0,4105;            1
386) P4> P3> P2> P1> P6> P5 D1 = 0,5450; D2 = 0,3555; D3 = 0,4105;            1
.........
508) P5> P3> P2> P1> P6> P4 D1 = 0,3827; D2 = 0,3558; D3 = 0,3835;            3
509) P5> P3> P2> P6> P1> P4 D1 = 0,3827; D2 = 0,3512; D3 = 0,3835;            3
510) P5> P3> P2> P6> P4> P1 D1 = 0,4004; D2 = 0,3542; D3 = 0,3835;            1
511) P5> P3> P4> P2> P1> P6 D1 = 0,4150; D2 = 0,3584; D3 = 0,3835;            1
512) P5> P3> P4> P2> P6> P1 D1 = 0,4150; D2 = 0,3542; D3 = 0,3835;            1
513) P5> P3> P4> P1> P2> P6 D1 = 0,4150; D2 = 0,3635; D3 = 0,3835;            1
514) P5> P3> P4> P1> P6> P2 D1 = 0,4150; D2 = 0,3635; D3 = 0,3835;            1
.........
630) P6> P3> P2> P1> P4> P5 D1 = 0,3938; D2 = 0,3465; D3 = 0,3955;            3
631) P6> P3> P4> P2> P5> P1 D1 = 0,4273; D2 = 0,3542; D3 = 0,3955;            1
632) P6> P3> P4> P2> P1> P5 D1 = 0,4273; D2 = 0,3510; D3 = 0,3955;            1
633) P6> P3> P4> P5> P2> P1 D1 = 0,4273; D2 = 0,3542; D3 = 0,3955;            1
634) P6> P3> P4> P5> P1> P2 D1 = 0,4273; D2 = 0,3574; D3 = 0,3955;            1
635) P6> P3> P4> P1> P5> P2 D1 = 0,4273; D2 = 0,3543; D3 = 0,3955;            1
636) P6> P3> P4> P1> P2> P5 D1 = 0,4273; D2 = 0,3543; D3 = 0,3955;            1
.........
716) P6> P1> P2> P4> P3> P5 D1 = 0,3990; D2 = 0,3555; D3 = 0,3884;            1
717) P6> P1> P2> P5> P4> P3 D1 = 0,3846; D2 = 0,3555; D3 = 0,3800;            1
718) P6> P1> P2> P5> P3> P4 D1 = 0,3827; D2 = 0,3555; D3 = 0,3776;            1
719) P6> P1> P2> P3> P5> P4 D1 = 0,3827; D2 = 0,3555; D3 = 0,3875;            3
720) P6> P1> P2> P3> P4> P5 D1 = 0,3938; D2 = 0,3555; D3 = 0,3875;            1
Кількість областей, що належать рішенням:
D1=520    D2=0 D3=200
```

Рисунок 4.4 – Вибірка з інформаційної бази даних про можливі стани ефективності досліджуваних варіантів (спосіб) організації транспортного обслуговування населення

Повний спектр оцінок ефективності того чи іншого способу організації транспортного обслуговування населення наведено на рис. 4.5–4.10.

Попередній аналіз інформаційної бази даних станів ефективності системи транспортного обслуговування населення показує абсолютну неоднорідність в результаті оцінки: в деяких інформаційних ситуаціях домінує 1-а модель ОПП (брутто-модель), в деяких – 3-я модель ОПП (альтернативна модель), і в переважній більшості випадків при транспортному обслуговування при досягненні максимуму ефективності 2-а модель ОПП (нетто-модель). Тож для формування рекомендації у кожному даному випадку було зроблено поглиблений аналіз результатів, отриманих за допомогою розроблених методів. На основі інформації, отриманої в процесі аналізу, сформовано такі висновки (рекомендації):

1. Максимально можлива ефективність досліджуваної системи у кількісних оцінках при встановленому оцінному функціоналі може бути досягнута у випадку, наведеному на рис. 4.8. Це 1-а модель ОПП (брутто-модель), D1 = 0,54 у разі переваги підсистеми «Безпека». Цей результат свідчить, що найефективніший спосіб організації транспортного обслуговування населення — це 1-а модель ОПП (брутто-модель), яка реалізована за умов, які потребують підвищеної уваги безпеки перевезень пасажирів й у практичному плані мають на увазі високу інтенсивність руху транспортних засобів, насичену транспортну інфраструктуру тощо. Причому у разі найбільшої переваги підсистеми «Безпека» (коли необхідно активізувати заходи щодо забезпечення безпеки дорожнього руху на досліджуваному ряді інформаційних ситуацій), безумовно, домінує 1-а модель ОПП (брутто-модель).

2. У ряді випадків (див. рис. 4.5), пов'язаних з високою перевагою підсистеми «Територіальна доступність», найбільш ефективною є 3-я модель ОПП (альтернативна модель) D3 = 0,425.

При цьому у випадках недостатньої розвиненості інфраструктури пунктів зупинки, низьких показників щільності вулично-дорожньої мережі тощо, реалізація «альтернативної моделі» допоможе підвищити показники якості у підсистемі «Територіальна доступність». При цьому, у разі найбільшої переваги підсистеми «Територіальна доступність», 3-я модель ОПП (альтернативна модель) домінує лише за умо-

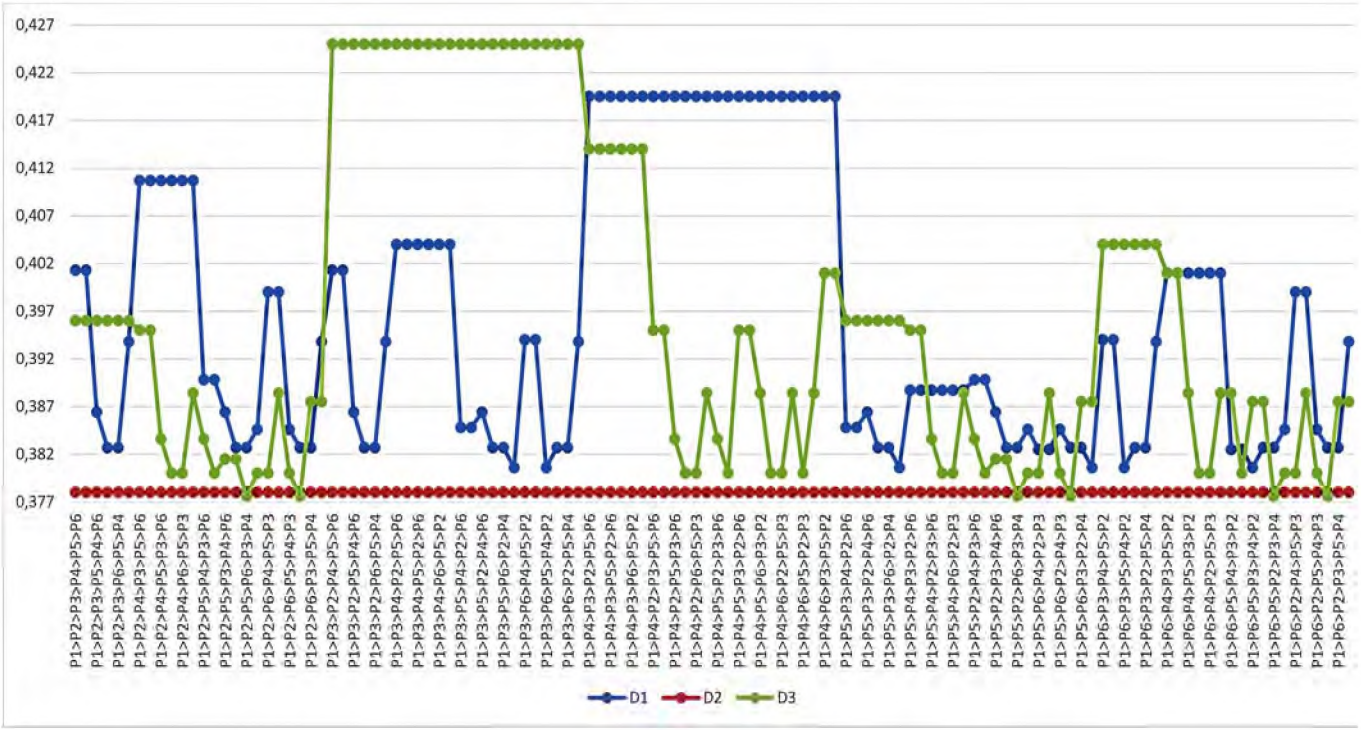


Рисунок 4.5 – Результати оцінки ефективності трьох досліджуваних варіантів (1-а модель ОПП – D1, 2-а модель ОПП – D2, 3-я модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Територіальна доступність»

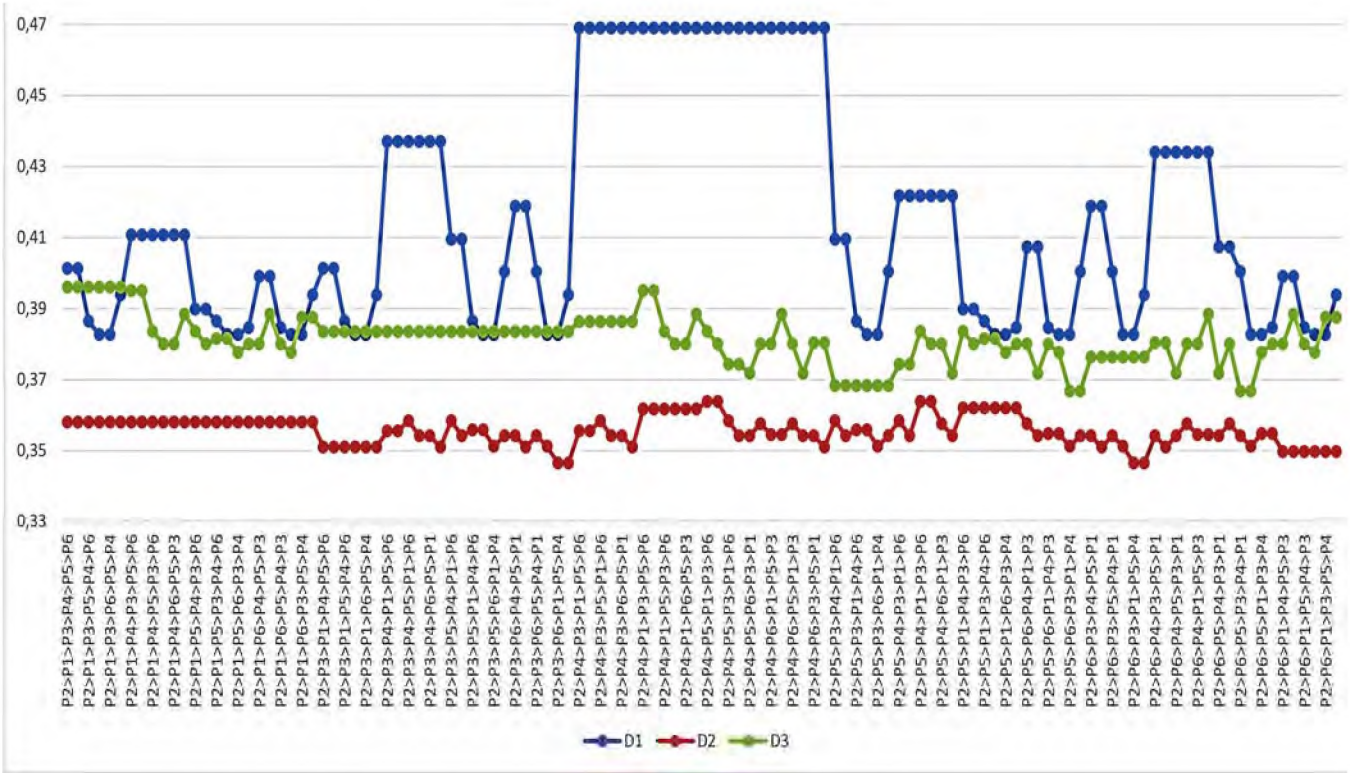


Рисунок 4.6 – Результати оцінки ефективності трьох досліджуваних варіантів (1-а модель ОПП – D1, 2-а модель ОПП – D2, 3-я модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Цінова доступність»

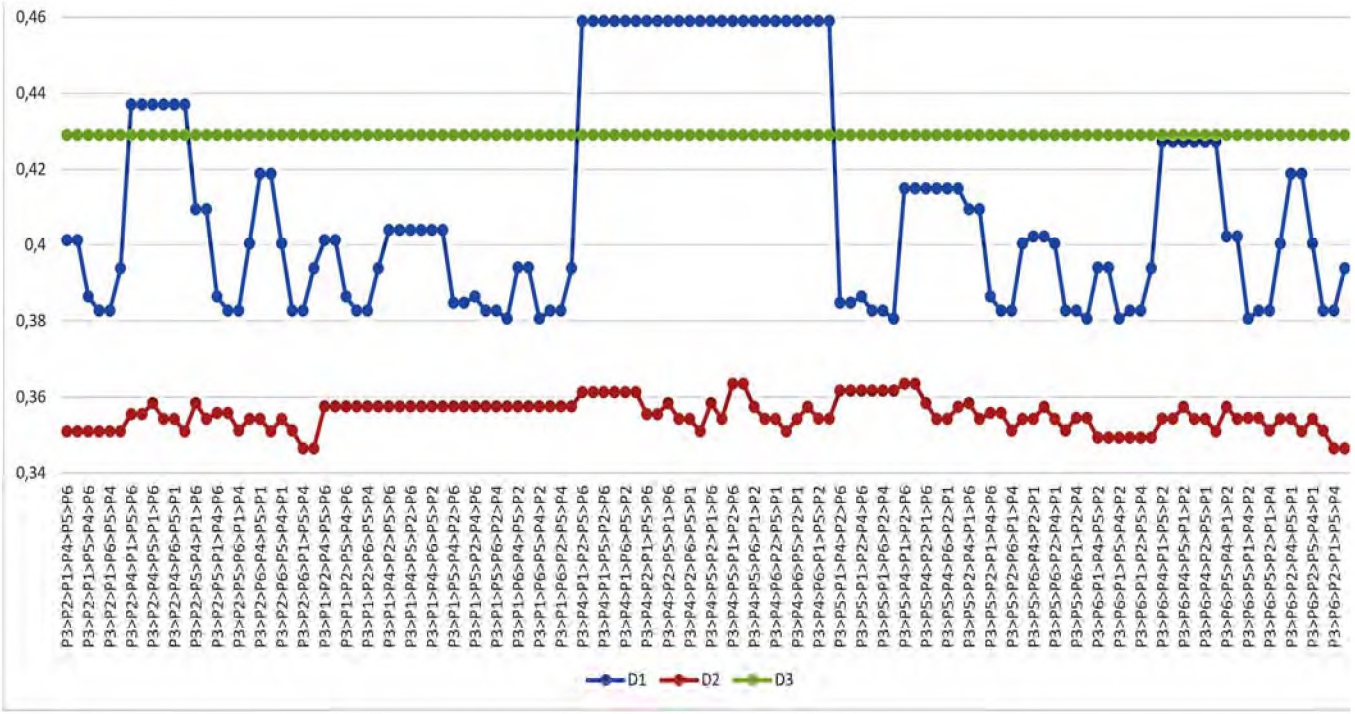


Рисунок 4.7 – Результати оцінки ефективності трьох досліджуваних варіантів (1-а модель ОПП – D1, 2-а модель ОПП – D2, 3-я модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Комфортність»

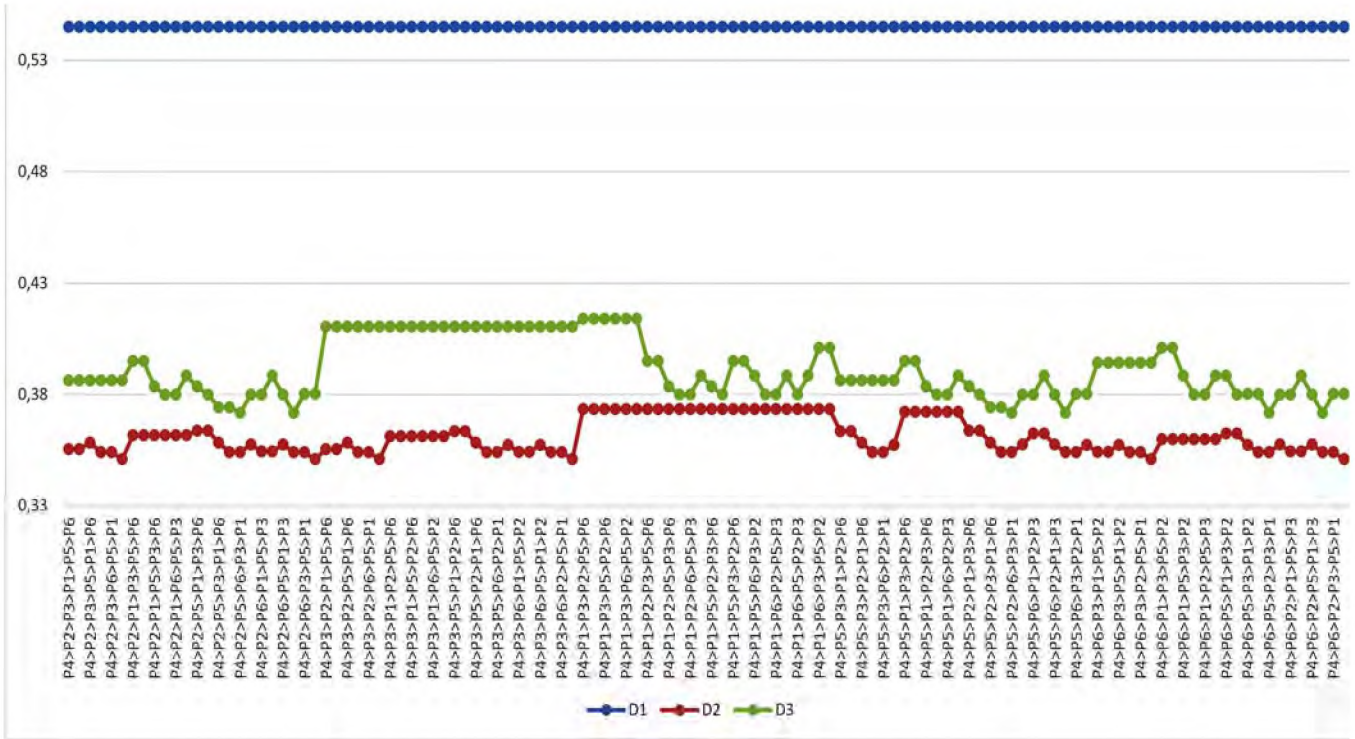


Рисунок 4.8 – Результати оцінки ефективності трьох досліджуваних варіантів (1-а модель ОПП – D1, 2-а модель ОПП – D2, 3-я модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Безпека»

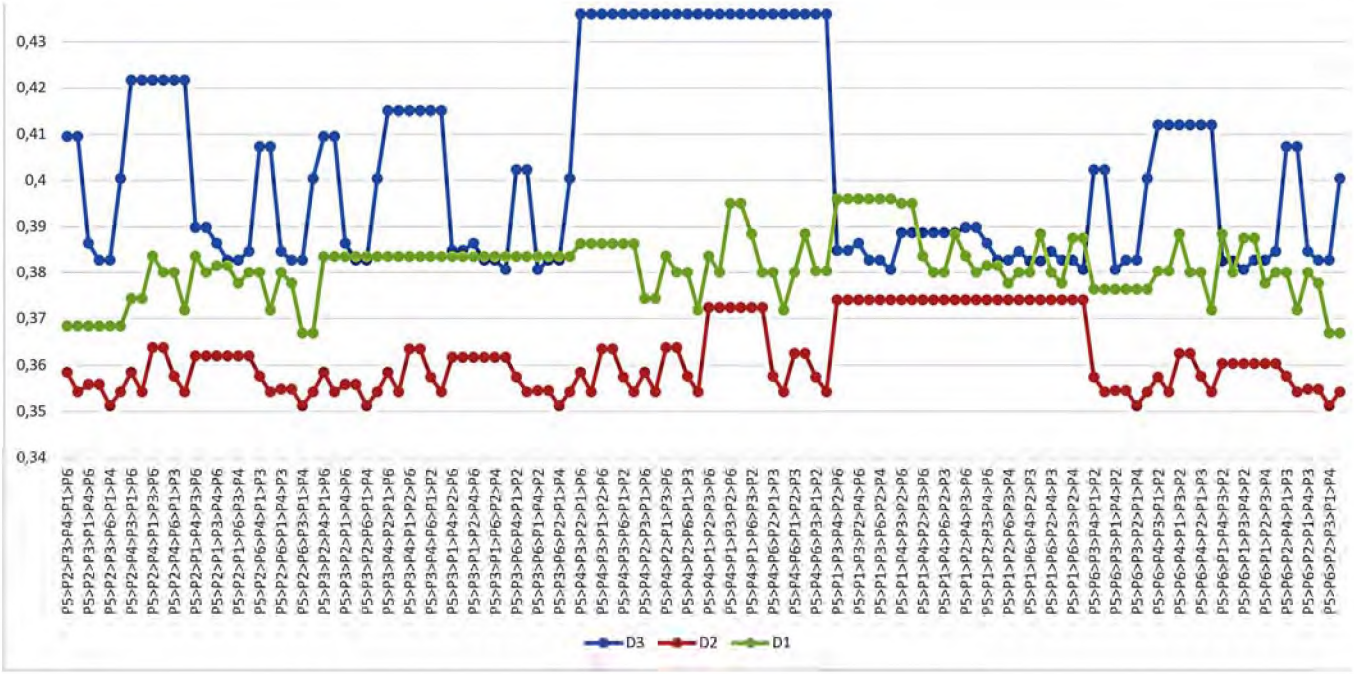


Рисунок 4.9 – Результати оцінки ефективності трьох досліджуваних варіантів (1-а модель ОПП – D1, 2-а модель ОПП – D2, 3-я модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Інформаційна доступність»

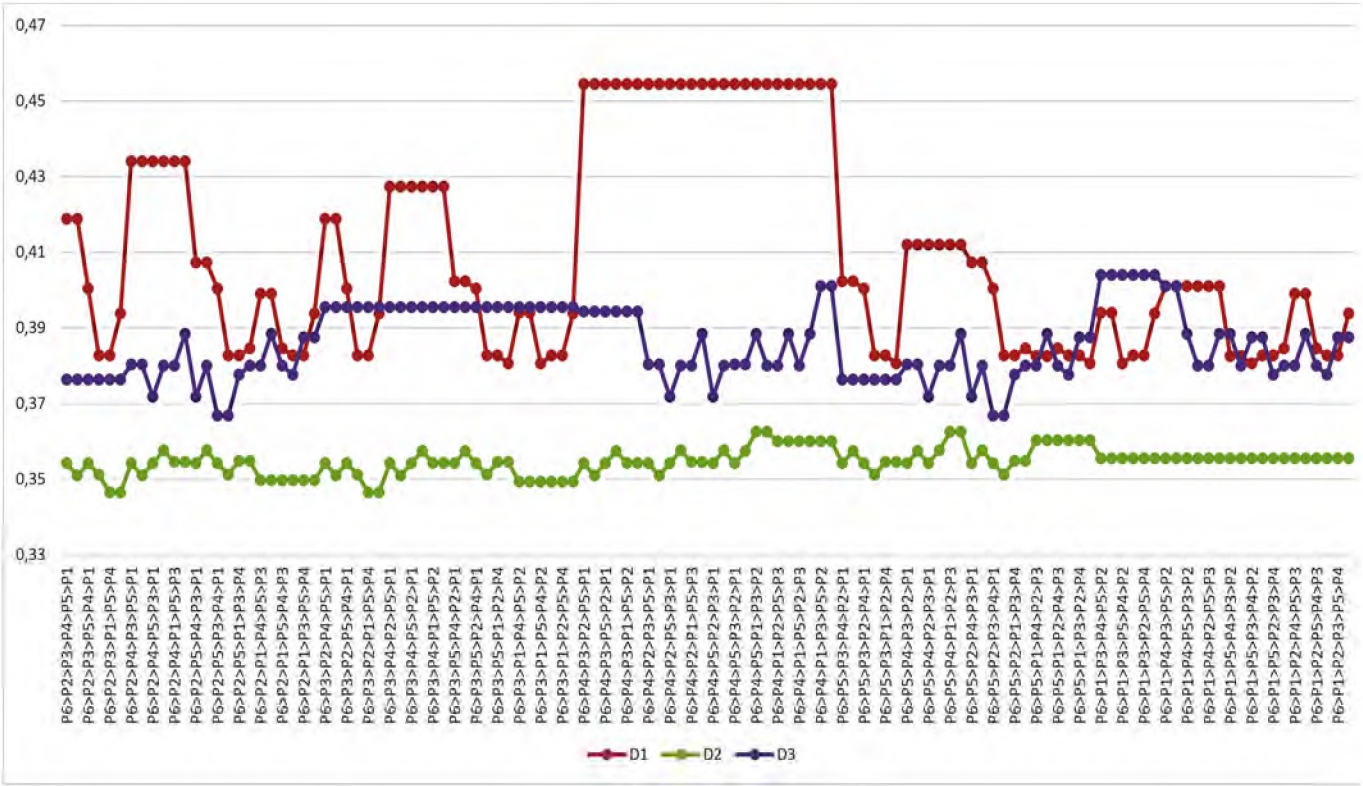


Рисунок 4.10 – Результати оцінки ефективності трьох досліджуваних варіантів (1-а модель ОПП – D1, 2-а модель ОПП – D2, 3-я модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Часова доступність»

ви, коли діє перевага «Р1 (територіальна доступність) значніша за Р3 (комфортність) і значніша за Р4 (безпека)». Якщо відбувається зміна зміної в другій домінанті – «Р1 (територіальна доступність) значніша за Р3 (комфортність) і значніша за Р4 (безпека)», тоді формується рекомендація про застосування способу організації транспортного обслуговування населення – 1-ї моделі ОПП (брутто-моделі).

Таким чином, здійснюючи аналіз кількісних оцінок ефективності кожного з порівнюваних варіантів по всьому інформаційному просторі отриманих рішень, можна рекомендувати конкретний спосіб організації транспортного обслуговування населення для конкретних локацій застосування.

4.4 Висновок за розділом 4

У четвертому розділі апробовано метод організації у багаторівневій та багатокритеріальній системі транспортного обслуговування при здійсненні ПАП, який виконується у вигляді ОЕ. Основним інструментом ОЕ є розроблене спеціальне програмне забезпечення.

У якості вихідних даних для проведення обчислювального експерименту з оцінки ефективності трьох способів – 1-а модель ОПП (брутто-модель), 2-а модель ОПП (нетто-модель) та 3-я модель ОПП (альтернативна модель) – були прийняті оціночні значення показників якості обслуговування для шести підсистем: територіальна доступність, цінова доступність, інформаційна доступність, часова доступність, безпека, комфортність.

В результаті ОЕ був отриманий повний спектр оцінок ефективності системи, що досліджується:

- оцінка ефективності трьох досліджуваних варіантів (1 модель ОПП – D1, 2 модель ОПП – D2, 3 модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Територіальна доступність»;

- оцінка ефективності трьох досліджуваних варіантів (1 модель ОПП – D1, 2 модель ОПП – D2, 3 модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Цінова доступність»;

- оцінка ефективності трьох досліджуваних варіантів (1 модель ОПП – D1, 2 модель ОПП – D2, 3 модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Комфортність»;

- оцінка ефективності трьох досліджуваних варіантів (1 модель ОПП – D1, 2 модель ОПП – D2, 3 модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Безпека»;

- оцінка ефективності трьох досліджуваних варіантів (1 модель ОПП – D1, 2 модель ОПП – D2, 3 модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Інформаційна доступність»;

- оцінка ефективності трьох досліджуваних варіантів (1 модель ОПП – D1, 2 модель ОПП – D2, 3 модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Часова доступність».

Отримані результати свідчать про можливість застосування:

- розробленого методу організації транспортного обслуговування населення як механізму вибору варіантів переходу на нову модель транспортного обслуговування населення;

- ПЗ, що дозволяє впроваджувати на пасажирському транспорті комплекс цифрових сервісів з організації роботи на рівні взаємодії між муніципальними органами та перевізниками, що залучаються до транспортного обслуговування населення: у діяльності АТП, які здійснюють транспортне обслуговування, з метою підвищення ефективності їх діяльності органами муніципальної влади при організації системи транспортного обслуговування населення з метою зниження витрат; при створенні ефективних інструментів цифровізації систем транспортного обслуговування населення автобусними перевезеннями та галузі автомобільного транспорту загалом.

ВИСНОВКИ

1. Виконано аналіз стану, принципів, структури системи організації ПАП. Обґрунтовано необхідність удосконалення методу організації ПАП та розробки вимірювачів безпеки, транспортної доступності та комфортності організації перевезень, що дозволяють враховувати суперечливі критерії мети, що визначаються різнорідним характером властивостей та вимог до перевізників, які надають транспортні послуги населенню.

2. Розроблено математичну модель транспортно-технологічних процесів, що дозволяє приймати науково обґрунтовані управлінські рішення з урахуванням особливостей регіональної маршрутної мережі та бюджетної забезпеченості у трьох категоріях-вимірниках: безпека, транспортна доступність та комфортність.

3. Розроблено методику обґрунтування структури параметрів багаторівневої системи організації ПАП, що дозволяє синтезувати з безлічі параметрів якості елементів системи з різним ступенем їхньої значущості та рівнем ієрархії узагальнений показник ефективності, що забезпечує можливість вибору найкращого варіанта організації ПАП з урахуванням регіональних умов.

4. Розроблено методику багатокритеріальної оптимізації системи ПАП, що дозволяє виявити та науково обґрунтувати комплекс практичних заходів оптимізації системи ПАП за критеріями безпеки, територіальної доступності та комфортності.

5. Виконано оцінку придатності розроблених наукових положень для практичного застосування. Результати експериментальної перевірки підтверджують обґрунтованість наукових висновків та рекомендацій щодо моделювання системи ПАП.

6. Розроблено науково обґрунтовані рекомендації щодо формування необхідного набору цифрових сервісів, які забезпечують універсальний комплексний моніторинг основних параметрів технології пасажирських автомобільних перевезень.

7. Виконано техніко-економічну оцінку вдосконаленого методу організації ПАП. Встановлено, що запровадження пропозицій щодо підвищення ефективності системи ПАП дозволить підвищити показники якості транспортного обслуговування населення: безпека на 15%, транспортна доступність на 10%, комфортність на 100%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2016. 268 с.

2. Борисюк Д. В., Біліченко В. В. Дослідження операцій в транспортних системах. Методичні вказівки для виконання самостійної роботи (студентам спеціальності 275 «Транспортні технології»). Частина 1. Вінниця: ІРВЦ ВНТУ, 2022. 41 с.

3. Борисюк Д. В., Огневий В. О. Дослідження операцій в транспортних системах. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт (студентам спеціальності 275 «Транспортні технології»). Частина 2. Вінниця: ІРВЦ ВНТУ, 2022. 57 с.

4. Соловйова О. О., Висоцька І. І., Герасименко І. М. Загальний курс транспорту. Київ : НАУ, 2019. 244 с.

5. Савченко Л. В., Соловйова О. О. Взаємодія видів транспорту. Київ : НТУ, 2010. 96 с.

6. T. Goldsby, R. Martichenko. Lean Six Sigma Logistics: Strategic Development to Op-erational Success. J. Ross Publishing. 2005. 248 p.

7. B. Villarreal, J. Garza-Reyes, V. Kumar, M. Lim. Improving Road Transport Operations through Lean Thinking: A Case Study. *International Journal of Logistics Research and Applications*. 2016. vol. 20, no 2. P. 163-180.

8. J. Garza-Reyes, J. Beltran Forero, V. Kumar, B. Villarreal, M. Gaston Cedillo-Campos, L. Rocha-Lona. Improving Road Transport Operations using Lean Thinking. *27th International Conference on Flexible Automation and Intelli-gent Manufacturing, FAIM2017*, 27-30 June 2017, Modena, Italy. Procedia Manu-facturing, no 11, 2017, pp. 1900-1907.

9. Ohno T. Toyota Production System. Beyond Large-Scale Production. Portland, Oregon: Productivity Press, 1988. 143 p.

10. B. Villarreal, J. Garza-Reyes, V. Kumar. Lean road transportation – A systematic method for the improvement of road transport operations. *Production Planning & Control*, 2016, vol. 27, no 11, pp. 865-877.

11. J. Womack, D. Jones. Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. New York at al.: Free Press, 2003. 397 p.

12. Розміщення продуктивних сил і регіональна економіка: підручник під редакцією С. І. Дорогунцова. Київ: КНЕУ, 2005. 988 с.

13. Гунько І. В., Гуцаленко О. В. Транспорт – актуальні проблеми та сьогодення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*, 2015. Випуск 2 (90). С. 98-103.

14. Дмитриченко М.Ф., Яцківський Л.Ю., Ширяєва С.В., Докуніхін В.З. Основи теорії транспортних процесів і систем. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2009. 336 с.

15. Маселко Т.Є., Шевченко С.Г. Проблеми управління транспортно-логістичними системами України та перспективи розвитку в контексті європейської інтеграції. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2017. Вип. 12. С. 301-305.

16. Білоус В. А. Досконала дорожня мережа – основа економічного розвитку держави. *Науковий вісник Укр. держ. лісотехн. ун-ту*. Львів, 2005. Вип. 9.11: Сучасна екологія і проблеми сталого розвитку суспільства. С. 159–163.

17. Галкін А.С. Логістичне управління автотранспортним обслуговуванням : навч. посібник. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 212 с.

18. Герзель В.М., Марчук М.М., Фабрицький М.А., Рижий О.П. Організація автомобільних перевезень, дорожні умови та безпека руху: Навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2008. 199 с.

19. Лебідь В.В. Підвищення ефективності управління міжнародними автомобільними перевезеннями на маршрутах МТК з використанням результатів експериментальних досліджень. *Збірка тез доповідей LXIX науково – практичної конференції науково-педагогічних працівників, аспірантів, студентів та структурних підрозділів НТУ*. Київ: НТУ, 2013. С. 225.

20. Стасюк О., Чмирьова Л., Федяй Н. Ринки вантажних та пасажирських перевезень в Україні: проблеми та тенденції. *Ефективна економіка*. 2020. № 9. С. 1–19.

21. Д.В. Борисюк, Є.В. Смирнов. Дослідження операцій в транспортних системах. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт (студентам спеціальності 275 «Транспортні технології»). Частина 1. Вінниця: ІРВЦ ВНТУ, 2022. 52 с.

22. Д.В. Борисюк., В.О. Огневий. Дослідження операцій в транспортних системах. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт (студентам спеціальності 275 «Транспортні технології»). Частина 2. Вінниця: ІРВЦ ВНТУ, 2022. 57 с.

23. Чупрін Є. С., Кондратенко Є. В., Гелеверя Є. М. Аналіз та перспективи розвитку транспортної галузі України з позиції автотранспортних підприємств. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2019. Вип. 24. С. 125–130.

24. Дослідження економічної доцільності автомобільних перевезень / Г. І. Нестеренко та ін. *Логістичне управління та безпека руху на транспорті: зб. наук. пр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти та молодих вчених, м. Рубіжне (Луганська обл.)*, 1–2 груд. 2020 р. Сєвєродонецьк, 2020. С. 126–129.

25. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень / В. В. Аулін та ін. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2020. № 1(11). С. 4–10.

26. Costa A., Fernandes R. Urban public transport in Europe: Technology diffusion and market organization. *Journal of Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2012. Vol. 46, No 2. P. 269–284.

27. Beirão G., Sarsfield-Cabral J.A. Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*. 2007. Vol. 14 (6). P. 478-489.

28. Dragu V. Aspecte specifice ale calităţii în transporturi. *Buletinul AGIR*. 2004. Vol. 3. P. 104–107.

29. Sung-won L. Integrated international transport and logistics system for North-East Asia. UN. ESCAP, 2006. 136 p.

30. Ігнатенко О.С., Марунич В.С. та ін. Пасажирські перевезення: підручник перша частина/ за ред. проф. О.С. Ігнатенко, доц. В.С. Марунича. Київ: НТУ, 2017. 283 с.

31. Марунич В.С. Обґрунтування побудови пасажирських маршрутних систем міст : дис. канд. техн. наук: 05.22.0. Український транспортний ун-т. Київ, 1996. 214 с.

32. Дмитрієв М.М., Воркут Т.А., Марунич В.С. Концепція сітілогістики і пасажирські перевезення. *Вісник Національного транспортного університету. В 2-х частинах. Ч. 2*. 2012. Випуск 26. С. 72-78.

33. Кристопчук М.Є., Лобашов О.О. Приміські пасажирські перевезення: навчальний посібник. Харків: НТМТ, 2012. 224 с.

34. Абрамова І.В., Мельник Ю.С. Стратегічні орієнтири фінансового забезпечення розвитку міського пасажирського транспорту. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. No 2 (62), т. 2. С. 93 - 97.

35. Базилюк А.В., Малишкін О.І. Бухгалтерський і податковий облік автотранспорту та перевезень : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2011. 256 с.

36. Башинська І.О., Філіппов В.Ю. Розумна система міського пасажирського транспорту як складова Smart City: монографія. Харків : Діса плюс, 2018. 220 с.

37. Грицак Н. Ю. Організація бухгалтерського обліку на автотранспортному підприємстві. *Міжнародний збірник наукових праць*. 2011. No 2(20). С. 144-154.

38. Борисюк Д.В., Зелінський В.Й., Білодід В.М. Оцінка та вдосконалення якості транспортного обслуговування пасажирів. *Матеріали XVIII-ї міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»*, 20-22 жовтня 2025 року (м. Вінниця).

Додаток А (обов'язковий).

ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ ПОЧАТКОВОЇ (МАКСИМАЛЬНОЇ) ЦІНИ КОНТРАКТУ

Додаток А
Порядок розрахунку початкової (максимальної) ціни контракту

Формула/ компонент	Опис	Одиниця виміру
$ПМЦК = С - С_{оі} - С_{суб} - П$	Початкова (максимальна) ціна контракту	грн.
C	максимальна вартість роботи транспортних засобів	грн.
$C_{оі}$	витрати підрядника на придбання, встановлення та експлуатацію додаткового обладнання	грн.
$C_{суб}$	розмір субсидії	грн.
$П$	запланована плата за проїзд пасажирів, що залишається у розпорядженні підрядника	грн.
$C_t = (S_t \cdot R \cdot L_t / \beta + P_{k\,t}) + M \cdot Ц \cdot I_{mo\,t} \cdot r / (12 \cdot T_n)$	максимальна вартість роботи ТЗ у t-й рік виконання контракту	грн.
S_t	максимальна собівартість 1 км пробігу у t-й рік виконання контракту	грн./км
R	рівень рентабельності	-
L_t	запланований пробіг ТЗ у t-й рік дії контракту	км
β	коефіцієнт використання пробігу	-
$P_{k\,t}$	винагорода за реалізацію квитків у t-й рік виконання контракту	грн.
M	максимальна кількість ТЗ	од.
$Ц$	середня ринкова вартість ТЗ	грн.
$I_{mo\,t}$	індекс цін на машини та обладнання у t-й рік виконання контракту	-
T_n	термін корисного використання	років
r	загальна кількість місяців виконання контракту, у тому числі неповних	міс.
$St = Р_{опв\,t} + Р_{опк\,t} + СР_t + Р_{т\,t} + Р_{см\,t} + Р_{ш\,t} + Р_{то\,t} + ПКР_t$	максимальна собівартість 1 км пробігу ТЗ у t-й рік виконання контракту	грн./км
$Р_{опвt}$	витрати на оплату праці водіїв у розрахунку на 1 км пробігу у t-й рік виконання контракту	грн./км
$Р_{опк\,t}$	витрати на оплату праці кондукторів у розрахунку на 1 км пробігу у t-й рік виконання контракту	грн./км
$СР_t$	відрахування на соціальні потреби від оплати праці водіїв та кондукторів у розрахунку на 1 км пробігу у t-й рік виконання контракту	грн./км
$Р_{тt}$	витрати на пальне в розрахунку на 1 км пробігу у t-й рік виконання контракту	грн./км
$Р_{смt}$	витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали з розрахунку на 1 км пробігу в t-й рік виконання контракту	грн./км

$Р_{шt}$	витрати на зношування та ремонт шин ТЗ у розрахунку на 1 км пробігу в *t*-й рік виконання контракту	грн./км
$Р_{то}t$	витрати на технічне обслуговування (далі – ТО) та ремонт ТЗ у розрахунку на 1 км пробігу у *t*-й рік виконання контракту	грн./км
$ПКР_t$	інші витрати за звичайними видами діяльності у сумі з непрямими витратами для ТЗ у розрахунку на 1 км пробігу у *t*-й рік виконання контракту	грн./км
$ЗПВ = СЗП \cdot k_{зп} \cdot k_м$	середня місячна оплата праці водія	грн.
$СЗП$	середньомісячна номінальна нарахована заробітна плата працівників великих і середніх підприємств і некомерційних організацій усіх галузей економіки за найближчий минулий звітний рік	грн.
$k_{зп}$	коефіцієнт, що враховує диференціацію заробітної плати водіїв залежно від класу ТЗ	-
$k_м$	коефіцієнт, що враховує особливості ринку праці в містах із чисельністю населення понад мільйон осіб	-
$Р_{опкt} = 12 \cdot 1{,}2 \cdot ЗПК_{max} \cdot АЧК_t \cdot k_{пз} \cdot I_{щ\,t} / (L_t \cdot ФРВ_к)$	витрати на оплату праці кондукторів ТЗ на 1 км пробігу у *t*-й рік виконання контракту	грн./км
12	кількість місяців на рік	міс.
1,2	коефіцієнт, що враховує витрати на оплату основної та додаткової відпустки кондуктора, а також витрати на заробітну плату підмінного кондуктора на період відпустки основного кондуктора	-
$ЗПК_{max}$	максимальне із значень середньої місячної оплати праці водія ТЗ	грн./км
$АЧК_t$	запланована кількість роботи ТЗ	год.
$k_{пз}$	коефіцієнт, що характеризує тривалість підготовчо-заключного часу	-
$I_{щ}t$	індекс споживчих цін для *t*-го року виконання контракту	-
L_t	запланований пробіг ТЗ у *t*-й рік виконання контракту	км
$ФРВ_к$	річний фонд робочого часу кондуктора ТЗ за дотримання нормальної 40-годинної тривалості робочого часу на тиждень	год.
$ЗПК = СЗП \cdot k_{зп} \cdot k_м$	середня місячна оплата праці кондуктора ТЗ	грн.
$СЗП$	середньомісячна номінальна нарахована заробітна плата працівників великих і середніх підприємств і некомерційних організацій усіх галузей економіки за найближчий минулий звітний рік	грн.

$k_{зп}$	коефіцієнт, що враховує диференціацію в оплаті праці кондукторів ТЗ в залежності від виду маршруту	-
$k_м$	коефіцієнт, що враховує особливості ринку праці в містах із чисельністю населення понад мільйон осіб	-
$P_{т\,t} = Ц_т \cdot (H_s / 100 \cdot (1 + 0{,}01 D) + (H_{оп} / V_e \cdot N_c / 12)) \cdot I_{т\,t}$	витрати на паливо для ТЗ на 1 км пробігу в t-й рік виконання контракту	грн./км
$Ц_т$	ціна 1 літра палива	грн./л
H_s	транспортна норма витрати пального	л/100 км
D	поправочний коефіцієнт	-
$H_{оп}$	норма витрати пального на роботу опалювачів салону	л/год
V_e	експлуатаційна швидкість	км/год
N_c	кількість місяців роботи обігрівача салону	-
$I_{тt}$	індекс цін виробників нафтопродуктів для t-го року виконання контракту	-
$P_{смt} = 0{,}075 \cdot P_{тt}$	витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали для ТЗ на 1 км пробігу в t-й рік виконання контракту	грн./км
$P_{тt}$	витрати на пальне в розрахунку на 1 км пробігу у t-й рік виконання контракту	грн./км
$P_{ш\,t} = У_{ш\,t} \cdot I_{м\,t}$	витрати на зношування та ремонт шин ТЗ на 1 км пробігу в t-й рік виконання контракту	грн./км
$У_{ш\,t}$	базові питомі витрати на шини з розрахунку на 1 км пробігу ТЗ у t-й рік виконання контракту	грн./км
$I_{м\,t}$	індекс цін на машини та обладнання для t-року терміну дії контракту у t-й рік виконання контракту	-
$P_{то\,t} = ФОП_{рр\,t} + P_{зч\,t}$	витрати на ТО та ремонт ТЗ на 1 км пробігу в t-й рік виконання контракту	грн./км
$ФОП_{ррt}$	витрати на оплату праці ремонтних робітників з відрахуваннями на соціальні потреби у розрахунку на 1 км пробігу ТЗ у t-й рік виконання контракту	грн./км
$P_{зч\,t}$	витрати на запчастини та матеріали, що використовуються при технічному обслуговуванні та ремонті ТЗ у розрахунку на 1 км пробігу у t-й рік виконання контракту	грн./км
$СР_t = (P_{отвt} + P_{откt}) \cdot С_{тс} / 100$	відрахування на соціальні потреби від оплати праці водіїв та кондукторів на 1 км пробігу у t-й рік виконання контракту	грн./км
$P_{опв\,t}$	витрати на оплату праці водіїв у розрахунку на 1 км пробігу у t-й рік виконання контракту	грн./км
$P_{опк\,t}$	витрати на оплату праці кондукторів у розрахунку на 1 км пробігу у t-й рік виконання контракту	грн./км
$С_{тс}$	сумарний тариф відрахувань на соціальні потреби та обов'язкове соціальне страхування від нещасних випадків на	%

	виробництві та професійних захворювань від витрат на оплату праці	
$ФОП_{рр\ t} = 0{,}001 \cdot 12 \cdot 1{,}2 \cdot I_{щ\ t} \times \times ЗПР \cdot (Т_т / К_{зп} + Т_р \cdot К_з) \times \times (ФРВ_{рр})^{-1} \cdot (1 + С_{тс} / 100)$	витрати на оплату праці ремонтних робітників з відрахуваннями на соціальні потреби у розрахунку на 1 км пробігу у *t*-й рік виконання контракту	грн./км
0,001	коефіцієнт приведення базової питомої трудомісткості ТО та ремонту ТЗ до 1 км пробігу	-
12	кількість місяців на рік	міс.
1,2	коефіцієнт, що враховує витрати на оплату основної та додаткової відпустки ремонтного робітника, а також витрати на заробітну плату підмінного робітника на період відпустки	-
$I_{щt}$	індекс споживчих цін у *t*-й рік виконання контракту	-
ЗПР	розрахункова місячна оплата праці ремонтного робітника	грн./км
$Т_т$	базова питома трудомісткість ТО ТЗ	год/1000 км
$К_{зп}$	коефіцієнт коригування базової питомої трудомісткості ТО ТЗ залежно від природно-кліматичних умов	-
$Т_р$	базова питома трудомісткість поточного ремонту ТЗ	год/1000 км
$К_з$	коефіцієнт коригування базової питомої трудомісткості поточного ремонту ТЗ залежно від природно-кліматичних умов	-
$ФРВ_{рр}$	річний фонд робочого часу ремонтного робітника за дотримання нормальної 40 годинної тривалості робочого часу на тиждень	година
$С_{тс}$	сумарний тариф відрахувань на соціальні потреби та обов'язкове соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань від витрат на оплату праці	%
$ЗПР = СЗП \cdot k_{зп} \cdot k_м$	місячна оплата праці ремонтного робітника	грн.
СЗП	середньомісячна номінальна нарахована заробітна плата працівників великих і середніх підприємств і некомерційних організацій усіх галузей економіки за найближчий минулий звітний рік	грн.
$k_{зп}$	коефіцієнт, що враховує диференціацію в оплаті ремонтних робітників в залежності від виду маршруту	-
$k_м$	коефіцієнт, що враховує особливості ринку праці в містах із чисельністю населення понад мільйон осіб	-

$Р_{зч\ t} = У_{зч\ км} \cdot k_{зч} \cdot I_{м\ t}$	витрати на запасні частини та матеріали у *t*-й рік виконання контракту	грн.
$У_{зч\ км}$	базові питомі витрати на запасні частини та матеріали для ТЗ у розрахунку на 1 км пробігу	грн./км
$k_{зч}$	коефіцієнт коригування базових питомих витрат на запасні частини та матеріали залежно від природно-кліматичних умов	-
$I_{мt}$	індекс цін на машини та обладнання у *t*-й рік виконання контракту	-
$ПКР_t = k_{пр} \cdot (Р_{т\ t} + Р_{см\ t} + + Р_{шt} + Р_{тоt})$	інші витрати за звичайними видами діяльності у сумі з непрямими витратами у *t*-й рік виконання контракту	грн./км
$k_{пр}$	відношення суми інших витрат за звичайними видами діяльності та непрямих витрат до змінних витрат	-
$Р_{тt}$	витрати на пальне в розрахунку на 1 км пробігу у *t*-й рік виконання контракту	грн./км
$Р_{смt}$	витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали з розрахунку на 1 км пробігу в *t*-й рік виконання контракту	грн./км
$Р_{шt}$	витрати на зношування та ремонт шин ТЗ у розрахунку на 1 км пробігу в *t*-й рік виконання контракту	грн./км
$Р_{тоt}$	витрати на технічне обслуговування (далі – ТО) та ремонт ТЗ у розрахунку на 1 км пробігу у *t*-й рік виконання контракту	грн./км
$П_t = \begin{cases} П_{t-1} \cdot I_t \cdot \frac{ПВ_t}{ПВ_{t-1}}, \text{при } \frac{ПВ_t}{ПВ_{t-1}} \le 1; \\ П_{t-1} \cdot I_t, \text{при } \frac{ПВ_t}{ПВ_{t-1}} > 1. \end{cases}$	фактична плата за проїзд у *t*-й рік виконання контракту	грн.
$ПВ_t = L_t \cdot Q$	максимальна кількість місце-кілометрів у *t*-й рік виконання контракту	пас.·км
$ПВ_{t-1} = L_{t-1} \cdot Q$	максимальна кількість місце-кілометрів у *t*–1-й рік виконання контракту	пас.·км
L_t	максимальна місткість ТЗ	км
L_{t-1}	запланований пробіг маршрутом у *t*-році терміну дії контракту	км
Q	максимальна місткість транспортного засобу (кількість пасажирів)	пас.
I_t	індекс зміни тарифів на перевезення пасажирів за кожний рік строку дії контракту	-

Примітка: змінні витрати підрядника на придбання, встановлення та експлуатацію додаткового обладнання, а також розмір субсидії в розрахунку не використовуються, оскільки вартість рухомого складу закладається відразу в необхідній комплектації (низька підлога, монітори, автоінформатори тощо), а субсидія, що виплачується за пільговиків, включається до показника «плата за проїзд пасажирів».

Додаток Б (обов'язковий).

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Удосконалення організації пасажирських перевезень автобусами товариства з обмеженою відповідальністю «Жмеринське АТП – 10512» шляхом моделювання транспортно-технологічних процесів

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

магістерської кваліфікаційної роботи

Галузь знань 27 – «Транспорт»
Спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»
Спеціалізація 275.03 – «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Виконав студент гр. 1ТТ-24м Білодід В.М.

Керівник к.т.н., доцент кафедри АТМ Борисюк Д.В.

Вінниця – 2025

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Удосконалення організації пасажирських перевезень автобусами товариства з обмеженою відповідальністю «Жмеринське АТП – 10512» шляхом моделювання транспортно-технологічних процесів

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

магістерської кваліфікаційної роботи

Галузь знань 27 – «Транспорт»
Спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»
Спеціалізація 275.03 – «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Виконав студент гр. 1ТТ-24м Білодід В.М.

Керівник к.т.н., доцент кафедри АТМ Борисюк Д.В.

Вінниця – 2025

Удосконалення організації пасажирських перевезень автобусами товариства з обмеженою відповідальністю «Жмеринське АТП – 10512» шляхом моделювання транспортно-технологічних процесів

Метою дослідження є вдосконалення методу організації пасажирських автомобільних перевезень з урахуванням метаматематичного моделювання транспортно-технологічних процесів.

Для досягнення мети поставлено такі **завдання:**

1. Провести аналіз виробничої діяльності товариства з обмеженою відповідальністю «Жмеринське АТП – 10512».
2. Аналіз стану, принципів, структури організації ПАП, що базується на взаємодії складних соціально-технічних систем.
3. Обґрунтування необхідності вдосконалення методу організації ПАП та розробки структури вимірювачів багаторівневої системи організації перевезень, що дозволяють враховувати суперечливі критерії мети, що визначаються різнорідним характером властивостей та вимог до перевізників, що надають транспортні послуги населенню.
4. Розробка математичної моделі транспортно-технологічних процесів ПАП, що дозволяє здійснювати об'єктивний вибір способу організації ПАП на рівні взаємодії між органами виконавчої влади та перевізниками.
5. Розробка методики багатокритеріальної оптимізації системи ПАП та формування структури параметрів якості у багаторівневій системі транспортного обслуговування для вибору варіантів переходу на нову модель транспортного обслуговування населення.
6. Розробка алгоритму застосування удосконаленого методу організації ПАП з урахуванням нової математичної моделі транспортно-технологічних процесів ПАП, а також формування відповідних рекомендацій для перевізного процесу.

Об'єкт дослідження – скдадові системи організації ПАП.

Предмет дослідження – методи теорії кваліметрії, теорії ймовірностей та математичної статистики, багатокритеріальної оптимізації, системного аналізу.

Загальні відомості про ТОВ "Жмеринське АТП-10512"

ТОВ "Жмеринське АТП-10512" (м. Жмеринка) зареєстровано 28.05.1996 р. за юридичною адресою – Вінницька обл., м. Жмеринка, вул. Київська, 115.

Розташування виробничої бази ТОВ "Жмеринське АТП-10512"

Основні види діяльності згідно кодів КВЕД:

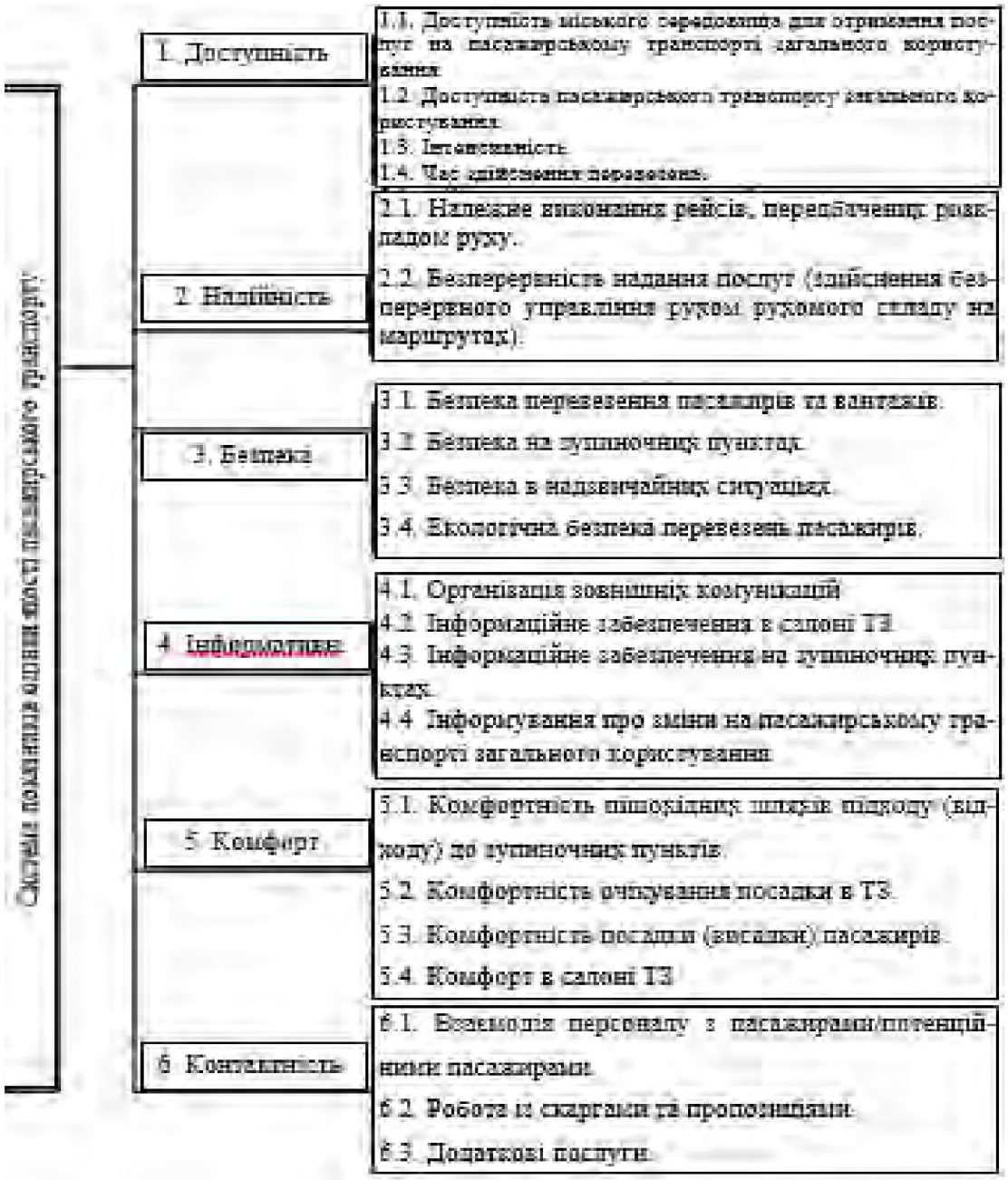
- 49.31 Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення;
- 29.32 Виробництво інших вузлів, деталей і приладдя для автотранспортних засобів;
- 45.11 Торгівля автомобілями та легковими автотранспортними засобами;
- 45.19 Торгівля іншими автотранспортними засобами;
- 45.20 Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;
- 45.31 Оптова торгівля деталями та приладдям для автотранспортних засобів;
- 45.32 Роздрібна торгівля деталями та приладдям для автотранспортних засобів;
- 49.32 Надання послуг таксі;
- 49.41 Вантажний автомобільний транспорт.

Алгоритм оцінки та вдосконалення якості транспортного обслуговування

Показники результативності надання транспортної послуги

Групові властивості послуг	Показники якості
1. Інформативність	- про відправлення та прибуття транспортних засобів; - про послуги, що надаються пасажирам, та їх вартість; - про розміщення необхідних приміщень, засобів зв'язку, об'єктів громадського харчування та ін.
2. Комфортність	- площа (об'єм) приміщення, що припадає на одного пасажира; - частота прибирання транспортних засобів та приміщень; - температура повітря в транспортному засобі та приміщеннях; - освітленість у транспортному засобі та приміщеннях; - допустимі значення шуму, вібрації та вологості; - середнє (допустиме) наповнення салону транспортного засобу та приміщень.
3. Швидкість	- тривалість руху; - середня швидкість руху транспортного засобу; - частота зупинок транспортного засобу.
4. Своєчасність	- частка транспортних засобів, що відправляються за розкладом; - частка транспортних засобів, що прибувають за розкладом; - середній інтервал руху транспортних засобів; - максимальний інтервал руху транспортних засобів.
5. Збереження багажу	- відсоток багажних відправок, що прибувають із пошкодженнями; середня вартість збитків від пошкодження багажу; - вартість відшкодування від втрати багажу.
6. Безпека	- надійність функціонування транспортних засобів (ресурс, термін служби, ймовірність безвідмовної роботи, напрацювання на відмову, періодичність контролю технічного стану транспортних засобів органами державного нагляду, наявність документа, що підтверджує допуск транспортного засобу до експлуатації); - професійна придатність виконавців транспортних послуг (стаж роботи на посаді, рівень кваліфікації (клас водіння), періодичність підвищення кваліфікації, кількість порушень при керуванні транспортними засобами та порушень посадових інструкцій за певний період); - готовність транспортного засобу до виконання конкретного перевезення.

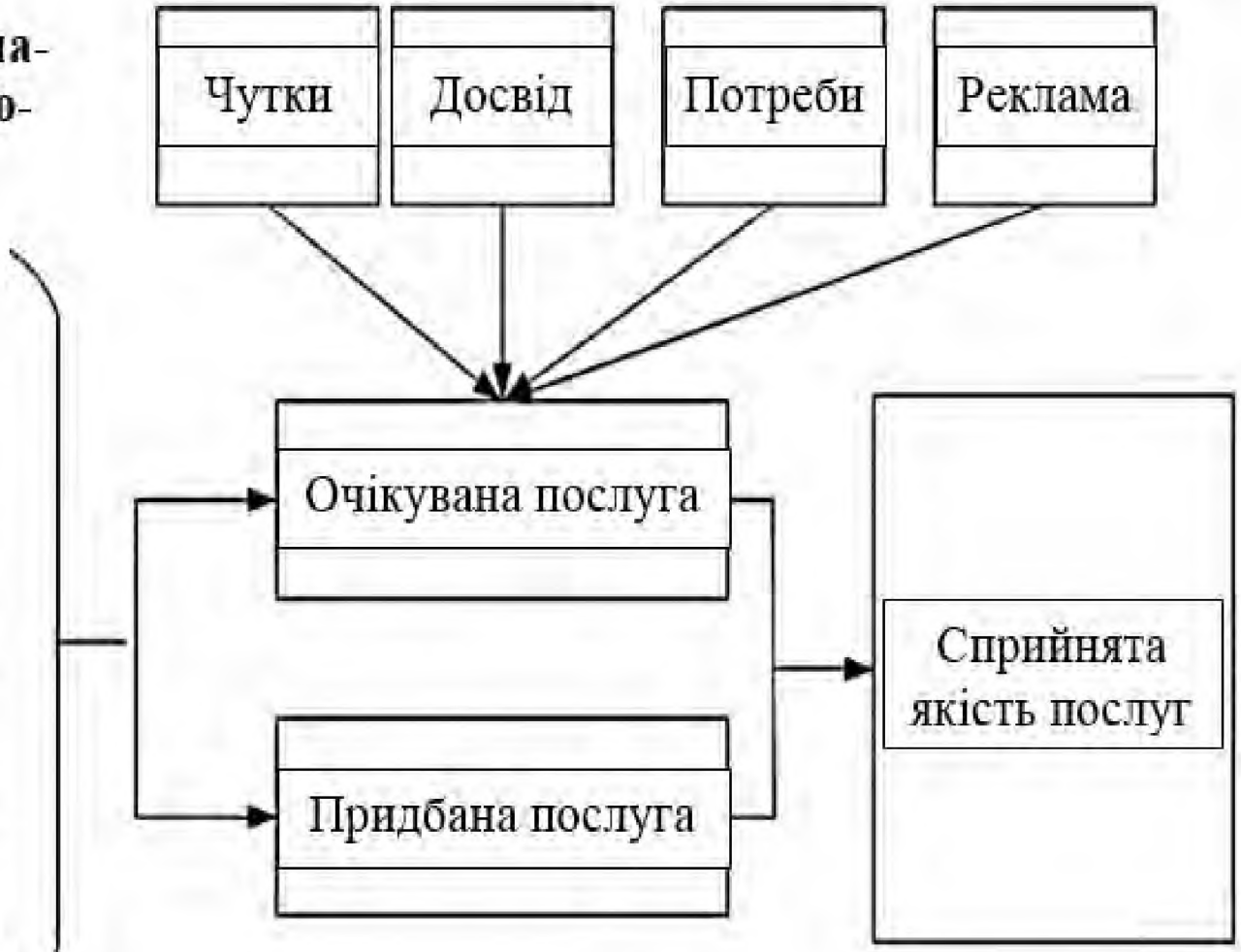
Декомпозиція системи показників якості транспорту загального користування



Система показників якості транспортних послуг з погляду споживача

Показники, що сприймаються споживачем якості послуг

Ступінь доступності послуг.
Репутація компанії.
Надійність.
Безпека.
Компетенції персоналу.
Можливості комунікації з персоналом.
Ввічливість співробітників.
Реакція працівників.
Сенсорні подразники.



Організаційні «моделі» транспортного обслуговування населення при взаємодії державних структур із приватними перевізниками

1-а модель організації пасажирських перевезень – «Брутто» контракти – модель транспортного обслуговування, застосовувана у низці регіонів. При цьому підході з бюджету міста або регіону виділяються гроші на виконання певного обсягу транспортної роботи, як правило, за одним показником (мотогодини або пасажиро-кілометри) по існуючій маршрутній мережі, які повинні бути реалізовані у вигляді контракту з перевізниками. У цьому випадку приватному перевізнику немає необхідності вивчати пасажиропотоки, формувати чи оптимізувати графіки та розклад руху.

2-я модель ОПП – «Нетто» контракти – модель транспортного обслуговування, у межах якої для перевізника визначається рівень рентабельності. Перевізник працює на певних маршрутах і не пов'язаний з показниками виконання транспортної роботи, а бюджет «доплачує» перевізнику за роботу на маршрутах, покриваючи різницю між його витратами на організацію та виконання транспортної роботи та виручкою, отриманою від продажу квитків.

3-тя модель ОПП – розвиток «нетто» моделі. Розрахунок вартості 1 км пробігу проводиться індивідуально для кожного окремого маршруту і включає 4 основні статті витрат:

1 - Витрати на паливо.
2 - Витрати на зарплату екіпажу транспортних засобів – водіям та кондукторам.
3 - Ремонт рухомого складу.
4 - Інші витрати.

Укрупнена схема показників якості транспортного обслуговування у багаторівневій системі при організації пасажирських перевезень

Модель структури показників якості транспортного обслуговування відповідно до регламентних документів у табличній формі

Таблиця 1 – 1-й рівень (матриця 1.1) за показником "Територіальна доступність"

Показник «Територіальна доступність»	Відстань/час пішохідної доступності до ЗП, хв.	Частка населення, для якого пішохідна доступність до ОПП знаходиться в межах нормативної відстані/часу	Максимальна відстань/час пішохідної доступності до ЗП, хв.
1-а модель ОПП	x_{11}^{11}	x_{12}^{11}	x_{13}^{11}
2-а модель ОПП	x_{21}^{11}	x_{22}^{11}	x_{23}^{11}
3-я модель ОПП	x_{31}^{11}	x_{32}^{11}	x_{33}^{11}
Мета	min/max	min/max	min/max

Таблиця 2 – 1-й рівень (матриця 1.2) за показником "Цінова доступність"

Показник «Цінова доступність»	Сукупні витрати населення на здійснення поїздок, грн.	Частка маршрутів, на яких вартість оплати проїзду залежить від відстані поїздки	Частка маршрутів, на яких можлива оплата проїзним документом
1-а модель ОПП	x_{11}^{12}	x_{12}^{12}	x_{13}^{12}
2-а модель ОПП	x_{21}^{12}	x_{22}^{12}	x_{23}^{12}
3-я модель ОПП	x_{31}^{12}	x_{32}^{12}	x_{33}^{12}
Мета	min/max	min/max	min/max

Таблиця 3 – 1-й рівень (матриця 1.3) за показником "Інформаційна доступність"

Показник «Інформаційна доступність»	Частка населення, яке може дізнатися про час прибуття ТЗ	Частка транспортних засобів, підключених до інтелектуальної транспортної системи
1-а модель ОПП	x_{11}^{13}	x_{12}^{13}
2-а модель ОПП	x_{21}^{13}	x_{22}^{13}
3-я модель ОПП	x_{31}^{13}	x_{32}^{13}
Мета	min/max	min/max

Таблиця 4 – 1-й рівень (матриця 1.4) за показником «Часова доступність»

Показник «Часова доступність»	Тривалість руху ТЗ протягом доби, хв.	Періодичність (інтервал) руху ТЗ, хв.	Запас часу, що закладається пасажиром на пересування до місця призначення, хв.
1-а модель ОПП	x_{11}^{14}	x_{12}^{14}	x_{13}^{14}
2-а модель ОПП	x_{21}^{14}	x_{22}^{14}	x_{23}^{14}
3-я модель ОПП	x_{31}^{14}	x_{32}^{14}	x_{33}^{14}
Мета	min/max	min/max	min/max

Таблиця 5 – 1-й рівень (матриця 1.5) за показником "Безпека"

Показник «Безпека»	Частка ДТП, скоєних з вини водіїв маршрутних транспортних засобів	Частка ДТП, скоєних через Технічну несправність маршрутних транспортних засобів	Частка ДТП, скоєних через незадовільний стан доріг	Частка ТЗ, що відповідають певному екологічного класу
1-а модель ОПП	x_{11}^{15}	x_{12}^{15}	x_{13}^{15}	x_{14}^{15}
2-а модель ОПП	x_{21}^{15}	x_{22}^{15}	x_{23}^{15}	x_{24}^{15}
3-я модель ОПП	x_{31}^{15}	x_{32}^{15}	x_{33}^{15}	x_{34}^{15}
Мета	min/max	min/max	min/max	min/max

Таблиця 6 – 1-й рівень (матриця 1.6) за показником "Комфортність"

Показник «Комфортність»	Частка ЗП, відповідних встановленим актам технічного регулювання	Частка рейсів, виконенних за розкладом	Максимальна фактична наповнюваність маршрутних транспортних засобів, пас.	Частка ТЗ, оснащених встановленим переліком обладнання та технічних засобів згідно нормативно-правовим актам	Відстань/час пішохідної доступності для пересадок, хв.	Кількість пересадок пасажирів, пас.	Кількість місць пересадки, що забезпечують пересадку та проїзд без додаткової оплати, од.
1-а модель ОПП	x_{11}^{16}	x_{12}^{16}	x_{13}^{16}	x_{14}^{16}	x_{15}^{16}	x_{16}^{16}	x_{17}^{16}
2-а модель ОПП	x_{21}^{16}	x_{22}^{16}	x_{23}^{16}	x_{24}^{16}	x_{25}^{16}	x_{26}^{16}	x_{27}^{16}
3-я модель ОПП	x_{31}^{16}	x_{32}^{16}	x_{33}^{16}	x_{34}^{16}	x_{35}^{16}	x_{36}^{16}	x_{37}^{16}
Мета	min/max	min/max	min/max	min/max	min/max	min/max	min/max

Математична модель структури показників якості

Математична модель структури показників якості в багаторівневій системі транспортного обслуговування населення може бути представлена в наступному вигляді:

в рамках першого ($u = 1$) рівня

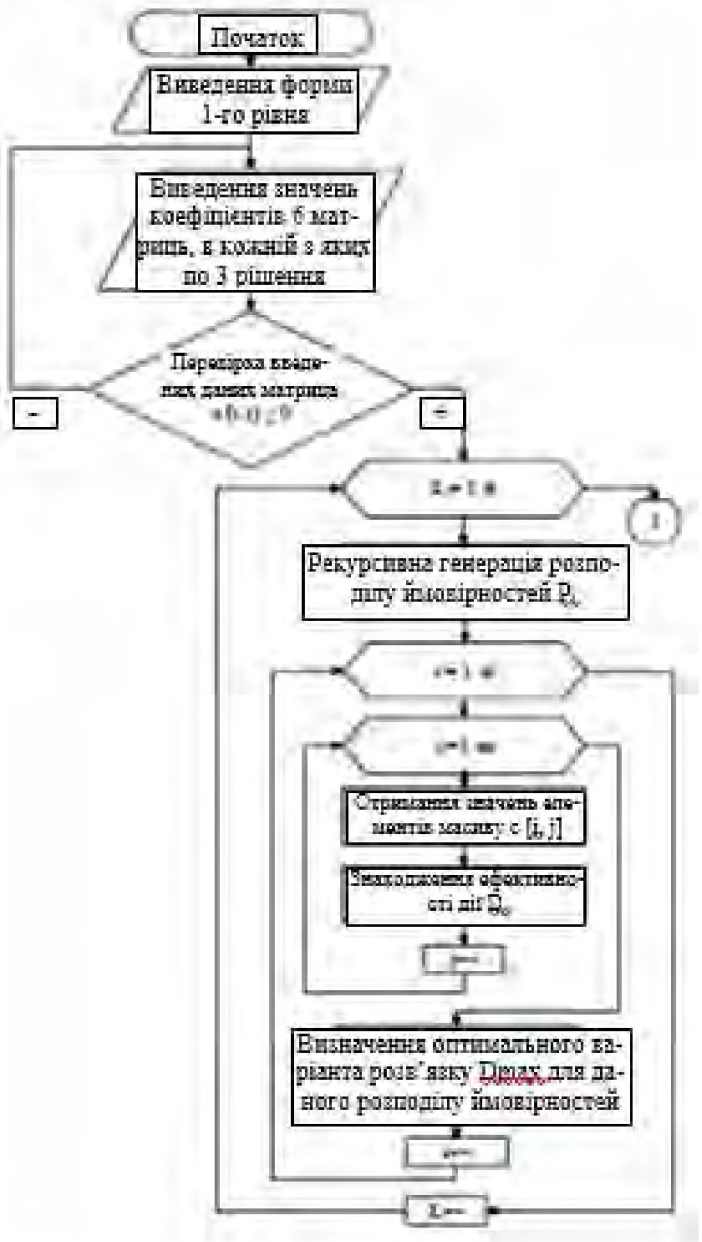
$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{3} P_{ij}^{11} \cdot x_{ij}^{11} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ \sum_{j=1}^{3} P_{ij}^{12} \cdot x_{ij}^{12} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ \sum_{j=1}^{2} P_{ij}^{13} \cdot x_{ij}^{13} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ \sum_{j=1}^{3} P_{ij}^{14} \cdot x_{ij}^{14} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ \sum_{j=1}^{4} P_{ij}^{15} \cdot x_{ij}^{15} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ \sum_{j=1}^{7} P_{ij}^{16} \cdot x_{ij}^{16} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ 0 < P_{ij}^{1v} < 1,\ i = 1,2,3;\ v = 1,2,\ldots,6;\ j = 1,2,\ldots,n_v; \end{cases}$$

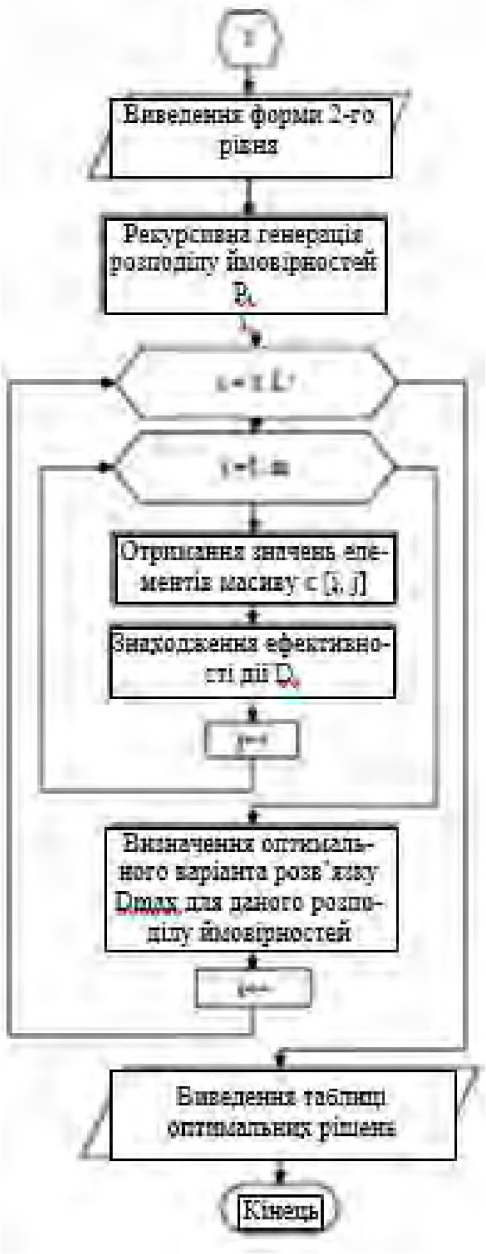
в рамках другого ($u = 2$) рівня

$$\begin{cases} \sum_{v=1}^{6} P_i^{2v} \cdot d_i^{2v} \to \max,\ i = 1,2,3; \\ 0 < P_i^{2v} < 1,\ i = 1,2,3;\ v = 1,2,\ldots,6, \end{cases}$$

де P_i^{2v} – ваговий коефіцієнт, індивідуальний при кожному показнику якості транспортного обслуговування, що відповідає i-му варіанту рішення, v-му матричному оператору і u-му ($u = 2$) рівню рішення в досліджуваній системі.

Алгоритм оцінки ефективності методу організації транспортного обслуговування населення





Вихідні дані для проведення обчислювального експерименту з оцінки ефективності способу організації транспортного обслуговування населення

Таблиця 1 – 1-й рівень (матриця 1.1) за показником "Територіальна доступність"

Показник «Територіальна доступність»	Відстань/час пішохідної доступності до ЗП, хв.	Частка населення, для якого пішохідна доступність до ЗП знаходиться в межах нормативної відстані/часу	Максимальна відстань/час пішохідної доступності до ЗП, хв.
1-а модель ОПП	18	0,35	21
2-а модель ОПП	17	0,45	19
3-я модель ОПП	12	0,39	15
Мета	min	max	min

Таблиця 2 – 1-й рівень (матриця 1.2) за показником "Цінова доступність"

Показник «Цінова доступність»	Сукупні витрати населення здійснення поїздок, грн.	Частка маршрутів, на яких вартість оплати проїзду залежить від відстані поїздки	Частка маршрутів, на яких можлива оплата проїзним документом
1-а модель ОПП	115	0,11	87
2-а модель ОПП	125	0,09	91
3-я модель ОПП	121	0,08	91
Мета	min	max	max

Таблиця 3 – 1-й рівень (матриця 1.3) за показником "Інформаційна доступність"

Показник «Інформаційна доступність»	Частка населення, яке може дізнатися про час прибуття ТЗ на ЗП	Частка транспортних засобів, підключених до інтелектуальної транспортної системи
1-а модель ОПП	0,65	0,87
2-а модель ОПП	0,78	0,89
3-я модель ОПП	0,68	0,90
Мета	max	max

Таблиця 4 – 1-й рівень (матриця 1.4) за показником «Часова доступність»

Показник «Часова доступність»	Тривалість руху ТЗ протягом доби, хв.	Періодичність (інтервал) руху ТЗ, хв.	Запас часу, що закладається пасажиром на пересування до місця призначення, хв.
1-а модель ОПП	12	15	1,2
2-а модель ОПП	11	16	1,3
3-я модель ОПП	10	14	1,1
Мета	max	min	min

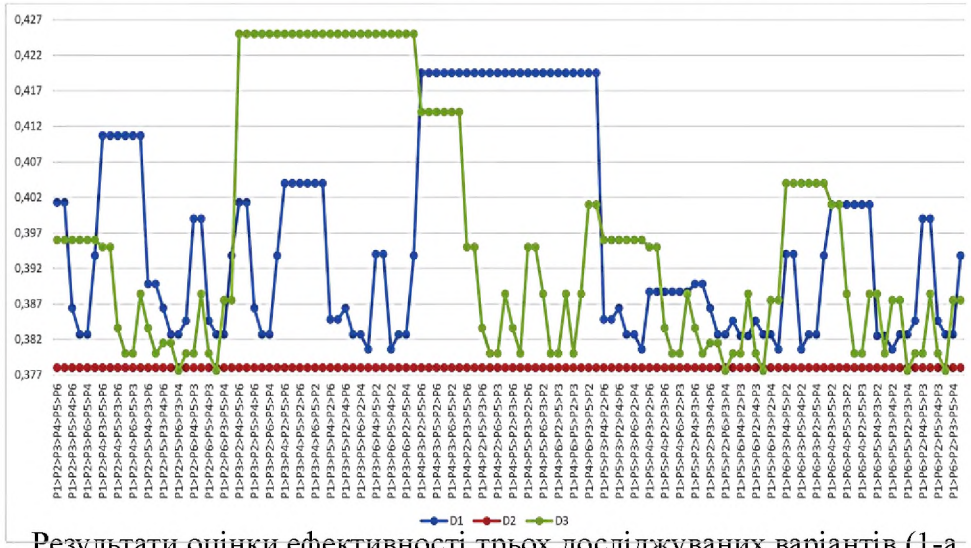
Таблиця 5 – 1-й рівень (матриця 1.5) за показником "Безпека"

Показник «Безпека»	Частка ДТП, скоєних з вини водіїв маршрутних транспортних засобів	Частка ДТП, скоєних через технічні несправності маршрутних транспортних засобів	Частка ДТП, скоєних через незадовільний стану доріг	Частка ТЗ, що відповідають певному екологічного класу
1-а модель ОПП	0,12	0,32	0,01	0,35
2-а модель ОПП	0,16	0,45	0,02	0,46
3-я модель ОПП	0,11	0,29	0,03	0,437
Мета	min	min	min	max

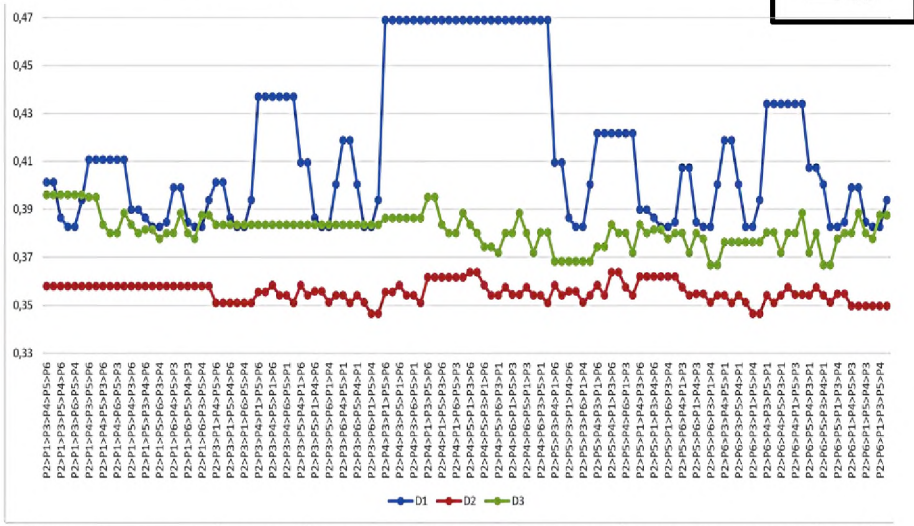
Таблиця 6 – 1-й рівень (матриця 1.6) за показником "Комфортність"

Показник «Комфортність»	Частка ЗП, які відповідають встановленим актам технічного регулювання	Частка рейсів, виконаних за розкладом	Максимальна фактична наповнюваність маршрутних транспортних засобів, пас.	Частка ТЗ, оснащених встановленим переліком обладнання та технічних засобів згідно нормативно-правовим актам	Відстань/час пішохідної доступності для пересадок, хв.	Кількість пересадок пасажирів	Кількість місць пересадки, що забезпечують пересадку та проїзд без додаткової оплати, од.
1-а модель ОПП	0,56	0,78	0,8	0,92	13	3	97
2-а модель ОПП	0,62	0,81	0,7	0,90	15	3	99
3-я модель ОПП	0,72	0,88	0,7	0,93	16	2	98
Мета	max	max	max	max	min	min	max

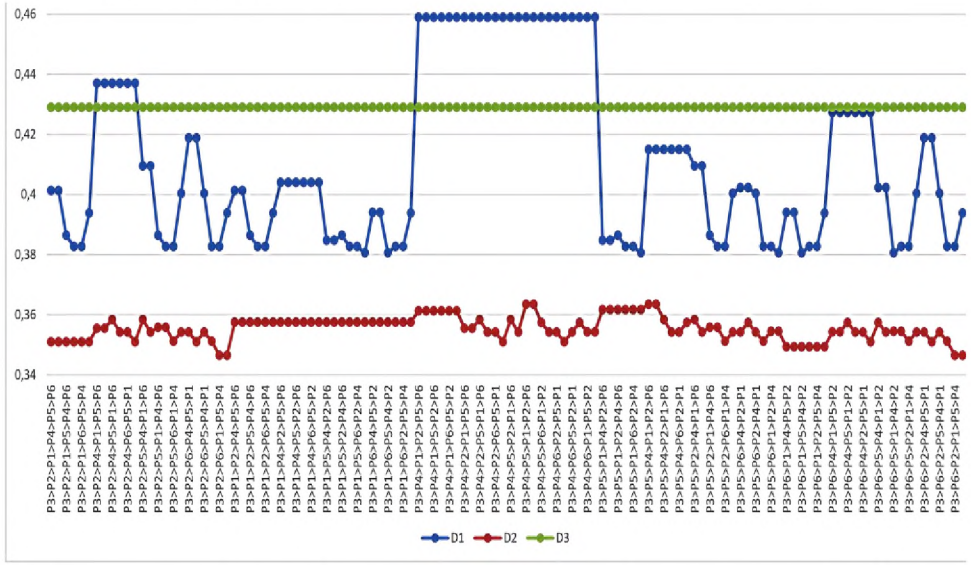
Оцінка ефективності способу транспортного обслуговування населення



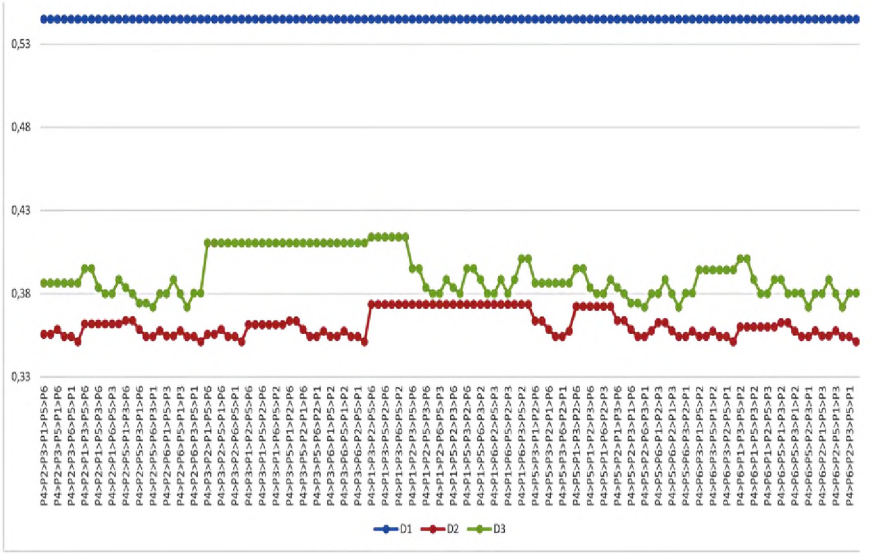
Результати оцінки ефективності трьох досліджуваних варіантів (1-а модель ОПП – D1, 2-я модель ОПП – D2, 3-я модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Територіальна доступність»



Результати оцінки ефективності трьох досліджуваних варіантів (1-а модель ОПП – D1, 2-я модель ОПП – D2, 3-я модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Цінова доступність»



Результати оцінки ефективності трьох досліджуваних варіантів (1-а модель ОПП – D1, 2 модель ОПП – D2, 3-я модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Комфортність»



Результати оцінки ефективності трьох досліджуваних варіантів (1-а модель ОПП – D1, 2-а модель ОПП – D2, 3-я модель ОПП – D3) у разі переваги підсистеми «Безпека»

ВИСНОВКИ

Виконано аналіз стану, принципів, структури системи організації ПАП. Обґрунтовано необхідність удосконалення методу організації ПАП та розробки вимірювачів безпеки, транспортної доступності та комфортності організації перевезень, що дозволяють враховувати суперечливі критерії мети, що визначаються різнорідним характером властивостей та вимог до перевізників, які надають транспортні послуги населенню.

1. Розроблено математичну модель транспортно-технологічних процесів, що дозволяє приймати науково обґрунтовані управлінські рішення з урахуванням особливостей регіональної маршрутної мережі та бюджетної забезпеченості у трьох категоріях-вимірниках: безпека, транспортна доступність та комфортність.
2. Розроблено методику обґрунтування структури параметрів багаторівневої системи організації ПАП, що дозволяє синтезувати з безлічі параметрів якості елементів системи з різним ступенем їхньої значущості та рівнем ієрархії узагальнений показник ефективності, що забезпечує можливість вибору найкращого варіанта організації ПАП з урахуванням регіональних умов.
3. Розроблено методику багатокритеріальної оптимізації системи ПАП, що дозволяє виявити та науково обґрунтувати комплекс практичних заходів оптимізації системи ПАП за критеріями безпеки, територіальної доступності та комфортності.
4. Виконано оцінку придатності розроблених наукових положень для практичного застосування. Результати експериментальної перевірки підтверджують обґрунтованість наукових висновків та рекомендацій щодо моделювання системи ПАП.
5. Розроблено науково обґрунтовані рекомендації щодо формування необхідного набору цифрових сервісів, які забезпечують універсальний комплексний моніторинг основних параметрів технології пасажирських автомобільних перевезень.
6. Виконано техніко-економічну оцінку вдосконаленого методу організації ПАП. Встановлено, що запровадження пропозицій щодо підвищення ефективності системи ПАП дозволить підвищити показники якості транспортного обслуговування населення: безпека на 15%, транспортна доступність на 10%, комфортність на 100%.

Додаток В (обов'язковий).

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Удосконалення організації пасажирських перевезень автобусами товариства з обмеженою відповідальністю «Жмеринське АТП – 10512» шляхом моделювання транспортно-технологічних процесів

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism (КП1) 5,9 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

☑ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту

☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.

☐ У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Цимбал С.В., завідувач кафедри АТМ _____
(прізвище, ініціали, посада) (підпис)

Кужель В.П., доцент кафедри АТМ _____
(прізвище, ініціали, посада) (підпис)

Особа, відповідальна за перевірку _____ Цимбал О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник _____ Борисюк Д.В., доцент кафедри АТМ
(підпис) (прізвище, ініціали, посада)

Здобувач _____ Білодід В.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)