

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автотранспорту та логістики

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи бакалавра

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: *Організація системи кур'єрської доставки типу «з рук у руки»*
у м. Тернопіль

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

Студент

(підпис)

Шафранський М.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дзюра В.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Комар Р.В.

(прізвище та ініціали)

Зав. каф.

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

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

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *Автотранспорту та логістики*

Освітній рівень *бакалавр*

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність *275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *Цьонь О.П.*

«__»

2026 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Шафранському Максиму Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Організація системи кур'єрської доставки типу «з рук у руки»
у м. Тернопіль.*

керівник проекту (роботи) *Дзюра Володимир Олексійович, д.т.н., проф.*

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

затвержені наказом по університету від «21» січня 2026 року № 4/9-32

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *27 червня 2026 р.*

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Вид палива; маршрут перевезення палива; обсяги перевезень

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

Вступ 1. Аналіз об'єкту дослідження; 2. Заходи із удосконалення транспортного процесу

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Загальні висновки. Перелік посилань.

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

Матеріали графічної частини – 10 слайдів

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
1. АНАЛІЗ ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	
1.1 Сутність і класифікація кур’єрських послуг. Місце доставки “з рук в руки” в міській логістиці	8
1.2 Аналіз ринку та середовища м. Тернопіль: просторовий попит, клієнтські сегменти, конкуренти й проблеми існуючої доставки	22
1.3 Аналіз ринку і середовища м. Тернопіль	27
1.4 Факторний аналіз формування попиту та швидкісних режимів у транспортній системі міста Тернопіль	31
1.5 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу бакалавра	34
2 ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	
2.1 Концепція сервісу і її цільова модель	36
2.2 Ключові показники якості (KPI/SLA) для кур’єрської доставки “з рук в руки”: числові метрики, аналітичні залежності та оцінка важливості	39
2.3 Розрахунок витрат на відкриття сервісу доставки «з рук в руки» та визначення терміну окупності	47
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
3.1 Безпека життєдіяльності та мінімізація ризиків при функціонуванні електротранспорту в міському середовищі	54
3.2 Охорона праці при заряджанні електротранспорту	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	59
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	61

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню системи кур'єрської доставки відправлень типу «з рук в руки» у м. Тернопіль. Актуальність теми зумовлена зростанням попиту на швидкі, надійні та персоналізовані послуги міської доставки в умовах розвитку електронної комерції, локальних торговельних сервісів, доставки документів, товарів повсякденного попиту та приватних відправлень.

У роботі проаналізовано сутність і класифікацію кур'єрських послуг та визначено місце доставки «з рук в руки» у системі міської логістики. Досліджено ринок і середовище м. Тернопіль, зокрема просторову структуру попиту, основні клієнтські сегменти, конкурентне середовище та проблеми існуючих сервісів доставки.

На основі проведеного аналізу запропоновано концепцію сервісу та її цільову модель, яка охоплює зону обслуговування, типи замовлень, часові вікна, рівні сервісу, а також правила приймання і вручення відправлень. Розроблено систему ключових показників якості та рівня сервісу (KPI/SLA) для кур'єрської доставки «з рук в руки», що включає часові метрики, успішність вручення, надійність, стабільність, рівень скарг і клієнтські оцінки. Виконано розрахунок витрат на відкриття сервісу доставки з використанням електроскутерів, визначено основні складові витрат, собівартість однієї доставки та термін окупності проекту.

У результаті дослідження обґрунтовано доцільність створення системи кур'єрської доставки «з рук в руки» у м. Тернопіль, розроблено її організаційно-технологічні засади та підтверджено економічну ефективність запропонованих рішень. Практичне значення роботи полягає в можливості використання отриманих результатів для впровадження або вдосконалення міських сервісів кур'єрської доставки.

Ключові слова: кур'єрська доставка, доставка «з рук в руки», міська логістика, транспортний процес, KPI/SLA, електроскутер, сервіс доставки, Тернопіль.

ВСТУП

Актуальність теми організації системи кур'єрської доставки типу «з рук у руки» у м. Тернопіль зумовлена одночасним зростанням міського попиту на швидке та надійне переміщення малогабаритних відправлень і підвищенням вимог до якості сервісу «останньої милі». Поширення електронної комерції, розвиток локальних інтернет-магазинів, популяризація доставки готових страв, зростання ролі аптечних сервісів і збільшення обсягів обігу документів у бізнесі та публічному секторі формують стійку потребу в оперативній міській логістиці. Для середнього за розмірами міста, яким є Тернопіль, особливо важливими стають саме організаційні чинники: прогнозованість часу прибуття кур'єра, зручність взаємодії з клієнтом, гарантія вручення конкретному отримувачу та прозорість контролю виконання замовлення на всіх етапах.

Водночас існуючі формати доставки не завжди забезпечують потрібний рівень «персоналізованого» сервісу. Класичні поштово-логістичні оператори орієнтуються на стандартизовані мережеві процеси та відділення, що не завжди відповідає очікуванням щодо швидкості та гнучких часових вікон у межах міста. Агрегаторні сервіси експрес-доставки, навпаки, часто зосереджені на швидкості виконання, однак можуть мати обмеження щодо контролю якості, специфічних вимог клієнта, формалізованого підтвердження вручення та забезпечення відповідальності за документи або цінні відправлення. У результаті формується практична потреба в створенні/удосконаленні міської системи доставки «з рук у руки», що поєднає оперативність із керованістю процесів, а також здатність адаптуватися до просторової структури попиту, пікових навантажень і різноманітності клієнтських сегментів.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування та розроблення організаційно-технологічних рішень щодо функціонування системи кур'єрської доставки «з рук у руки» у м. Тернопіль з урахуванням ринкового середовища, клієнтських сегментів, конкурентних аналогів і обмежень міської транспортної інфраструктури. Для досягнення поставленої мети передбачено вирішити такі

завдання: виконати аналіз ринку й середовища міської доставки в Тернополі та визначити потенційні сегменти споживачів (інтернет-магазини, аптеки, заклади харчування, документообіг, приватні відправлення); охарактеризувати просторовий розподіл попиту за мікрорайонами та оцінити його вплив на маршрутизацію і завантаження кур'єрів; провести порівняльний аналіз конкурентних рішень і виявити проблеми існуючих моделей доставки; сформувати типову технологічну схему процесу «з рук у руки» та обґрунтувати параметри сервісу (часові вікна, стандарти підтвердження вручення, вимоги до комунікації); запропонувати організаційні й технологічні заходи підвищення ефективності (зонування, диспетчеризація, правила обробки пікових періодів, показники якості).

Об'єктом дослідження є процеси міської кур'єрської доставки малогабаритних відправлень у межах м. Тернопіль. Предметом дослідження виступають методи організації та управління доставкою «з рук у руки», зокрема технологія обслуговування замовлень, просторове планування покриття, підходи до диспетчеризації та контролю якості, а також взаємодія з клієнтськими сегментами. У роботі застосовуються загальнонаукові та прикладні методи: аналіз і узагальнення літературних та нормативно-методичних джерел, порівняльний аналіз конкурентного середовища, елементи логістичного моделювання, структурно-функціональний підхід до опису процесу доставки, а також аналітичні розрахунки для обґрунтування організаційних параметрів сервісу.

Практичне значення роботи полягає в тому, що сформульовані пропозиції можуть бути використані для запуску або оптимізації міського кур'єрського сервісу в Тернополі: від визначення цільових клієнтських сегментів і правил сервісу до вибору технологічної схеми виконання замовлень, зонування міста та підходів до контролю якості. Очікуваний результат полягає у створенні цілісної моделі доставки «з рук у руки», здатної забезпечити конкурентоспроможний рівень швидкості та надійності, зменшити частку невдалих вручень і підвищити задоволеність клієнтів у ключових сегментах міського попиту.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Сутність і класифікація кур'єрських послуг. Місце доставки “з рук в руки” в міській логістиці

Кур'єрські послуги в сучасній міській економіці виступають інфраструктурним елементом, що забезпечує фізичне переміщення невеликих відправлень у межах міста та прилеглих агломерацій із заданими параметрами швидкості, надійності та сервісної якості. Їхня сутність полягає в організації та виконанні комплексу операцій “остання миля” і часто “перша миля”: приймання відправлення, його ідентифікація й реєстрація, короткострокове сортування або консолідація (за потреби), транспортування, інформування сторін, вручення адресату та фіксація факту доставки. На відміну від класичних вантажних перевезень, кур'єрська логістика працює з високою частотою замовлень, малою партійністю, жорсткими часовими вікнами та суттєвим впливом міського середовища, зокрема транспортних заторів, обмежень паркування, режимів руху в центральних зонах, сезонності попиту та різких коливань навантаження протягом дня.

У прикладному вимірі кур'єрська послуга може розглядатися як стандартизований логістичний продукт, у якому “корисність” для клієнта формується не лише фактом переміщення посилки, а й параметрами доступності сервісу, прозорості відстеження, точності дотримання термінів, зручності отримання, безпеки та якості комунікації. Це пояснює, чому в містах виникає цілий спектр сервісних моделей: від бюджетних доставок із широкими часовими інтервалами до експрес-доставок у межах 30–120 хвилин; від доставки до пунктів видачі до персоналізованого вручення в руки конкретній особі.

Понятійний апарат і відмежування від суміжних сервісів

Кур'єрську послугу доцільно визначати як організований процес транспортування та вручення відправлення з фіксацією відповідальності оператора за його збереження та дотримання погодженого сервісного рівня.

Важливо відмежувати її від пасажирських поїздок із “передачею пакунку” без формалізованих процедур, а також від поштових відправлень у вузькому сенсі, де домінує мережевий принцип із сортувальними вузлами та уніфікованими регламентами. Міська кур’єрська логістика тяжіє до гнучких маршрутів, коротких плечей, цифрового диспетчерування, динамічного призначення виконавців і активної роботи зі “вікнами” доставки.

Під доставкою “з рук в руки” у міській логістиці розуміють сервіс, за якого відправлення передається від відправника кур’єру та вручається кур’єром безпосередньо адресату (або уповноваженому отримувачу) у погодженому місці й часі, з обов’язковою ідентифікацією факту вручення. Ключовим тут є саме персоніфікований контакт у точці отримання. На практиці це означає підвищені вимоги до координації, комунікації та точності, а також до процесів підтвердження доставки (підпис, одноразовий код, фотофіксація, перевірка документа тощо - залежно від регламенту оператора).

Класифікація кур’єрських послуг як інструмент проєктування системи доставки

Класифікація кур’єрських послуг має не лише описовий, а й управлінський зміст: вона дає змогу формувати портфель сервісів, встановлювати стандарти якості, обґрунтовувати тарифи, вибирати транспортні засоби, моделі маршрутизації та параметри кур’єрської мережі. Для міського середовища доцільно застосовувати багатовимірну класифікацію, де один і той самий оператор може одночасно надавати різні типи послуг.

Найпоширенішими ознаками класифікації є часові параметри, організація потоку, характер маршруту, місце вручення, рівень персоналізації, тип відправлення та вимоги до умов перевезення.

Таблиця 1.1 – Узагальнена класифікація кур’єрських послуг у міському середовищі

Класифікаційна ознака	Варіанти	Логістичний зміст для оператора	Типовий ефект для клієнта
1	2	3	4
Терміновість і сервісний рівень	Економ, експрес, on-demand, стандарт, same-day,	Різна інтенсивність диспетчерування, щільність маршрутів, допустимі “вікна”	Компроміс “ціна–швидкість–точність”
Організація потоку	Пряме перевезення (point-to-point), консолідаційна модель (hub-and-spoke), мікрохаби	Вибір між швидкістю та ефектом масштабу	Або швидко й дорожче, або дешевше з більшим інтервалом
Місце вручення	“З рук в руки”, до дверей/консьєржа, у поштомот/ПВЗ, у ресепшн офісу	Різні витрати часу на зупинку, пошук адресата, підтвердження	Різна зручність і контроль отримання
Тип відправлення	Документи, посилки, покупки e-commerce, їжа/фарма, цінні відправлення	Різні вимоги до упаковки, температури, безпеки	Різні гарантії, обмеження та ціноутворення
Часове вікно	Без вікна (протягом дня), вузьке (1–2 год), точний час	Вплив на складність маршрутизації та ризик запізнення	Передбачуваність для отримувача

1	2	3	4
Оплата і взаєморозрахунки	Передплата, післяплата, COD, корпоративний рахунок	Додаткові операції інкасації та контролю	Фінансова гнучкість
Підтвердження вручення	Електронний підпис, OTP-код, фото, документ	Впливає на тривалість “останньої операції”	Підвищення довіри та доказовості

Ця класифікація показує, що “з рук в руки” є не просто варіантом вручення, а окремою сервісною логікою, яка змінює витрати часу в точці доставки, вимоги до комунікації й ризик невдалих спроб вручення.

Доставка “з рук в руки” як сервісна модель у структурі міської логістики

Міська логістика охоплює переміщення товарів і відправлень між підприємствами, споживачами та інфраструктурними вузлами, інтегруючи транспортні, складські, інформаційні й сервісні процеси. У цій системі “з рук в руки” займає місце високосервісного рішення для сегментів, де цінність часу, персоналізація та контроль отримання переважають над прагненням до мінімізації собівартості.

У практиці міста ключовими “носіями попиту” на “з рук в руки” є B2C-поставки e-commerce із вимогою швидкого отримання; C2C-відправлення між приватними особами; B2B-документообіг та доставки дрібних комплектувальних; доставка товарів із підвищеною вимогливістю до вручення (техніка, коштовності, корпоративні пропуски, тендерні пакети тощо). Саме тут персоналізована передача створює додаткову корисність: зменшує інформаційну невизначеність, підвищує довіру, знижує ризик помилкового отримання і часто зменшує загальні втрати часу отримувача.

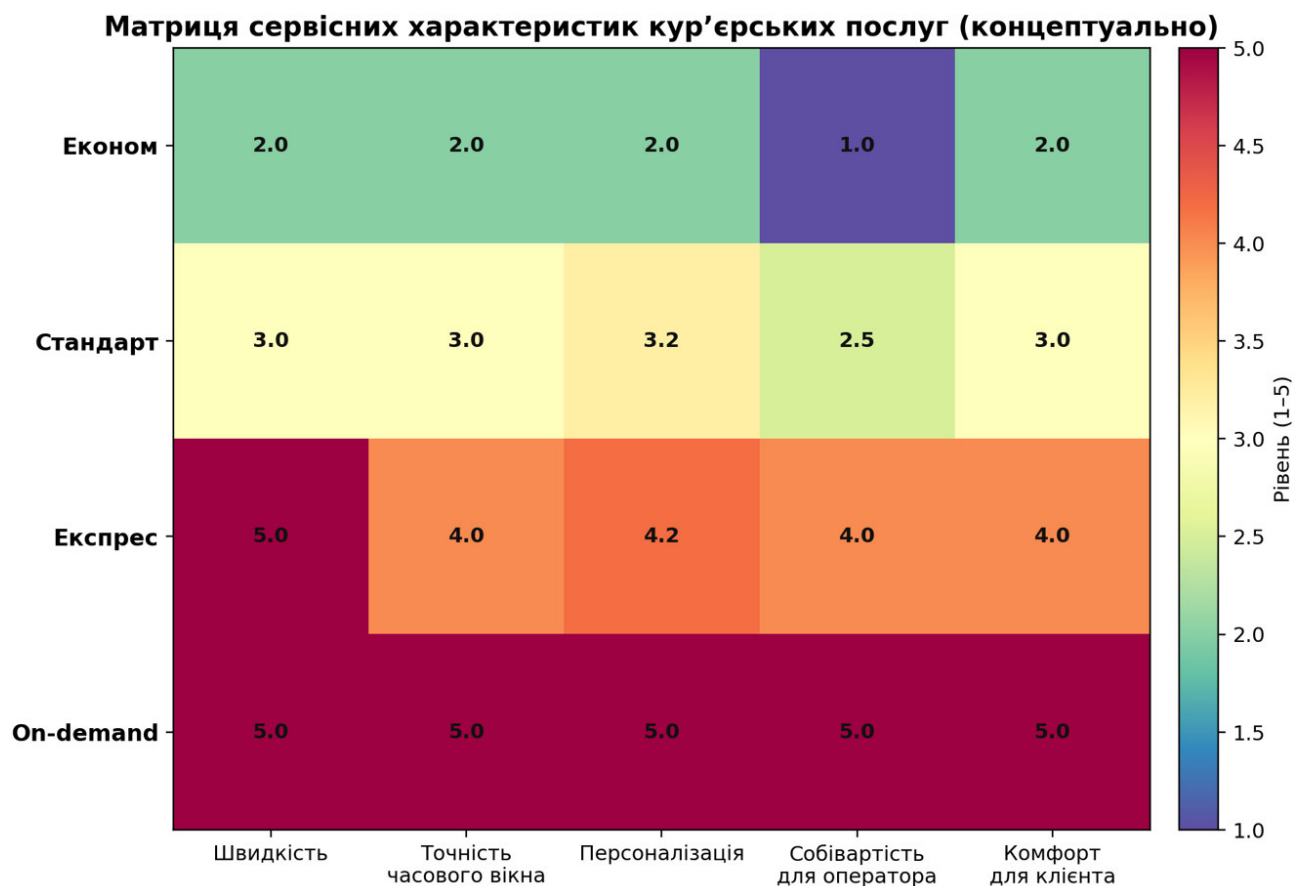


Рисунок 1.1 – Матриця сервісних характеристик кур'єрських послуг

Разом з тим “з рук в руки” є складнішою в операційному виконанні. Вона збільшує питомі витрати “останньої точки” маршруту: кур'єру потрібно знайти конкретну людину, узгодити зустріч, дочекатися виходу отримувача, виконати підтвердження вручення. У щільній міській забудові це часто доповнюється обмеженнями паркування та доступу до будівель. Тому для оператора критично важливими стають цифрові механізми координації, динамічне перепланування маршрутів і управління неуспішними спробами доставки.



Рисунок 1.2 – Місце “з рук в руки” в контурі міської кур'єрської логістики

Схема підкреслює, що “з рук в руки” - це підмножина способів вручення, яка потребує найбільшого ступеня узгодженості між інформаційним контуром (платформа) та фізичним процесом у місті.

Операційні характеристики “з рук в руки” та їхній вплив на міську систему доставки

Операційна ефективність міської доставки визначається не лише швидкістю руху транспортного засобу, а насамперед структурою часу замовлення: час на під’їзд, час пошуку адреси, час зупинки, час контакту й оформлення вручення. Для “з рук в руки” саме складова контакту й очікування часто стає домінантною. Унаслідок цього зростає варіативність тривалості однієї доставки: дві доставки однакової дальності можуть суттєво відрізнитися за часом виконання через фактори доступності отримувача, пропускну режиму будівлі, роботи ліфтів, черг на охороні та інших “мікробар’єрів”.

Ці особливості прямо впливають на маршрутизацію. Якщо доставка до поштомаду допускає “пакетну” модель, коли кур’єр доставляє одразу багато відправлень в одну точку, то “з рук в руки” тяжіє до більшої дисперсії точок і, відповідно, до зростання пробігу та зниження середньої кількості виконаних замовлень за зміну за інших рівних умов. Однак це не означає, що сервіс є неефективним; він ефективний у своїй цільовій ніші, де клієнт готовий оплачувати підвищену операційну складність заради вигоди від персоналізованого вручення.

У системі міської логістики ці способи не конкурують “абсолютно”, а доповнюють один одного, дозволяючи операторам будувати гібридні моделі: наприклад, частину потоку “знімати” через ПВЗ, а для критичних замовлень надавати “з рук в руки”.

Таблиця 1.2 – Порівняння способів вручення в місті за ключовими параметрами

Параметр	ПВЗ/поштомот	До дверей	“З рук в руки”
Витрати часу в точці	низькі/стандартизовані	середні	високі, мінливі
Ризик невдалої спроби	мінімальний	середній	підвищений без якісної координації
Доказовість вручення	середня	середня/висока	висока (персоніфікація отримувача)
Зручність для отримувача	висока за наявності ПВЗ поруч	висока	максимальна за умови точного узгодження
Собівартість для оператора	найнижча на одиницю	вища	найвища
Доцільні сегменти	масовий e-commerce	змішаний B2C	цінні/термінові/персональні доставки

Мікрологістика міста і роль “з рук в руки” в управлінні якістю сервісу

Міський простір формує обмеження, які в класичній магістральній логістиці відсутні або слабші. Для кур’єрських сервісів це проявляється у високій залежності від щільності забудови, типу житлового фонду, наявності дворів із обмеженим доступом, транспортного профілю вулиць, режимів роботи бізнес-центрів, а також безпекових та адміністративних факторів. “З рук в руки” у такому середовищі стає інструментом управління якістю, оскільки дозволяє зменшити суб’єктивні втрати отримувача (не потрібно їхати до ПВЗ, підлаштовуватися під графік, шукати посилку), проте збільшує вимоги до узгодженості операцій.

З академічної точки зору, сервіс “з рук в руки” підсилює клієнтоцентричність ланцюга постачання в місті та підвищує його “реактивність” - здатність системи швидко адаптуватися до індивідуальних потреб. Його ефективність оцінюють не лише за вартістю доставки, а за інтегральним показником, де враховується виконання часових зобов’язань, відсоток успішних перших спроб, частота звернень до підтримки, кількість інцидентів і рівень задоволеності клієнтів.

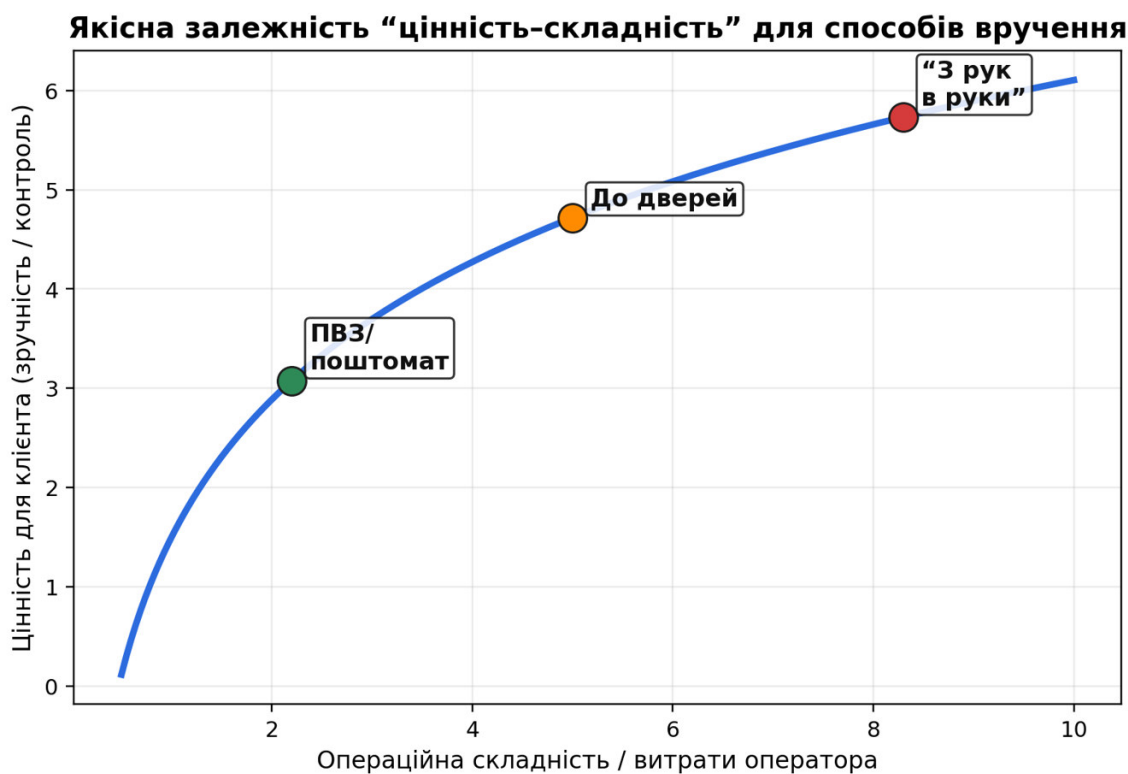


Рисунок 1.3 – Логіка формування цінності сервісу “з рук в руки”

Діаграма відображає типову для міської логістики закономірність: зростання персоналізації й комфорту для клієнта супроводжується збільшенням операційних витрат і складності для виконавця, а отже вимагає точнішого управління процесами.

Сутність кур’єрських послуг у міській логістиці полягає в організації швидкого та керованого фізичного потоку відправлень із високими вимогами до сервісу й інформаційної прозорості. Класифікація кур’єрських послуг доцільна як багатовимірна, оскільки один оператор зазвичай комбінує різні рівні терміновості, різні організаційні схеми потоку та різні способи вручення.

Доставка “з рук в руки” займає місце сервісу з підвищеною персоналізацією, що забезпечує високу доказовість вручення та максимальну зручність для отримувача, але водночас потребує розвинених механізмів диспетчеризації, комунікації, управління часовими вікнами та стандартизації підтвердження доставки.

Під час проєктування системи кур’єрської доставки типу «з рук в руки» (hand-to-hand, door-to-door із персональним врученням) ключовим елементом є формалізація типової технологічної схеми процесу доставки. Саме процесний підхід дозволяє поєднати вимоги клієнта до якості (швидкість, надійність, передбачуваність часу), можливості оператора (доступний парк, кількість кур’єрів, наявність ІТ-системи диспетчеризації) та об’єктивні міські обмеження (транспортні затори, паркування, щільність забудови, пікові періоди попиту). У контексті міста Тернопіль технологічна схема має забезпечувати узгодженість дій усіх учасників сервісу - від ініціатора відправлення до кур’єра та отримувача - і містити контрольні точки, які мінімізують ризики помилкового вручення, недоставки, втрати чи пошкодження відправлення.

Початковою операцією є приймання замовлення, тобто фіксація заявки на доставку та формування первинного запису в системі. Приймання може відбуватися через мобільний застосунок, веб-форму або контакт-центр, але незалежно від каналу система повинна отримати мінімально достатній набір даних: дані відправника, адресу та часові обмеження забору, дані отримувача, адресу та бажаний інтервал вручення, опис відправлення (тип, орієнтовна маса, габарити, особливі умови), спосіб оплати, а також контактні телефони для уточнення. На цьому етапі формується унікальний ідентифікатор замовлення, задається пріоритет (наприклад, експрес/стандарт), створюється попередній маршрутний запит і визначаються контрольні точки (час реєстрації, час старту виконання, час завершення). З позиції управління якістю важливо, щоб приймання замовлення завершувалось підтвердженням замовлення клієнту і передачею йому базової інформації: номер замовлення, орієнтовний час подачі кур’єра, правила вручення та підтвердження. Час приймання замовлення

зазвичай є відносно малим у порівнянні з транспортною складовою, але його нестабільність (наприклад, при піковому навантаженні контакт-центру) може негативно впливати на загальне сприйняття сервісу, тому доцільно передбачати автоматизацію та стандартизацію.

Наступною операцією є валідація адреси та контакту, тобто перевірка коректності та придатності введених даних. Для міської доставки «з рук в руки» валідація має практичне значення, оскільки помилка в адресі або відсутність доступного зв'язку з отримувачем призводять до повторних спроб, затримок і зростання собівартості. Валідація включає перевірку геокодування (чи розпізнається адреса на карті), перевірку належності адрес до зони обслуговування (місто Тернопіль та визначені межі), контроль формату телефонного номера, а також логічні перевірки часових обмежень (наприклад, неможливість вручення раніше за мінімальний час доїзду). У межах валідації також доцільно виконувати ризик-скринінг: чи не належить відправлення до обмежених/заборонених категорій, чи потрібні додаткові умови транспортування (температурний режим, крихкість), чи є ознаки потенційного шахрайства (некоректні дані, аномальні запити). Результатом операції валідації є або підтвердження готовності замовлення до виконання, або повернення на уточнення, що повинно супроводжуватись коротким зворотним зв'язком клієнту з переліком необхідних коригувань. Саме тут закладається одна з найважливіших передумов якісної доставки: «правильні дані - правильний результат».

Після успішної валідації запускається операція призначення кур'єра, яку можна розглядати як задачу оперативного диспетчерського управління. Призначення може відбуватись вручну диспетчером або автоматично на основі алгоритмів, що враховують місцезнаходження кур'єрів, їх завантаження, тип транспортного засобу, пріоритет замовлення та прогнозований час під'їзду. Для міста Тернопіль, з урахуванням характерної структури дорожньої мережі, практичним підходом є зонування території і закріплення кур'єрів за зонами в пікові години; тоді призначення зводиться до вибору найближчого вільного

кур'єра в межах зони або кур'єра з найменшим очікуваним часом до точки забору. Результатом операції призначення є передача кур'єру маршрутного завдання: точка забору, контакт відправника, особливості відправлення, а також інструкції щодо підтвердження забору й вручення. Важливо, щоб у системі фіксувались часові мітки призначення та прийняття завдання кур'єром, адже ці дані використовуються для оцінювання керованості процесу та дисципліни виконання.

Операція під'їзду до точки забору є першою транспортною складовою циклу доставки. Її тривалість визначається відстанню, дорожніми умовами, можливістю паркування, типом транспортного засобу та часом доби. Для практичного управління під'їзд доцільно описувати як «час подачі кур'єра», який у сервісі «з рук в руки» сприймається клієнтом як індикатор оперативності. У технологічній схемі під'їзд починається з моменту прийняття завдання кур'єром і завершується моментом прибуття до точки забору (зафіксованим геолокацією або ручним підтвердженням). На цьому етапі важлива комунікація: система має інформувати відправника про статус «кур'єр у дорозі», а за необхідності - уточнювати деталі доступу (вхід у будинок, код домофона, під'їзд, поверх), щоб зменшити непродуктивний час. У міських умовах істотним чинником є «останній відрізок» - підхід до дверей/офісу/вікна видачі, який інколи займає порівнянний час із під'їздом на транспорті. Тому технологічно доцільно розрізняти час руху транспортом і час пішого доступу.

Після прибуття кур'єра здійснюється сервісний час забору, який охоплює операції взаємодії з відправником, приймання відправлення, первинної перевірки та фіксації факту забору. У доставці «з рук в руки» сервісний час забору має бути стандартизований, щоб мінімізувати варіативність і підвищити пропускну здатність кур'єра. Зміст операції включає ідентифікацію замовлення (назвати номер/показати QR-код), коротку візуальну перевірку цілісності пакування, перевірку відповідності відправлення заявленим параметрам (наприклад, чи не перевищує допустиму масу), за потреби - пакування/маркування (стікер, пломба), а також фіксацію приймання. Фіксація

може здійснюватися шляхом сканування коду, підпису відправника в застосунку або фото відправлення; вибір методу залежить від політики сервісу й вимог до доказовості. Важливим елементом є узгодження умов вручення: чи потрібен дзвінок перед прибуттям, чи застосовується ОТР-код для отримувача, чи можливе вручення іншій особі. Результатом сервісу забору є перехід статусу в системі на «прийнято до доставки» та запуск наступної транспортної операції.

Операція переміщення між точкою забору та точкою вручення є центральною складовою часу доставки і найбільш залежить від зовнішніх факторів. У технологічній схемі переміщення описується як рух кур'єра за оптимальним маршрутом, сформованим системою або обраним кур'єром з урахуванням поточної дорожньої ситуації. У випадку, коли кур'єр виконує не одну доставку, а пакет замовлень (батчинг), переміщення перетворюється на послідовність переїздів між кількома точками вручення. Однак для базової типової схеми доцільно спершу розглядати одиночне замовлення як еталон, а вже потім зазначати, що в реальній роботі застосовуються групування і динамічне перепланування. Для міста Тернопіль критичними чинниками можуть бути місця концентрації трафіку у пікові години, обмежені можливості короткочасної зупинки в центральних кварталах та вплив погодних умов у зимовий період, що змінює середню швидкість та збільшує ризики затримок. Саме тому в технологічній схемі переміщення повинно супроводжуватися механізмом моніторингу ЕТА (очікуваного часу прибуття) та автоматичними повідомленнями отримувачу.

Далі виконується сервісний час вручення, який включає операції доступу до отримувача, ідентифікації, фактичної передачі відправлення та, за потреби, приймання оплати. Для формату «з рук в руки» цей етап є критично важливим із позиції юридичної та сервісної відповідальності, адже саме тут виникають найтипівіші проблеми: отримувач відсутній, контакт недоступний, адреса не відповідає реальності, відмова від отримання, конфліктна ситуація, очікування під дверима. Технологічно доцільно регламентувати дії кур'єра: мінімальна кількість спроб зв'язку, максимальний час очікування, порядок перенесення

доставки у часі, умови повернення відправлення. Вручення як операція повинно мати визначений стандарт: кур'єр повідомляє про прибуття, підтверджує особу отримувача (наприклад, за ім'ям/телефоном або OTP-кодом), передає відправлення, і лише після завершення підтвердження закриває замовлення. У разі оплати готівкою чи післяплатою, сервісний час вручення зростає, тому в роботі доцільно окремо зазначати, що безготівкова оплата зменшує тривалість вручення та підвищує пропускну здатність системи.

Після фактичної передачі обов'язковою є операція підтвердження доставки, яка в доставці «з рук в руки» виконує роль доказу виконання й інструменту захисту від суперечок. Підтвердження може реалізовуватись кількома методами: одноразовий код (OTP), електронний підпис на екрані, фото отримувача з відправленням (з урахуванням політик конфіденційності), фото місця вручення, геолокаційна мітка та часовий штамп. Для академічного обґрунтування доцільно зазначити, що найбільш збалансованим за співвідношенням швидкості та надійності в умовах міста є OTP-підтвердження, оскільки воно швидке, мінімально інвазивне і водночас істотно знижує ризик помилкового вручення. У технологічній схемі підтвердження доставки завершується зміною статусу в системі на «доставлено» та формуванням електронного підтвердження для відправника (push/SMS/електронний чек). Наявність надійного механізму підтвердження також дозволяє якісніше будувати KPI сервісу, оскільки фіксація точного часу вручення є основою для вимірювання дотримання SLA.

Завершальною операцією є закриття замовлення, яка підсумовує цикл доставки, формує фінансові та аналітичні записи і переводить замовлення в архівний стан. Закриття включає завершення документації (квитанція, чек), фіксацію фактичних витрат часу і, за потреби, пробігу, прив'язку рейтингу/зворотного зв'язку клієнта, а також обробку винятків (наприклад, якщо була повторна спроба вручення або повернення). З управлінської точки зору закриття замовлення має дві функції: по-перше, воно є основою для розрахунків оплати праці кур'єра (кількість доставок, бонуси за SLA, штрафи за порушення),

по-друге - джерелом даних для оперативного аналізу та вдосконалення системи. Для міського сервісу важливо, щоб система накопичувала статистику по зонах, годинах, типах відправлень і причинах відхилень, адже на цій основі надалі коригуються зонування, графіки змін, алгоритми призначення та тарифна політика.

Для формального опису технологічної схеми та подальших розрахунків доцільно ввести узагальнену модель часу виконання доставки. Повний час виконання замовлення можна подати як суму складових:

$$T_{дост} = T_{прийм} + T_{вал} + T_{призн} + T_{подачі} + T_{забору} + T_{перем} + T_{вруч} + T_{підтв} + T_{закр} \quad (1.1)$$

де $T_{прийм}$ - час приймання/реєстрації; $T_{вал}$ - час валідації; $T_{призн}$ - час призначення кур'єра; $T_{подачі}$ - час під'їзду до точки забору; $T_{забору}$ - сервісний час забору; $T_{перем}$ - час переміщення між точками; $T_{вруч}$ - сервісний час вручення; $T_{підтв}$ - час підтвердження; $T_{закр}$ - час закриття/оформлення. У межах одного міста частина складових (приймання, валідація, закриття) є майже сталими і залежать від рівня автоматизації, тоді як основну варіативність формують $T_{подачі}$ та $T_{перем}$, а також $T_{вруч}$ у випадку складного доступу або очікування отримувача. Практичний сенс такої формули полягає в тому, що вона дозволяє не лише оцінити середній час доставки, а й виділити "вузькі місця" процесу: якщо, наприклад, основні затримки формуються на етапі доступу до отримувача, необхідно переглянути регламент комунікації й підтвердження; якщо затримки зумовлені переміщенням - доцільнішим стане зонування і змішаний парк транспортних засобів.

Отже, типова технологічна схема доставки «з рук в руки» є послідовністю операцій, кожна з яких має чітко визначений результат і підлягає стандартизації. Її формалізація забезпечує керованість сервісу в умовах міста Тернопіль, дозволяє встановлювати контрольні точки якості та формує основу для подальшого кількісного обґрунтування потреби в кур'єрах, транспорті та витратах. У наступних підрозділах проектної частини саме ця схема буде

використана для визначення нормативів часу, розрахунку продуктивності кур'єрів, оцінювання завантаження системи та перевірки досягнення заданих рівнів SLA.

1.2 Аналіз ринку та середовища м. Тернопіль: просторовий попит, клієнтські сегменти, конкуренти й проблеми існуючої доставки

Для моделі кур'єрської доставки «з рук у руки» ключовим є не лише загальний обсяг населення, а й те, як воно «розкладене» по житлових масивах і як ці масиви генерують попит у різні часові вікна. За даними Головного управління статистики у Тернопільській області, на 1 січня 2022 року наявне населення м. Тернопіль становило 225 004 особи. У міському масштабі це означає відносно короткі плечі доставки, але високу роль організаційних факторів: швидкість реагування, зручність комунікації, точність адресації, «прозорість» статусів і гарантованість вручення конкретній особі.

Просторова характеристика мікрорайонів за кількістю жителів (наближено через кількість виборців)

Офіційна статистика «населення по мікрорайонах» публікується нерегулярно й часто відсутня у відкритому форматі. Для дипломного аналізу практично застосовним наближенням є орієнтовна кількість виборців у територіальних округах, які в Тернополі формувалися переважно за межами мікрорайонів. Це дає коректне уявлення про масштаб потенційної клієнтської бази дорослого населення та дозволяє порівнювати «ємність» зон між собою. Важливо: це не тотожне «всьому населенню», але як проксі-метрика для логістичного планування (кур'єрські години, кількість виконавців у піках) є корисним.

Таблиця 1.3 -Орієнтовна чисельність дорослого населення (виборців) за мікрорайонними групами Тернополя (за поділом на 5 округів)

Мікрорайонна група (за округом)	Територіальне ядро попиту	Орієнтовна кількість виборців, осіб	Логістична інтерпретація для «з рук у руки»
Мікрорайон 1	Дружба (плюс приєднані села в межах громади)	39 365	Висока «домашня» доставка, багато житлових адрес; важливі чіткі часові вікна та мінімізація повторних спроб вручення
Мікрорайон 2	Центр + Новий Світ	32 407	Концентрація бізнес-адрес, документів, сервісів; складність паркування й зупинок, виграє доставка з коротким сервісним часом і точним SLA
Мікрорайон 3	Східний + Канада	38 139	Великий житловий попит і стабільні «побутові» замовлення; важлива щільність виконавців у піках вечора та вихідних
Мікрорайон 4	6-й магазин + частина Сонячного (БАМ) + вул. Злуки	33 943	Змішаний попит: житло + комерція; у години пік критична швидка диспетчеризація і зонування
Мікрорайон 5	Аляска + вул. Корольова та суміжні	35 111	Активний житловий масив, висока частка e-commerce/приватних відправлень; потрібні вечірні вікна вручення та зручні сценарії «зв'язок-зустріч»

Ця просторова картина прямо «накладається» на клієнтські сегменти. Умовно можна вважати, що Центр/Новий Світ генерує більшу частку доставок документів і B2B, тоді як Східний/Канада, Аляска, Дружба -більшу частку B2C (інтернет-замовлення, приватні передачі); Сонячний/Злуки/6-й магазин часто дають змішаний профіль.

Кур'єрська доставка швидко «росте» там, де з'являються нові житлові площі та нові комерційні перші поверхи. У матеріалах «Внесення змін до генерального плану м. Тернопіль» наведені площадки нового багатоквартирного будівництва з оцінкою чисельності населення, яке вони можуть сформувати (за рахунок нових квартир). Це можна використати як аргумент прогнозного попиту на «останній милі» в окремих мікрорайонних зонах.

Таблиця 1.4 – Приклад прогнозного приросту потенційних отримувачів у ключових зонах (за площадками нового багатоквартирного будівництва)

Площадка/локація	Житловий район / мікрорайон	Квартир, од.	Оцінка населення, осіб	Висновок для доставки
1	2	3	4	5
мкр Північний	ЖР «Північний»	6 075	12 150	Формування нового «ядра» попиту: потрібне раннє зонування й нарощення кур'єрів у цій частині міста
вул. Галицька (Північна)	ЖР «Канада», мкр Текстильна	630	1 260	Зростатиме В2С-попит та доставка з магазинів/сервісів; доцільні короткі «петлі» забору

Закінчення таблиці 1.4

1	2	3	4	5
вул. Галицька (Південна)	ЖР «Канада», мкр Текстильна	1 200	2 400	Посилення навантаження в зоні «Канада»: важлива оптимізація часу під'їзду та вручення
Зеленбуд	ЖР «Канада», мкр №10	645	1 290	Додатковий житловий попит, який підсилює доцільність постійної присутності кур'єра в зоні
мкр №6	ЖР «Сонячний», мкр №6	1 200	2 400	Для харчових доставок і «швидких» відправлень особливо важливі вечірні години та вихідні
Меблева фабрика	ЖР «Центральний», мкр Новий Світ	390	780	Центрова зона з високими вимогами до часу; потрібні стандарти паркування/передачі «з рук у руки»

Інтернет-магазини в межах Тернополя зазвичай працюють у форматі невеликих складів/шоурумів, торгових точок і «онлайн-продавців», для яких критичні швидкі забірні рейси та масова розвозка по житлових масивах. Найбільш «ємними» зонами для B2C вручення за проксі-метрикою виборців є Дружба, Східний/Канада, Аляска, а тенденції нової забудови підсилюють, зокрема, «Канаду/Текстильну» та «Північний».

Аптечні доставки мають попит як у центральній частині, так і в житлових масивах, але для них критичними стають гарантованість вручення, швидкість і передбачуваність. На цьому ринку в Тернополі вже присутні великі платформи доставки, зокрема Glovo, яка працює в місті та агрегує

магазини/аптеки/ресторани, а також Bolt Food, запуск якого в Тернополі анонсувався як сервіс доставки їжі. Для закладів харчування це означає жорстку конкуренцію на швидкості та покритті піків, але водночас залишає «нішові» можливості: корпоративні обіди, доставка з гарантованим врученням конкретній особі, документообіг із закладами, комбіновані маршрути «забір із кількох точок → розвезення».

Сегмент документів і термінових передач (B2B/B2G) природно тяжіє до «Центр + Новий Світ», де щільність адміністративних і офісних адрес вища, а цінність «з рук у руки» максимально очевидна: підтвердження часу, відповідальної особи, мінімізація ризику втрати/помилки.

Приватні відправлення (передати ключі, документи, невеликі покупки, «забув-терміново привези») є типовим «побутовим» попитом для житлових масивів, і саме він найчастіше вимагає гнучких сценаріїв: уточнення точки зустрічі, короткі дзвінки, перенос часу вручення без втрати контролю якості сервісу.

Ринок кур'єрсько-поштових сервісів у місті фактично ділиться на дві великі групи. Перша - національні оператори доставки посилок/документів із розвиненою інфраструктурою відділень і «доставкою до дверей». Для прикладу, «Нова пошта» декларує доставку на адресу з доплатою до основного тарифу, «Укрпошта» має окрему послугу «Кур'єрська доставка», а Meest позиціонує кур'єрську доставку як один із напрямів послуг. Друга група - агрегатори «швидкої міської доставки» для їжі та товарів повсякденного попиту (Glovo, Bolt Food), які виграють у швидкості «тут і зараз», але часто працюють у стандартизованих сценаріях, де «гарантоване вручення конкретній особі» та «доказ вручення» є менш формалізованими, ніж у спеціалізованих кур'єрських моделях.

Для дипломного обґрунтування важливо показати, що сервіс «з рук у руки» займає проміжну, але ціннісно виразну нішу: він може бути швидшим і гнучкішим за класичні поштово-логістичні схеми, і водночас більш «керованим» та юридично/організаційно визначеним, ніж частина агрегаторних доставок.

Проблеми існуючої доставки в міських умовах Тернополя (як «вікна можливостей»)

У практиці міської доставки типові проблеми мають не стільки транспортну, скільки процесну природу: невдале вручення через відсутність отримувача, слабка якість адресних даних, складність паркування та короткої зупинки в центральній частині, пікові навантаження у вечірні години та вихідні, а також фрагментарність каналів комунікації «клієнт-оператор-кур'єр». Для Тернополя ця проблематика посилюється тим, що «Центр/Новий Світ» концентрує B2B та документні потоки (вища вимогливість до точності й часу), а великі житлові масиви (Дружба, Східний/Канада, Аляска) формують широкий B2C-попит із високою часткою повторних узгоджень часу вручення. Додатково, перспективи нової забудови в окремих зонах означають, що без проактивного планування покриття та щільності кур'єрів «провали якості» можуть зростати разом із житловим фондом.

Якщо хочеш, я допишу цей підрозділ до «дипломного» рівня ще глибше: зроблю окрему таблицю “який сегмент найбільш характерний для кожної мікрорайонної групи” і матрицю конкурентів (оператор → сильні/слабкі сторони → де модель «з рук у руки» виграє) -також у табличному вигляді.

1.3 Аналіз ринку і середовища м. Тернопіль

Сучасний етап розвитку транспортних технологій характеризується переходом від традиційних логістичних схем до високодинамічних, цифрово інтегрованих систем доставки, що орієнтовані на мінімізацію часу обслуговування замовлення та підвищення рівня сервісу. Для міста Тернопіль ці процеси мають особливу специфіку, обумовлену його середнім розміром, компактною просторовою структурою та відносно невисоким рівнем транспортного навантаження порівняно з мегаполісами. Водночас саме ці особливості створюють сприятливі умови для впровадження ефективних

моделей міської логістики, зокрема систем швидкої доставки (same-day, on-demand).

Ринок доставки у Тернополі формується як інтегрована система взаємодії споживачів, бізнесу та транспортних операторів. При цьому важливу роль відіграє не лише обсяг попиту, але й його структура, яка визначає вимоги до транспортного процесу, типу рухомого складу, організації маршрутів та рівня цифровізації.

Сегмент інтернет-магазинів у м. Тернопіль демонструє стійке зростання, що пов'язано із загальнонаціональною тенденцією переходу до електронної комерції. При цьому важливо відзначити, що локальні інтернет-магазини та регіональні представництва великих торговельних платформ формують різні типи логістичних потоків. Для локальних магазинів характерні невеликі партії замовлень із високою частотою, тоді як для великих операторів – централізовані поставки з подальшим розподілом. Це зумовлює необхідність використання гібридних логістичних схем, які поєднують складські (dark store) та кур'єрські моделі доставки.

Сегмент аптек у сучасних умовах набуває особливої значущості, оскільки доставка медикаментів часто має критичний часовий характер. У цьому випадку важливим є не лише час доставки, але й точність виконання замовлення, дотримання умов транспортування та забезпечення належного рівня відповідальності. Це накладає додаткові вимоги до підготовки персоналу, організації контролю та використання спеціалізованих контейнерів.

Заклади харчування формують найбільш вимогливий до швидкості сегмент. Для нього характерна висока інтенсивність замовлень у пікові години (обідній та вечірній час), що створює нерівномірне навантаження на транспортну систему.

Сегмент доставки документів має відносно стабільний, але обмежений обсяг. Його специфіка полягає у високих вимогах до надійності та юридичної відповідальності. У цьому випадку ключовими показниками є не швидкість, а гарантованість доставки та можливість підтвердження вручення.

Приватні відправлення формують масовий сегмент, який характеризується низькою середньою вартістю замовлення та високою чутливістю до тарифів. Для цього сегмента доцільним є використання економічних моделей доставки з консолідацією відправлень.

Просторово-транспортна характеристика середовища м. Тернопіль

Місто Тернопіль має радіально-кільцеву структуру з відносно компактним центром та житловими масивами, розташованими на периферії. Така структура створює специфічні умови для організації доставки.

Центральна частина міста характеризується високою концентрацією закладів торгівлі та харчування, що формує значний попит на кур'єрські послуги. Водночас саме тут спостерігаються найбільші транспортні обмеження, пов'язані з вузькими вулицями, обмеженнями паркування та підвищеною інтенсивністю руху.

Периферійні райони мають меншу щільність замовлень, але потребують більших витрат часу на обслуговування одного клієнта. Це призводить до зниження ефективності використання транспортних засобів.

У міських умовах середня швидкість є змінною величиною і залежить від часу доби, дорожньої ситуації та типу транспортного засобу. Наприклад, використання електромopedів або велосипедів у центральній частині міста може забезпечити вищу ефективність порівняно з автомобілями.

Деталізований аналіз конкурентного середовища

Конкурентне середовище ринку доставки у Тернополі можна охарактеризувати як багаторівневе. Національні оператори забезпечують базову логістичну інфраструктуру, але їхні послуги часто не орієнтовані на швидку міську доставку. Вони оптимізовані для міжміських перевезень і мають більший час обробки замовлень.

Локальні кур'єрські служби, навпаки, спеціалізуються на швидкій доставці в межах міста. Їхньою перевагою є гнучкість та можливість адаптації до локальних умов. Проте вони часто мають обмежені ресурси та недостатній рівень автоматизації.

Цифрові платформи доставки створюють нову модель конкуренції, засновану на використанні мобільних додатків, алгоритмів розподілу замовлень та динамічного ціноутворення. Вони дозволяють значно підвищити ефективність використання кур'єрів, але водночас створюють додатковий тиск на традиційних операторів.

Аналіз функціонування існуючих систем доставки дозволяє виділити комплекс системних проблем, які мають як організаційний, так і технологічний характер.

Однією з ключових проблем є відсутність ефективної системи управління транспортними потоками в реальному часі. Більшість локальних операторів використовують спрощені методи планування маршрутів, що призводить до нераціонального використання ресурсів.

Іншою суттєвою проблемою є низький рівень використання аналітичних інструментів. Відсутність систем KPI та SLA ускладнює оцінку якості послуг і не дозволяє оперативно реагувати на відхилення.

Також варто відзначити проблему кадрового забезпечення. Недостатня кількість кур'єрів у пікові періоди призводить до збільшення часу доставки та зниження рівня сервісу.

Окремо слід виділити проблему транспортної інфраструктури, яка включає обмежену кількість місць для зупинки, складність доступу до окремих районів та наявність вузьких транспортних коридорів.

Проведений розширений аналіз показує, що ринок доставки у м. Тернопіль має значний потенціал для розвитку, але потребує впровадження сучасних транспортно-технологічних рішень. Основними напрямками удосконалення є: підвищення рівня цифровізації процесів доставки, впровадження систем моніторингу та управління на основі KPI/SLA, оптимізація маршрутів з використанням алгоритмів, адаптація транспортних засобів до умов міського середовища, розвиток мережі локальних логістичних центрів (dark store).

Ефективність системи доставки визначається не лише технічними параметрами, але й здатністю інтегрувати всі елементи логістичного процесу в

єдину керовану систему, орієнтовану на потреби клієнта та умови міського середовища.

1.4 Факторний аналіз формування попиту та швидкісних режимів у транспортній системі міста Тернопіль

З огляду на специфіку кур'єрської доставки «з рук в руки» (Last Mile Delivery), акценти в дослідженні зміщуються з пасажиропотоків на мобільність кур'єрів, щільність точок видачі та часові вікна клієнтської активності. Нижче представлено перероблену версію розділу.

Ефективність кур'єрської доставки за моделлю «з рук в руки» в межах Тернополя визначається здатністю логістичного оператора мінімізувати час виконання замовлення в умовах щільної забудови та обмеженої пропускну здатності доріг. На відміну від магістральних перевезень, міська кур'єрська логістика критично залежить від мікролокацій точок тяжіння та специфіки поведінки споживача.

Щільність населення в житлових масивах Тернополя безпосередньо корелює з обсягом замовлень. Мікрорайони «Аляска», «Канада» та «Східний» є зонами найвищої концентрації кінцевих споживачів. Висока щільність багатоповерхової забудови в цих районах дозволяє кур'єрам виконувати кілька доставок у межах одного житлового кварталу, що підвищує ефективність маршруту. Проте, наявність закритих дворів, складність під'їзду до під'їздів та дефіцит місць для короткочасної зупинки кур'єрського транспорту в районах новобудов (наприклад, по вул. Микулинецькій або в районі «Варшавського» мікрорайону) створюють додаткові затримки, що досягають 5–10 хвилин на кожному замовленні.

У приватному секторі (мікрорайони Кутківці, Пронятин) щільність замовлень значно нижча, а середня відстань між точками доставки зростає. Це призводить до збільшення собівартості однієї доставки через зростання пробігу автомобіля та витрат часу на одиницю товару.

Для кур'єрської доставки «з рук в руки» в Тернополі існують два типи точок тяжіння: точки генерації (склади, ресторани, ТРЦ) та точки поглинання (офіси, житлові будинки). Центральна частина міста (вул. Руська, Валова, Кульчицької) є ключовою зоною поглинання замовлень у робочий час. Велика концентрація офісних працівників генерує попит на доставку обідів, документів та малогабаритних товарів.

Основними точками генерації замовлень є ТРЦ «Подільняни» (північний вузол) та ТРЦ «Орнава» (південно-західний вузол). Оскільки ці об'єкти розташовані на периферії або на межі з центром, кур'єрські маршрути часто мають радіальну спрямованість. Розміщення складів логістичних операторів (наприклад, Нова Пошта, Meest) у промисловій зоні на вул. Текстильній створює значне навантаження на виїзні магістралі в моменти сортування та виїзду кур'єрів на маршрути.

Попит на кур'єрські послуги в Тернополі має три чіткі пікові періоди. Перший пік (11:00 – 13:00) пов'язаний із доставкою бізнес-кореспонденції та сегментом Food Delivery (ланчі в офіси). Другий пік (18:00 – 20:00) формується доставками додому, коли клієнти повертаються з роботи. Третій пік є сезонним або акційним (періоди свят, «чорні п'ятниці»), коли обсяг замовлень зростає у 2–3 рази.

Швидкість доставки в ці періоди різко знижується через загальноміські затори. Наприклад, доставка з центру на мікрорайон «Дружба» через дамбу в період з 17:30 до 18:30 може тривати вдвічі довше, ніж у міжпіковий час. Це змушує логістичні компанії використовувати динамічне планування маршрутів та залучати кур'єрів на мобільних засобах (електровелосипеди, самокати), які менше залежать від швидкості автомобільного потоку на завантажених ділянках (вул. Руська, просп. Бандери).

Погодні умови в Тернополі суттєво змінюють структуру попиту та швидкість реагування кур'єрської служби. Під час опадів попит на доставку «до дверей» зростає на 40–50%, оскільки споживачі уникають самостійного відвідування магазинів чи закладів харчування. Водночас середня швидкість

пересування кур'єрів на авто знижується на 20–30% через ускладнення дорожнього руху.

Зимовий період у Тернополі, з притаманними йому опадами та ожеледицею на рельєфних ділянках (район Обласної лікарні, підйом на Східний масив), створює ризики зриву часових вікон доставки (Time Windows). Для збереження рівня сервісу логістичні оператори в такі періоди змушені розширювати часовий інтервал доставки з стандартних 30–60 хвилин до 90–120 хвилин.

Таблиця 1.5 – Порівняльна характеристика факторів впливу на швидкість доставки по районах міста

Район / Мікрорайон	Тип домінуючого попиту	Сер. швидкість кур'єра (пік), км/год	Час на паркування та передачу (хв)	Рівень складності логістики	Основний фактор затримки
Центр (вул. Руська - Валова)	Офісний / Документи	8–12	12–15	Високий	Відсутність паркувальних місць
Східний (просп. Бандери)	Житловий / E-commerce	18–22	8–10	Середній	Затори на магістральних в'їздах
Дружба (вул. Мазепи - Бережанська)	Студентський / Food	15–20	5–8	Середній	Обмежена пропускна здатність дамби
Аляска (вул. Симоненка)	Житловий / Товари	20–25	10–12	Середній	Щільність прибудинкової забудови

Район / Мікрорайон	Тип домінуючого попиту	Сер. швидкість кур'єра (пік), км/год	Час на паркування та передачу (хв)	Рівень складності логістики	Основний фактор затримки
Промисловий (вул. Текстильна)	Складський / B2B	25–35	15–20	Низький	Завантаженість великогабаритним тр-том
Південний (вул. Микулинецька)	Змішаний / Товари	28–40	7–9	Низький	Велика відстань між об'єктами

Аналіз факторів формування попиту на кур'єрську доставку в Тернополі демонструє, що критичними точками є не лише дорожні затори, а й архітектурна специфіка мікрорайонів. Найбільша ефективність доставки досягається в районах з високою щільністю населення («Аляска», «Східний»), проте найвищий прибуток на одиницю часу генерує центральна частина міста через високу частоту офісних замовлень. Для оптимізації моделі «з рук в руки» необхідно враховувати сезонні коливання попиту та впроваджувати різні типи транспортних засобів залежно від специфіки мікрорайону: малотоннажні авто для периферії та мікромобільність для історичного центру.

1.5 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу бакалавра

Актуальність дипломного проектування з теми організації системи кур'єрської доставки типу «з рук у руки» у м. Тернопіль зумовлена зростанням попиту на швидкі, надійні та персоналізовані логістичні послуги в межах міста. Формат доставки «з рук у руки» займає окрему нішу між традиційними поштовими сервісами та службами експрес-доставки, оскільки забезпечує вищий

рівень персоналізації, контролю процесу та доказовості вручення, але потребує більш чіткої організації транспортного процесу.

Метою дипломного проектування є розроблення та обґрунтування організаційно-технологічних рішень щодо створення ефективної системи кур'єрської доставки типу «з рук у руки» у м. Тернопіль з урахуванням особливостей міського попиту, вимог до якості сервісу та економічних умов функціонування.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі основні задачі: проаналізувати особливості кур'єрських послуг у системі міської логістики та визначити місце доставки «з рук у руки» серед інших форматів сервісу; дослідити ринок доставки у м. Тернопіль, охарактеризувати попит і просторову структуру обслуговування; розробити технологічну схему процесу доставки від моменту приймання замовлення до його вручення одержувачу; обґрунтувати цільову модель сервісу, зону обслуговування, правила приймання та вручення; визначити потребу в персоналі, транспортних засобах і диспетчерському управлінні; сформувати систему показників якості та рівня сервісу; виконати економічне обґрунтування проекту з визначенням витрат, собівартості та терміну окупності; розробити заходи з охорони праці та безпеки функціонування сервісу.

Отже, постановка задач охоплює аналітичне дослідження ринку, проектування технологічної та сервісної моделі доставки, розрахунок ресурсів, оцінку якості роботи системи та економічне обґрунтування її впровадження.

2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Концепція сервісу і її цільова модель

У сучасних умовах урбанізованого середовища ефективність транспортно-логістичних систем доставки визначається не лише технічними параметрами рухомого складу, але й якістю організації сервісу, адаптованістю до попиту та гнучкістю операційної моделі. Запропонована концепція сервісу базується на інтеграції просторових, часових та організаційних параметрів у єдину цільову модель, орієнтовану на забезпечення високого рівня обслуговування при мінімізації витрат часу та ресурсів.

В основі концепції лежить поділ території обслуговування на функціональні зони, які формуються з урахуванням щільності населення, інтенсивності замовлень, транспортної доступності та конфігурації вулично-дорожньої мережі. Для міста типу Тернопіль доцільним є застосування кластерного підходу, при якому місто поділяється на декілька радіальних зон обслуговування, кожна з яких закріплюється за окремим мікроскладом (dark store) або пунктом комплектації. Такий підхід дозволяє скоротити середній час доставки за рахунок зменшення довжини маршруту та підвищення керованості кур'єрського парку.

Зона обслуговування визначає географічні межі функціонування сервісу і є ключовим параметром цільової моделі. Вона формується таким чином, щоб забезпечити досягнення нормативного часу доставки, який залежить від обраного рівня сервісу. Для експрес-доставки радіус зони, як правило, обмежується 2–4 км, тоді як для стандартної доставки він може досягати 5–8 км. Вибір радіусу зони безпосередньо впливає на завантаження транспортних засобів, кількість рейсів та стабільність виконання замовлень.

Типи замовлень у запропонованій концепції поділяються за кількома ознаками: маса та об'єм, терміновість, складність комплектації та кількість позицій. Виділяються такі основні категорії: дрібні замовлення (до 5 кг), середні

(5–15 кг) та великогабаритні (понад 15 кг). Окрім цього, замовлення класифікуються за рівнем пріоритетності: термінові (експрес), планові (стандарт) та групові (консолідовані). Така класифікація дозволяє ефективно розподіляти ресурси та формувати маршрути з урахуванням реального попиту.

Часові вікна є одним із ключових інструментів управління сервісом. Вони визначають допустимий інтервал доставки для кожного замовлення і забезпечують баланс між очікуваннями клієнта та можливостями логістичної системи. У запропонованій моделі передбачено два основних типи часових вікон: вузькі (30–60 хв) для експрес-доставки та широкі (2–4 години) для стандартної доставки. Використання часових вікон дозволяє оптимізувати маршрути, зменшити кількість холостих пробігів і підвищити коефіцієнт використання транспортних засобів.

Рівні сервісу формують основу взаємодії з клієнтом і визначають параметри обслуговування. У моделі передбачено два базових рівні: експрес та стандарт. Експрес-доставка орієнтована на мінімальний час виконання (30–60 хв) і передбачає використання швидких та маневрених транспортних засобів (електромопеди, електровелосипеди). Стандартна доставка має більший часовий інтервал (2–6 годин) і допускає консолідацію замовлень, що знижує витрати на транспортування.

Правила приймання та вручення замовлень є важливим елементом забезпечення якості сервісу. Приймання замовлення здійснюється через цифрову платформу з автоматичною перевіркою доступності товару, визначенням часу доставки та призначенням кур'єра. Вручення замовлення регламентується стандартами сервісу, які включають ідентифікацію отримувача, контроль стану вантажу, фіксацію факту доставки (цифровий підпис або фотофіксація) та обробку можливих відмов або повернень.

Нижче наведено концептуальну схему, яка відображає взаємозв'язок основних елементів запропонованої моделі:



Рисунок 2.1 – Схема представленої концепції

Схема демонструє, що система функціонує як замкнений контур, у якому попит формує параметри сервісу, а результати доставки впливають на подальше коригування моделі.

Основними елементами запропонованої концепції є: просторове зонування, багаторівнева система сервісу, гнучке управління часовими вікнами, класифікація замовлень, цифрова платформа управління та система контролю якості. Їх інтеграція забезпечує узгоджену роботу всіх компонентів логістичної системи.

Переваги запропонованої концепції над традиційними сервісами доставки полягають у її адаптивності та орієнтації на реальний попит. На відміну від

класичних моделей, де використовується єдиний підхід до всіх замовлень, запропонована система дозволяє диференціювати обслуговування залежно від потреб клієнта. Це забезпечує підвищення рівня задоволеності користувачів та зменшення операційних витрат.

Крім того, використання зонального підходу дозволяє знизити навантаження на транспортну мережу міста, оскільки зменшується довжина маршрутів і кількість перетинів центральних вузлів. Впровадження часових вікон забезпечує більш рівномірний розподіл навантаження протягом доби, що особливо важливо в умовах пікових періодів.

Ще однією суттєвою перевагою є можливість масштабування системи. Додавання нових зон обслуговування або мікроскладів не потребує кардинальної зміни всієї моделі, що робить її придатною для впровадження як у середніх, так і у великих містах.

Таким чином, запропонована концепція сервісу доставки формує цілісну, адаптивну та ефективну модель організації транспортного процесу, яка враховує сучасні вимоги до швидкості, надійності та якості обслуговування. Вона забезпечує інтеграцію ключових параметрів логістичної системи та створює передумови для підвищення конкурентоспроможності сервісу на ринку доставки.

2.2 Ключові показники якості (KPI/SLA) для кур'єрської доставки “з рук в руки”: числові метрики, аналітичні залежності та оцінка важливості

У системі кур'єрської доставки типу «з рук в руки» якість послуги повинна розглядатися не як абстрактна характеристика, а як сукупність кількісно визначених параметрів, які дають змогу оцінювати рівень виконання логістичного процесу, його стабільність, відповідність очікуванням клієнта та здатність сервісу забезпечувати заявлені умови обслуговування. Для цього доцільно застосовувати систему ключових показників якості та угод про рівень

сервісу, які відображають часові, результативні, надійнісні та клієнтоорієнтовані аспекти функціонування доставки.

Особливість кур'єрської доставки «з рук в руки» полягає в тому, що вона має не лише транспортну, а й сервісну природу. У межах такої моделі оцінюється не тільки сам факт переміщення відправлення від відправника до одержувача, але і точність дотримання обіцяного часу, успішність першого контакту, кількість збоїв, рівень скарг, передбачуваність операційного циклу, а також сприйняття послуги з боку клієнта. Саме тому система показників повинна бути комплексною, аналітично прозорою та придатною до подальшого використання в моделі інтегральної оцінки якості.

У рамках цього підходу доцільно виділяти кілька базових груп показників. До першої належать часові метрики, що характеризують тривалість виконання замовлення та здатність дотримуватися нормативних часових меж. До другої групи входять показники результативності, насамперед частка успішних вручень і частка вручень з першої спроби. Третя група охоплює показники надійності та стабільності, які дають змогу оцінити не лише середній результат, а й ступінь варіативності процесу. Четверта група пов'язана з клієнтським досвідом і включає рівень скарг, середні оцінки та індекс готовності рекомендувати сервіс. Сукупно ці метрики дають змогу перейти від описового уявлення про якість до її формалізованої кількісної оцінки.

Базовим показником для кур'єрської доставки є повний час циклу замовлення. Він відображає загальну тривалість процесу від моменту реєстрації замовлення до його остаточного закриття в системі після фактичного вручення. Аналітично повний час циклу доцільно подавати як суму окремих етапів операційного процесу:

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{вал}} + T_{\text{пріз}} + T_{\text{нід}} + T_{\text{зб}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{вр}} + T_{\text{нідтв}} \quad (2.1)$$

де $T_{\text{ц}}$ – повний час циклу замовлення;

$T_{\text{пр}}$ – час приймання замовлення;

$T_{вал}$ – час перевірки та валідації даних;

$T_{приз}$ – час призначення кур'єра;

$T_{нід}$ – час під'їзду до точки забору;

$T_{зб}$ – сервісний час забору відправлення;

$T_{пер}$ – час переміщення між точками;

$T_{вр}$ – сервісний час вручення;

$T_{нідмс}$ – час підтвердження виконання та закриття замовлення.

Ця залежність є принципово важливою для аналітичної оцінки якості, оскільки дає змогу виявляти «вузькі місця» не лише в транспортному русі, а й у супровідних операціях. Наприклад, перевищення нормативного часу доставки не завжди означає проблеми на маршруті. Причина може полягати у тривалому призначенні виконавця, перевірці замовлення, очікуванні відправника або затримці під час вручення. Таким чином, показник $T_{ц}$ є інтегральною часовою характеристикою всього сервісного циклу.

У межах цього циклу особливу роль відіграє час переміщення між точками забору та вручення. Його доцільно визначати через відстань і ефективну швидкість руху:

$$T_{пер} = L/V_{эф} \quad (2.2)$$

де L – довжина маршруту;

$V_{эф}$ – ефективна швидкість руху кур'єра.

Ефективна швидкість у міських умовах не є сталою величиною. Вона формується під впливом дорожнього навантаження, світлофорного регулювання, погодних умов, типу транспортного засобу, щільності забудови та складності доступу до адреси. Тому її доцільно описувати через базову швидкість, скориговану коефіцієнтом завантаженості вулично-дорожньої мережі:

$$V_{эф} = V_{баз} \cdot k_{зав} \quad (2.3)$$

де $V_{баз}$ – базова швидкість руху за сприятливих умов;

$k_{зав}$ – коефіцієнт зниження швидкості під впливом транспортної завантаженості.

Зміст цієї залежності полягає в тому, що одна й та сама довжина маршруту може відповідати різному фактичному часу перевезення залежно від стану міського середовища. Це має важливе значення для розрахунку реалістичних нормативів сервісу. Якщо в моделі використовувати лише середню технічну швидкість без урахування умов міста, це призведе до систематичного завищення очікувань клієнта та погіршення фактичного виконання угод про рівень сервісу.

На рівні угоди про рівень сервісу своєчасність доцільно виражати як частку замовлень, виконаних не пізніше нормативного часу. Такий показник може бути записаний так:

$$P_{св} = N_{св}/N_{заг} \quad (2.4)$$

де $P_{св}$ – рівень своєчасності;

$N_{св}$ – кількість замовлень, виконаних у межах нормативного часу;

$N_{заг}$ – загальна кількість виконаних замовлень за аналізований період.

Показник своєчасності є однією з ключових характеристик якості, оскільки саме він безпосередньо відображає виконання обіцянки сервісу перед клієнтом. Однак його аналітичне застосування потребує обережності. Високе значення частки своєчасних доставок не виключає наявності окремих критичних затримок, які негативно впливають на сприйняття сервісу. Саме тому поряд із середніми величинами доцільно використовувати процентильні характеристики часу.

Для виявлення ризику критичних запізнень застосовують, зокрема, 95-й процентиль часу доставки, який визначається умовою:

$$P(T_{ц} \leq T_{95}) = 0,95 \quad (2.5)$$

де T_{95} – таке значення повного часу циклу, нижче якого виконуються 95 % усіх замовлень.

На практиці це означає, що показник T_{95} дає змогу оцінити не просто типовий, а гарантовано досяжний рівень часу для переважної більшості замовлень. У транспортно-логістичних системах саме процентильні характеристики часто виявляються більш інформативними, ніж звичайний середній час, оскільки вони краще відображають наявність нестабільності та «довгих хвостів» у розподілі тривалостей.

Наступним ключовим блоком є показники результативності вручення. Для доставки «з рук в руки» недостатньо лише доставити відправлення до адреси. Важливо, щоб відбулося фактичне передання одержувачу, бажано з першої спроби. Базова частка успішних вручень визначається так:

$$P_{вр} = N_{вр}/N_{заг} \quad (2.6)$$

де $P_{вр}$ – рівень успішних вручень;

$N_{вр}$ – кількість замовлень, які завершилися фактичним врученням.

Цей показник відображає загальну результативність сервісу. Проте для кур'єрської доставки особливо важливим є ще й показник першої спроби вручення, оскільки саме повторні виїзди різко знижують ефективність транспортного процесу, збільшують витрати на персонал і погіршують часові параметри. Частку вручень з першої спроби доцільно визначати як

$$P_{пер} = N_{пер}/N_{заг} \quad (2.7)$$

де $P_{пер}$ – рівень вручень з першої спроби;

$N_{пер}$ – кількість замовлень, успішно вручених з першої спроби.

Аналітична цінність цього показника полягає в тому, що він прямо пов'язаний із якістю комунікації, точністю адресних даних, коректністю вибору часового вікна та дисципліною одержувача. Якщо загальна частка вручень може

бути високою за рахунок повторних спроб, то показник першої спроби набагато краще відображає якість організації сервісу.

Для глибшого аналізу рівень успішних вручень доцільно подати як функцію причин невручення:

$$P_{вр} = 1 - (p_{відс} + p_{відм} + p_{ном} + p_{пер} + p_{ін}) \quad (2.8)$$

де $p_{відс}$ – частка невручень через відсутність одержувача;

$p_{відм}$ – частка невручень через відмову від отримання;

$p_{ном}$ – частка невручень через помилки в адресі або контактних даних;

$p_{пер}$ – частка перенесених вручень;

$p_{ін}$ – частка інших причин невручення.

Ця форма запису є важливою, оскільки вона перетворює показник успішності з пасивного результату на керовану величину. Якщо оператор бачить структуру причин невручення, він може спрямовано впливати на конкретні проблеми: покращувати перевірку контактних даних, посилювати комунікацію перед доставкою, уточнювати часові вікна або вводити алгоритми попереднього підтвердження готовності клієнта прийняти відправлення.

Окремої уваги потребують показники надійності та стабільності сервісу. У системі доставки якість не повинна оцінюватися лише через середні результати. Для клієнта важливо, щоб сервіс був передбачуваним, тобто давав близький результат у повторюваних умовах. Надійність дотримання нормативного часу фактично відображає ймовірність того, що замовлення буде виконане у встановлених межах, і тому її можна записати у вигляді:

$$P_{над} = N_{норм} / N_{заг} \quad (2.9)$$

де $P_{над}$ – надійність виконання у межах нормативу;

$N_{норм}$ – кількість замовлень, виконаних у нормативний термін.

Водночас цього недостатньо для повноцінної оцінки стабільності. Дві системи можуть мати однакову частку нормативних доставок, але суттєво різнитися за розкидом часу виконання. Для оцінки варіативності доцільно застосовувати коефіцієнт варіації:

$$k_{вар} = \sigma_{ц}/T_{ц} \quad (2.10)$$

де $k_{вар}$ – коефіцієнт варіації часу циклу;

$\sigma_{ц}$ – середньоквадратичне відхилення часу циклу;

$T_{ц}$ – середній час циклу.

Чим менше значення $k_{вар}$, тим стабільнішим є сервіс. Для переходу до безрозмірної оцінки стабільності зручно використовувати таку залежність:

$$P_{ст} = 1/(1 + k_{вар}) \quad (2.11)$$

де $P_{ст}$ – рівень стабільності процесу.

Перевага такої формули полягає в тому, що зі зростанням варіативності значення показника стабільності автоматично зменшується. Це забезпечує зрозумілу інтерпретацію та дає змогу включати показник до інтегральної моделі без додаткових перетворень.

Важливим індикатором якості є також рівень скарг. Він характеризує частоту проблемних випадків, які були настільки помітними для клієнта, що призвели до формального зворотного зв'язку у вигляді претензії або негативного звернення. Показник частоти скарг визначається так:

$$P_{ск} = N_{ск}/N_{заг} \quad (2.12)$$

де $P_{ск}$ – частота скарг;

$N_{ск}$ – кількість скарг за звітний період.

З погляду оцінки якості цей показник має негативну спрямованість: менше значення відповідає кращій якості сервісу. Тому у разі включення до інтегральної моделі доцільно використовувати не сам рівень скарг, а обернену форму

$$K_{ск} = 1 - P_{ск} \quad (2.13)$$

де $K_{ск}$ – нормована позитивна оцінка за скаргами.

Оскільки показники якості мають різну природу та різний вплив на реальний рівень сервісу, доцільно вводити оцінку важливості кожного індикатора. Для цього використовується система вагових коефіцієнтів, сума яких дорівнює одиниці. При побудові інтегральної моделі логічно надавати найбільшу вагу тим метрикам, які прямо характеризують базову функцію сервісу, тобто фактичне вручення та своєчасність. Дещо меншу вагу мають показники надійності, стабільності та загального рівня сервісу. Ще меншу, але все ж важливу роль відіграють скарги та суб'єктивні оцінки клієнтів.

Для практичного використання в дипломній роботі можна прийняти таку структуру ваг: для успішності вручень - 0,30; для своєчасності - 0,25; для надійності та стабільності - 0,15; для інтегрального рівня сервісу - 0,15; для скарг - 0,10; для клієнтських оцінок та індексу готовності рекомендувати сервіс - 0,05. Такий підхід є обґрунтованим, оскільки базові процесні характеристики мають домінувати над похідними та суб'єктивними оцінками.

Тоді інтегральний показник якості кур'єрської доставки може бути записаний так:

$$I_{як} = 0,30 K_{вр} + 0,25 K_{св} + 0,15 K_{над} + 0,15 K_{серв} + 0,10 K_{ск} + 0,05 K_{оц} \quad (2.14)$$

де $I_{як}$ - інтегральний показник якості;

$K_{вр}$ - нормована оцінка успішності вручень;

$K_{св}$ - нормована оцінка своєчасності;

$K_{над}$ - нормована оцінка надійності та стабільності;

$K_{серв}$ - нормована оцінка загального рівня сервісу;

$K_{ск}$ - нормована оцінка за скаргами;

$K_{оц}$ - нормована оцінка за клієнтським сприйняттям.

Аналітичне значення цього виразу полягає в тому, що він дозволяє поєднати різноманітні характеристики якості в один узагальнений показник. Завдяки цьому можна порівнювати між собою часові періоди, райони міста, типи транспортних засобів, кур'єрські команди або різні організаційні моделі доставки. Водночас структура формули зберігає інтерпретованість, оскільки кожний доданок відображає окрему сторону сервісу.

Таким чином, система ключових показників якості та угод про рівень сервісу для кур'єрської доставки «з рук в руки» повинна будуватися як цілісна аналітична модель. Її основними елементами є час циклу, своєчасність, успішність вручення, результат першої спроби, надійність, стабільність, частота скарг і клієнтська оцінка. Кожен із цих показників має власне функціональне значення, але лише їх комплексне використання дає можливість об'єктивно оцінити якість логістичного процесу та обґрунтувати напрями його вдосконалення.

2.3 Розрахунок витрат на відкриття сервісу доставки «з рук в руки» та визначення терміну окупності

Для економічного обґрунтування відкриття сервісу кур'єрської доставки «з рук в руки» доцільно виконати розрахунок початкових інвестицій, щомісячних експлуатаційних витрат, собівартості однієї доставки та терміну окупності вкладених коштів. Як базовий варіант приймається модель запуску сервісу в умовах міста середнього розміру з використанням електроскутерів як основного виду рухомого складу. Такий підхід є доцільним для міської доставки на коротких і середніх плечах перевезення, оскільки електроскутери мають достатню маневреність, відносно невисоку ціну придбання та прийнятний запас ходу для щоденної кур'єрської роботи. На українському ринку станом на

березень 2026 року електроскутери у придатному для міської доставки сегменті продаються приблизно в діапазоні від близько 39 тис. грн до 75 тис. грн, а поширені моделі з потужністю близько 2500 Вт і акумулятором 72 В / 32–35 А·год коштують орієнтовно 46,5–52 тис. грн.

Для розрахунку приймається, що сервіс стартує з чотирма електроскутерами. Така кількість є достатньою для формування невеликого, але функціонально повноцінного сервісу з резервом на пікові години. Як розрахункову вартість одного електроскутера доцільно прийняти 46 500 грн, що відповідає реальним ринковим пропозиціям для моделей міського класу. Тоді первісні витрати на придбання транспортних засобів становитимуть

$$V_{mp} = K_{ec} \cdot C_{ec} \quad (2.15)$$

де V_{mp} – витрати на транспортні засоби, грн;

K_{ec} – кількість електроскутерів, од.;

C_{ec} – ціна одного електроскутера, грн.

Підставляючи прийняті значення, отримаємо

$$V_{mp} = 4 \cdot 46,500 = 186,000 \text{ грн.}$$

Отже, мінімально необхідний обсяг початкових вкладень у рухомий склад становить 186,0 тис. грн.

Наступною складовою витрат є фонд оплати праці. Для забезпечення роботи сервісу в однозмінному режимі приймається штат у складі одного диспетчера та чотирьох кур'єрів-водіїв. За даними ринку праці у Тернополі, середній рівень оплати праці логіста/диспетчера становить близько 24 тис. грн на місяць, а пропозиції для водіїв-кур'єрів зазвичай знаходяться в межах 25–40 тис. грн, тому для розрахунку приймається 30 тис. грн на одного кур'єра.

Місячний фонд оплати праці визначається за формулою

$$\Phi_{on} = Z_{discn} + K_{кур} \cdot Z_{кур} \quad (2.16)$$

де $\Phi_{оп}$ – місячний фонд оплати праці, грн;

$Z_{дисп}$ – заробітна плата диспетчера, грн/міс.;

$K_{кур}$ – кількість кур'єрів, ос.;

$Z_{кур}$ – заробітна плата одного кур'єра, грн/міс.

Після підстановки одержимо

$$\Phi_{оп} = 24,000 + 4 \cdot 30,000 = 144,000 \text{ грн/міс.}$$

Таким чином, основні щомісячні витрати на персонал для стартової моделі сервісу становитимуть 144,0 тис. грн.

Для коректної оцінки запуску сервісу доцільно передбачити не лише одноразову закупівлю техніки, але й резерв коштів на покриття щонайменше одного місяця роботи на етапі виходу на плановий обсяг замовлень. Тоді повний стартовий бюджет визначається як

$$B_{поч} = B_{тр} + \Phi_{оп} \quad (2.17)$$

Після розрахунку маємо

$$B_{поч} = 186,000 + 144,000 = 330,000 \text{ грн.}$$

Отже, для відкриття сервісу в прийнятій конфігурації необхідно сформуванню стартовий бюджет у розмірі 330,0 тис. грн. Це значення відображає найбільш необхідний мінімум без урахування окремих додаткових витрат, таких як брендування, маркетинг, програмне забезпечення, оренда приміщення чи ремонтна база. У цьому розділі акцент робиться саме на тих складових, які були поставлені в умові розрахунку: транспортні засоби, їх кількість, заробітна плата персоналу та вартість однієї доставки.

Для подальших розрахунків приймається планова виробнича програма сервісу на рівні 90 доставок за добу. За 26 робочих днів на місяць місячний обсяг виконаних доставок становитиме

$$K_{досл} = 90 \cdot 26 = 2,340 \text{ доставок/міс.}$$

Це означає, що в середньому на один електроскутер припадає близько 22–23 доставок за добу, що є реалістичним навантаженням для міської кур'єрської служби в межах компактної зони обслуговування.

Для врахування вартості транспортних засобів у собівартості однієї доставки доцільно застосувати рівномірний розподіл капітальних витрат через амортизацію. У спрощеному проєктному розрахунку приймається строк використання електроскутерів 36 місяців. Тоді місячна амортизаційна складова дорівнюватиме

$$A_{mic} = B_{mp}/36 = 186,000/36 = 5,166,67 \text{ грн/міс.}$$

Сумарні щомісячні витрати, що враховуються при визначенні собівартості однієї доставки, складуть

$$B_{mic} = \Phi_{on} + A_{mic} = 144,000 + 5,166.67 = 149,166,67 \text{ грн/міс.}$$

Тоді собівартість однієї доставки визначається як

$$C_{od} = B_{mic}/K_{дост} \quad (2.18)$$

де C_{od} – собівартість однієї доставки, грн/доставка.

Після підстановки числових значень отримаємо

$$C_{od} = 149,166.67/2,340 = 63,75 \text{ грн/доставка.}$$

Отже, за прийнятих умов розрахункова собівартість однієї доставки становить близько 63,75 грн. Це значення включає фонд оплати праці та частку вартості електроскутерів, розподілену на весь строк їх використання.

Для визначення терміну окупності необхідно перейти від собівартості до доходу від однієї доставки. За відкритими ринковими пропозиціями у Тернополі вартість міської кур'єрської доставки перебуває переважно в інтервалі близько 70–100 грн за звичайні категорії замовлень, а для окремих термінових або спеціалізованих доставок – від 100 грн і вище. Тому для проєктного розрахунку як базовий середній тариф доцільно прийняти 90 грн за одну доставку.

Місячний дохід сервісу визначається як

$$D_{\text{міс}} = C_{\text{дост}} \cdot K_{\text{дост}} \quad (2.19)$$

де $D_{\text{міс}}$ – місячний дохід, грн;

$C_{\text{дост}}$ – середня ціна однієї доставки, грн.

Після підстановки отримаємо

$$D_{\text{міс}} = 90 \cdot 2,340 = 210,600 \text{ грн/міс.}$$

Тоді місячний прибуток доцільно визначати як різницю між доходом і щомісячними витратами:

$$P_{\text{міс}} = D_{\text{міс}} - B_{\text{міс}} \quad (2.20)$$

Після розрахунку маємо

$$P_{\text{міс}} = 210,600 - 149,166.67 = 61,433.33 \text{ грн/міс.}$$

Отже, за умови стабільного виконання 2 340 доставок на місяць і середнього тарифу 90 грн очікуваний щомісячний прибуток сервісу становитиме приблизно 61,43 тис. грн.

Термін окупності стартових вкладень визначається за формулою

$$T_{\text{окуп}} = B_{\text{поч}}/P_{\text{міс}}, \quad (2.21)$$

де $T_{\text{окуп}}$ – термін окупності, міс.

Після підстановки розрахованих значень отримаємо

$$T_{\text{окуп}} = 330,000/61,433.33 = 5,37 \text{ міс.}$$

Таким чином, у межах прийнятої моделі стартовий бюджет на відкриття сервісу доставки «з рук в руки» окупиться приблизно за 5,4 місяця роботи. Якщо ж у розрахунку враховувати лише первісне придбання транспортних засобів, без резервування одного місяця фонду оплати праці, то строк окупності буде ще меншим:

$$T_{\text{окуп}(mp)} = 186,000/61,433.33 = 3,03 \text{ міс.}$$

Таблиця 2.1 – Зведені результати розрахунку

Показник	Позначення	Значення
Кількість електроскутерів	K_{ec}	4 од.
Ціна одного електроскутера	C_{ec}	46 500 грн
Витрати на придбання електроскутерів	B_{mp}	186 000 грн
Заробітна плата диспетчера	$Z_{дисп}$	24 000 грн/міс.
Кількість кур'єрів	$K_{кур}$	4 ос.
Заробітна плата одного кур'єра	$Z_{кур}$	30 000 грн/міс.
Місячний фонд оплати праці	$\Phi_{оп}$	144 000 грн/міс.
Повний стартовий бюджет	$B_{поч}$	330 000 грн
Планова кількість доставок за місяць	$K_{дост}$	2 340 доставок
Місячна амортизація електроскутерів	$A_{міс}$	5 166,67 грн
Щомісячні витрати для розрахунку собівартості	$B_{міс}$	149 166,67 грн
Собівартість 1 доставки	$C_{од}$	63,75 грн
Середня ціна 1 доставки	$C_{дост}$	90 грн
Місячний дохід	$D_{міс}$	210 600 грн
Місячний прибуток	$P_{міс}$	61 433,33 грн
Термін окупності повного стартового бюджету	$T_{окуп}$	5,37 міс.
Термін окупності лише вартості електроскутерів	$T_{окуп(mp)}$	3,03 міс.

Результати розрахунку свідчать, що відкриття локального сервісу доставки «з рук в руки» на базі електроскутерів є економічно доцільним за умови достатньої інтенсивності замовлень і раціонально обраного тарифу. Найбільший вплив на окупність мають три чинники: завантаження кур'єрів, середня ціна однієї доставки та фонд оплати праці. Це означає, що для практичної реалізації проекту особливу увагу слід приділяти зонуванню території обслуговування, мінімізації холостих пробігів, забезпеченню стабільного потоку замовлень та

дотриманню такої тарифної політики, яка одночасно покриватиме витрати й залишатиме сервіс конкурентоспроможним на місцевому ринку.

3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Безпека життєдіяльності та мінімізація ризиків при функціонуванні електротранспорту в міському середовищі

Інтеграція електротранспорту в сучасну міську інфраструктуру створює нову парадигму безпеки життєдіяльності, яка виходить за межі суто технічної експлуатації і охоплює соціальні та екологічні аспекти взаємодії людини з технікою. Одним із найбільш специфічних чинників небезпеки є низький рівень акустичного шуму електромобілів при русі на малих швидкостях, що створює критичні ризики для вразливих категорій населення, зокрема пішоходів із порушеннями зору, дітей та людей похилого віку. Відсутність звичного звукового супроводу роботи двигуна внутрішнього згоряння позбавляє учасників дорожнього руху важливого орієнтира, тому сучасні нормативи БЖД вимагають обов'язкового оснащення електротранспорту системами акустичного оповіщення AVAS, які генерують штучний звук при русі зі швидкістю до двадцяти кілометрів на годину.

Електромагнітна безпека становить окремий пласт досліджень у контексті життєдіяльності користувачів та обслуговуючого персоналу, оскільки під час інтенсивного прискорення або швидкісного заряджання силовими кабелями протікають струми великої сили, що генерують магнітні поля низької частоти. Хоча сучасне екранування акумуляторних відсіків та високовольтних магістралей зводить прямий вплив на організм людини до допустимих значень, особлива увага приділяється особам з імплантованими медичними пристроями, такими як кардіостимулятори. Протоколи безпеки життєдіяльності рекомендують таким користувачам уникати тривалого перебування в безпосередній близькості до працюючих зарядних модулів великої потужності та індукційних бездротових зарядних панелей, щоб нівелювати ризик потенційних електромагнітних завад для медичного обладнання.

Екологічний аспект безпеки життєдіяльності при використанні електротранспорту зміщується з етапу експлуатації, де викиди відсутні, на етап утилізації та поводження з відходами високого класу небезпеки. Пошкоджені або відпрацьовані літій-іонні батареї містять важкі метали та токсичні електроліти, витік яких у ґрунт чи підземні води внаслідок дорожньо-транспортних пригод створює тривалу загрозу для біосфери та здоров'я населення. Тому система безпеки життєдіяльності передбачає впровадження жорстких логістичних ланцюгів для переробки накопичувачів енергії, що виключає їх потрапляння на загальні сміттєзвалища та забезпечує нейтралізацію хімічно активних сполук.

Психофізіологічний комфорт водія та пасажирів також є невід'ємною частиною БЖД, оскільки динамічні характеристики електротранспорту, зокрема миттєвий крутний момент, вимагають від водія вищої концентрації уваги та зміни навичок маневрування. Висока інтенсивність розгону в поєднанні з рекуперативним гальмуванням змінює динаміку руху в транспортному потоці, що при неналежній підготовці може призводити до аварійних ситуацій. Навчання персоналу та просвітницька робота серед власників приватного електротранспорту щодо специфіки керування та правил безпечної поведінки поблизу високовольтних вузлів є стратегічним напрямком зменшення травматизму та підвищення загального рівня безпеки в техносфері сучасного міста.

3.2 Охорона праці при заряджанні електротранспорту

Процес горіння літій-іонних акумуляторних батарей під час заряджання є одним із найскладніших викликів для системи охорони праці на підприємстві, оскільки він супроводжується специфічним явищем теплового розгону. Цей стан характеризується самопідтримуваною екзотермічною реакцією всередині герметичного корпусу батареї, де при досягненні критичної температури починається руйнування сепараторів та виділення кисню безпосередньо з катодного матеріалу. Внаслідок цього класичні методи гасіння, що базуються на

обмеженні доступу атмосферного кисню, стають неефективними, а інтенсивність виділення енергії зростає в геометричній прогресії. Першочерговим завданням оператора або відповідальної особи при виявленні іскріння, диму чи характерного шипіння в зоні розташування акумуляторного блоку є негайне припинення подачі електричного струму шляхом активації пристрою аварійного вимкнення на зарядній станції або повного знеструмлення відповідної секції розподільчого щита.

Після гарантованого розриву електричного кола необхідно забезпечити швидку евакуацію персоналу та сторонніх осіб на безпечну відстань, яка за міжнародними стандартами безпеки має становити не менше п'ятнадцяти метрів через високу ймовірність механічного руйнування корпусу батареї та розльоту розпечених елементів. При виклику підрозділів оперативно-рятувальної служби вкрай важливо чітко ідентифікувати об'єкт загоряння як електромобіль або зарядну інфраструктуру, оскільки тактика боротьби з вогнем у такому випадку вимагає залучення значно більшої кількості вогнегасних речовин, зокрема води. Початкові зусилля з пожежогасіння за допомогою переносних вуглекислотних або порошкових вогнегасників можуть бути спрямовані лише на локалізацію вогню на зовнішньому обладнанні, такому як зарядні кабелі, пластикові панелі кузова чи гумові шини, проте вони абсолютно не здатні зупинити внутрішню хімічну реакцію в осередках живлення.

Найбільш дієвим технічним заходом для стримування теплового розгону є тривале та масоване охолодження корпусу акумулятора водою, що дозволяє відводити надлишкове тепло та запобігати поширенню реакції на сусідні модулі батареї. Використання великих об'ємів води є виправданим навіть за умови ризику короткого замикання, оскільки пріоритетом стає зниження температури нижче критичної межі в декілька сотень градусів за Цельсієм. Сучасні протоколи безпеки також передбачають застосування спеціальних протипожежних екранів або високотемпературних ковдр, які дозволяють фізично ізолювати палаючий транспортний засіб, зменшуючи теплове випромінювання на сусідні об'єкти та

обмежуючи розповсюдження надзвичайно токсичних продуктів горіння, таких як сполуки фтору та оксиди вуглецю.

Особливу увагу в контексті охорони праці слід приділити періоду після візуального приборкання відкритого полум'я, оскільки акумуляторні батареї схильні до повторного самозаймання протягом кількох діб через залишкову хімічну активність у пошкоджених елементах. Контроль стану об'єкта має здійснюватися дистанційно за допомогою тепловізійного обладнання до повної стабілізації температури на рівні навколишнього середовища. Транспортування пошкодженого електротранспорту після пожежі дозволяється лише на відкриті ізольовані майданчики з твердим покриттям, де відсутні горючі матеріали та забезпечено належний санітарний розрив від будівель і споруд. Весь персонал, задіяний у ліквідації наслідків такої аварії, повинен бути забезпечений засобами захисту органів дихання та зору, оскільки продукти термічного розкладу літєвих елементів мають високу агресивність та здатність накопичуватися в організмі.

Для забезпечення належного рівня охорони праці при експлуатації зарядних станцій у закритих приміщеннях, таких як підземні паркінги, гаражі або сервісні бокси, критично важливим аспектом є проектування та експлуатація ефективної системи примусової вентиляції та газовідведення. Основна небезпека під час заряджання електротранспорту в обмеженому просторі полягає не лише в тепловому виділенні від силових модулів станції та акумуляторної батареї, а й у потенційній загрозі накопичення вибухонебезпечних або токсичних газів у разі позаштатної роботи електрохімічних комірок. Згідно з вимогами державних будівельних норм та правил пожежної безпеки, приміщення для заряджання мають бути обладнані окремою системою припливно-витяжної вентиляції, яка здатна забезпечити кратність повітрообміну, достатню для повного видалення надлишкового тепла та шкідливих домішок. Розрахунок такої системи повинен базуватися на сумарній потужності всіх встановлених зарядних точок та враховувати температурний режим роботи обладнання, оскільки перегрів зарядного пістолета або кабелю суттєво підвищує ризик деструкції ізоляційних матеріалів.

Особлива увага приділяється автоматизації вентиляційних процесів, які мають бути інтегровані в загальну систему управління безпекою об'єкта. Сучасні стандарти охорони праці вимагають встановлення в зонах заряджання датчиків контролю концентрації газів, які при досягненні порогових значень автоматично активують вентиляційні установки на максимальну потужність та одночасно подають сигнал на розмикання ланцюгів живлення електротранспорту. Оскільки літій-іонні батареї у стані теплового розгону виділяють значну кількість фтороводню та оксиду вуглецю, система витяжки повинна мати вогнестійке виконання та забезпечувати викид відпрацьованого повітря безпосередньо в атмосферу на безпечній відстані від вікон та повітрязабірних пристроїв будівлі. Використання рециркуляції повітря в таких приміщеннях категорично заборонено, оскільки це може призвести до швидкого розповсюдження токсичних продуктів горіння по всій споруді в разі аварії.

Окрім технічних параметрів повітряного середовища, охорона праці передбачає суворе регламентування геометричних параметрів місць заряджання для забезпечення вільного доступу повітряних мас та безперешкодної евакуації. Розміщення зарядних станцій у нішах або тупикових зонах без належної циркуляції повітря створює зони локального перегріву, що може стати катализатором пожежі. Експлуатаційні служби зобов'язані проводити регулярні перевірки аеродинамічних показників вентиляції та здійснювати очищення повітроводів від пилу та відкладень, які можуть знижувати ефективність роботи системи або стати додатковим паливом у разі займання. Таким чином, поєднання високопродуктивної вентиляції з автоматичними системами моніторингу газового складу є невід'ємною частиною інженерного забезпечення безпеки праці, що мінімізує ризик групових отруєнь та запобігає створенню вибухонебезпечних концентрацій сумішей у закритих просторах об'єктів транспортної інфраструктури.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальне завдання з організації системи кур'єрської доставки типу «з рук у руки» у м. Тернопіль. Актуальність теми зумовлена зростанням попиту на швидке та надійне переміщення малогабаритних відправлень у межах міста, розвитком електронної комерції, локальних інтернет-магазинів, аптечних сервісів, доставки готових страв, документів і приватних відправлень. Установлено, що в сучасних умовах саме якість організації «останньої милі», точність часових вікон, диспетчеризація та контроль вручення визначають ефективність міської логістики.

У роботі доведено, що формат доставки «з рук у руки» займає окреме місце серед міських сервісів доставки. Його перевагами є підвищена персоналізація, висока доказовість факту вручення, можливість адаптації до індивідуальних вимог клієнта та кращий контроль якості послуги. Водночас така модель потребує чіткої регламентації операцій, розвинених механізмів диспетчеризації, надійної комунікації між учасниками процесу, управління часовими вікнами та стандартизованого підтвердження доставки.

На основі аналізу ринку й середовища м. Тернопіль встановлено, що місто має достатні передумови для впровадження спеціалізованого сервісу персонального вручення. Визначено, що основними сегментами попиту є інтернет-магазини, аптечні сервіси, заклади харчування, документообіг і приватні відправлення. Показано, що просторовий розподіл попиту, мікрорайонна структура міста, транспортні обмеження та нерівномірність навантаження впродовж доби безпосередньо впливають на побудову маршрутів, завантаження кур'єрів і вимоги до організації сервісу.

У роботі обґрунтовано процесний підхід до організації доставки, за якого повний цикл замовлення охоплює приймання заявки, перевірку даних, призначення кур'єра, під'їзд до точки забору, забір відправлення, переміщення до точки вручення, сервісне вручення, підтвердження доставки та закриття замовлення. Така формалізація дозволяє виділити контрольні точки,

локалізувати причини затримок, зменшити ризики помилкового вручення, втрати чи пошкодження відправлення та підвищити керованість усієї системи.

Запропоновано основні напрями проєктування системи доставки у м. Тернопіль, які охоплюють концепцію сервісу, зону обслуговування, типи замовлень, часові вікна, рівні сервісу, правила приймання та вручення, організацію маршрутів, визначення потреби в кур'єрах, диспетчерах і транспортних засобах, а також інформаційну підтримку через трекінг, диспетчеризацію та базові цифрові інструменти. Це дозволяє розглядати створену модель як цілісну організаційно-технологічну систему, а не лише як сукупність окремих операцій.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблені рішення можуть бути використані як основа для запуску або вдосконалення локального кур'єрського сервісу в м. Тернопіль. Запропонований підхід забезпечує поєднання транспортної, сервісної та економічної складових, створює передумови для зменшення частки невдалих вручень, підвищення надійності та передбачуваності доставки, скорочення часу виконання замовлень і зростання задоволеності клієнтів. Отже, мету кваліфікаційної роботи досягнуто, а розроблена система кур'єрської доставки типу «з рук у руки» може бути рекомендована як перспективна модель для практичного впровадження в умовах міської логістики Тернополя.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Крикавський Є. В. Логістика та управління ланцюгами поставок : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019.
2. Крикавський Є. В., Чернописька Н. В. Логістичні системи : навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012.
3. Крикавський Є. В. Логістичний менеджмент : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2023.
4. Окландер М. А. Логістика : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2021.
5. Сумець О. М. Логістика : теорія, ситуації, практичні завдання : навчальний посібник. Київ : Хай-Тек Прес, 2018.
6. Дудар Т. Г., Волошин Р. В. Основи логістики : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2012.
7. Чухрай Н. І. Логістика : навчальний посібник. Львів : Інтелект-Захід, 2014.
8. Біловодська О. А. Маркетингова логістика : навчальний посібник. Київ : Знання, 2010.
9. Дикань В. Л., Бабушкіна О. Л. Транспортна логістика : підручник. Харків : УкрДУЗТ, 2016.
10. Сокур І. М., Сокур Л. М., Герасимчук В. В. Транспортна логістика : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2009.