

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та транспортної  
інфраструктури

Кафедра транспортних систем і логістики

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи  
бакалавра

на тему **Управління процесами функціонування  
логістичної системи просування матеріального потоку  
обсягом 7,4 тонни на добу**

Виконала: студентка 4-курсу, групи ЛОГІС 2022-1

спеціальності 073 «Менеджмент»,  
освітньо-професійної програми «Логістика»

Магоня А. А.

Керівник Понкратов Д. П.

Рецензент Копитков Д. М.

Харків - 2026 року

**Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова**

Інститут Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та  
транспортної інфраструктури

Кафедра Транспортних систем і логістики

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 073 «Менеджмент»  
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма «Логістика»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

проф. Куш Є. І.

“ ” 2026 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**  
**Магоні Анастасії Анатоліївни**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Управління процесами функціонування  
логістичної системи просування матеріального потоку обсягом 7,4 тонни на  
добу

керівник кваліфікаційної роботи Понкратов Д. П., д.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 22.05.2026 р. № 440-03

Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Параметри роботи учасників логістичної  
системи. Параметри матеріального потоку. Параметри району розміщення  
логістичної системи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно  
розробити) Вступ. Аналіз методів логістичного управління. Параметри  
логістичної системи. Оптимізація управління функціонуванням логістичної  
системи. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Формування презентаційного матеріалу у MS Power Point

## 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

| Розділ                                                    | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                                                           |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| Перевірка роботи на наявність ознак академічного плагіату | інженер каф. ТСЛ Толмачов І. О.           |                |                  |
|                                                           |                                           |                |                  |
|                                                           |                                           |                |                  |
|                                                           |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання 22.05.2026

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи                        | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Аналіз методів логістичного управління                     | 22.05-28.05                   |          |
| 2     | Параметри логістичної системи                              | 29.05-01.06                   |          |
| 3     | Оптимізація управління функціонуванням логістичної системи | 02.06-6.06                    |          |
| 4     | Висновки                                                   | 7.06-8.06                     |          |
| 5     | Оформлення пояснювальної записки                           | 9.06-10.06                    |          |

Студент

( підпис )

Магоня А. А.

( прізвище та ініціали )

Керівник кваліфікаційної роботи

( підпис )

Понкратов Д. П.

( прізвище та ініціали )

### Додаток до завдання

Таблиця 1 – Інформація щодо місцезнаходження учасників логістичної системи

| Учасник логістичного процесу | Широта                 | Довгота                | Обсяг вивезення/завезення, кг |
|------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 1                            | 2                      | 3                      | 4                             |
| Відправник                   | 50.002103770<br>25489  | 36.200898164<br>964265 | 7400                          |
| Пункт завезення 1            | 50.007328671<br>470596 | 36.175267598<br>488205 | 25                            |
| Пункт завезення 2            | 50.006770866<br>9075   | 36.175116640<br>50774  | 167                           |
| Пункт завезення 3            | 50.005174265<br>517205 | 36.172178388<br>17284  | 109                           |
| Пункт завезення 4            | 50.006670255<br>89822  | 36.169706404<br>1884   | 84                            |
| Пункт завезення 5            | 50.004113319<br>87156  | 36.168395983<br>48105  | 75                            |
| Пункт завезення 6            | 50.010060543<br>76562  | 36.174908284<br>43847  | 220                           |
| Пункт завезення 7            | 50.010126139<br>64427  | 36.174895185<br>673016 | 65                            |
| Пункт завезення 8            | 50.010224533<br>25741  | 36.179692497<br>32287  | 140                           |
| Пункт завезення 9            | 50.002773048<br>69083  | 36.172725252<br>5285   | 245                           |
| Пункт завезення 10           | 50.006337792<br>19947  | 36.182136492<br>26805  | 68                            |
| Пункт завезення 11           | 50.007436596<br>050404 | 36.177058486<br>85145  | 172                           |
| Пункт завезення 12           | 50.010073485<br>344044 | 36.183533542<br>71721  | 47                            |
| Пункт завезення 13           | 50.008253192<br>610965 | 36.180937164<br>51255  | 91                            |
| Пункт завезення 14           | 50.005194141<br>16576  | 36.176902337<br>21125  | 194                           |
| Пункт завезення 15           | 50.000253883<br>84633  | 36.170815303<br>82001  | 63                            |
| Пункт завезення 16           | 50.002558622<br>18719  | 36.179812736<br>68334  | 17                            |

Продовження табл. 1

| 1                  | 2                      | 3                      | 4   |
|--------------------|------------------------|------------------------|-----|
| Пункт завезення 17 | 49.997095533<br>64917  | 36.170504335<br>97809  | 134 |
| Пункт завезення 18 | 50.008562601<br>612766 | 36.182877493<br>063295 | 55  |
| Пункт завезення 19 | 50.002070982<br>6637   | 36.192199905<br>08839  | 38  |
| Пункт завезення 20 | 50.003124242<br>162734 | 36.188345997<br>44129  | 82  |
| Пункт завезення 21 | 50.001217991<br>26309  | 36.167349766<br>15323  | 60  |
| Пункт завезення 22 | 49.999826215<br>965996 | 36.166880630<br>50655  | 180 |
| Пункт завезення 23 | 49.995180055<br>1173,  | 36.170325232<br>4218   | 37  |
| Пункт завезення 24 | 49.997132805<br>40848  | 36.173183205<br>31959  | 329 |
| Пункт завезення 25 | 49.995348979<br>31403  | 36.174753240<br>773526 | 73  |
| Пункт завезення 26 | 49.995053706<br>51473  | 36.167072438<br>610724 | 86  |
| Пункт завезення 27 | 49.996391315<br>48484  | 36.182527969<br>764756 | 359 |
| Пункт завезення 28 | 49.999083250<br>777176 | 36.176185712<br>29826  | 32  |
| Пункт завезення 29 | 49.995357416<br>2117   | 36.195303522<br>462616 | 54  |
| Пункт завезення 30 | 49.995298892<br>94707  | 36.197670489<br>363986 | 25  |
| Пункт завезення 31 | 49.997487253<br>95621  | 36.194643532<br>4641   | 237 |
| Пункт завезення 32 | 50.000346483<br>49086  | 36.187433726<br>39969  | 89  |
| Пункт завезення 33 | 49.999118924<br>09634  | 36.190437800<br>35549  | 200 |
| Пункт завезення 34 | 49.994872337<br>70232  | 36.185209193<br>41464  | 93  |
| Пункт завезення 35 | 49.996120829<br>64104  | 36.198106128<br>45415  | 84  |
| Пункт завезення 36 | 49.998539690<br>54844  | 36.204964263<br>888606 | 216 |
| Пункт завезення 37 | 49.997076684<br>39452  | 36.206967082<br>035916 | 31  |

Продовження табл. 1

| 1                  | 2                      | 3                      | 4   |
|--------------------|------------------------|------------------------|-----|
| Пункт завезення 38 | 49.994958939<br>212644 | 36.206385306<br>67126  | 107 |
| Пункт завезення 39 | 49.994255431<br>311046 | 36.208616904<br>46699  | 448 |
| Пункт завезення 40 | 49.996752148<br>09291  | 36.212178877<br>87172  | 97  |
| Пункт завезення 41 | 50.007767964<br>336104 | 36.199110456<br>64275  | 88  |
| Пункт завезення 42 | 50.006669450<br>83114  | 36.202079878<br>56026  | 125 |
| Пункт завезення 43 | 50.007850245<br>81448  | 36.205703379<br>91281  | 45  |
| Пункт завезення 44 | 50.010980648<br>12796  | 36.206384916<br>64435  | 63  |
| Пункт завезення 45 | 50.007596438<br>48056  | 36.215339997<br>88985  | 177 |
| Пункт завезення 46 | 50.010657796<br>102734 | 36.200868967<br>46118  | 50  |
| Пункт завезення 47 | 50.011075238<br>84543  | 36.197621105<br>29186  | 49  |
| Пункт завезення 48 | 50.001426746<br>644256 | 36.202312461<br>621595 | 319 |
| Пункт завезення 49 | 50.009629869<br>02294  | 36.202483941<br>81266  | 236 |
| Пункт завезення 50 | 50.009785884<br>38912  | 36.189799426<br>43424  | 97  |
| Пункт завезення 51 | 49.995543249<br>23667  | 36.192007259<br>560505 | 91  |
| Пункт завезення 52 | 50.006389968<br>49533  | 36.207851073<br>0765   | 105 |
| Пункт завезення 53 | 50.004105851<br>18035  | 36.201439712<br>318724 | 158 |
| Пункт завезення 54 | 50.002705014<br>4313   | 36.216721607<br>60708  | 139 |
| Пункт завезення 55 | 50.011594990<br>55219  | 36.214688771<br>53413  | 42  |
| Пункт завезення 56 | 50.001079970<br>54889  | 36.192878916<br>12702  | 101 |
| Пункт завезення 57 | 50.009344415<br>387204 | 36.212531482<br>75248  | 87  |
| Пункт завезення 58 | 50.010560599<br>05535  | 36.187457153<br>85656  | 230 |

Продовження табл. 1

| 1                  | 2                      | 3                     | 4   |
|--------------------|------------------------|-----------------------|-----|
| Пункт заезження 59 | 50.005799223<br>820006 | 36.186836259<br>27053 | 270 |

Таблиця 2 – Параметри транспортування матеріального потоку

| Параметр                                          | Значення            |
|---------------------------------------------------|---------------------|
| Вид матеріального потоку                          | Продукти харчування |
| Кількість пунктів заїзду                          | 59                  |
| Середня технічна швидкість автомобіля, км/год     | 27,5                |
| Час навантаження, хв./кг                          | 0,02                |
| Час розвантаження, хв./кг                         | 0,05                |
| Додатковий час на заїзд в пункт, хв.              | 5                   |
| Додатковий час на заїзд в розподільчий центр, хв. | 8                   |
| Максимальний час оборту, хв.                      | 480                 |

Студент \_\_\_\_\_

Керівник роботи \_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота - 67 сторінок, 9 рисунків, 18 таблиць, 13 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – логістична система просування матеріального потоку обсягом 7,4 тонни на добу.

Мета роботи – розробка заходів щодо оптимізації управління процесами функціонування логістичної системи просування матеріального потоку обсягом 7,4 тонни на добу.

Метод дослідження: аналітичний.

Отримані результати. У ході дослідження проаналізовано ключові характеристики логістичної системи, що забезпечує щоденну доставку 7,4 т бакалійної продукції. Визначено місцезнаходження розподільчого центру та одержувачів вантажу. Обґрунтовано доцільність використання розвізних маршрутів та розроблено технологічну модель мережі для управління транспортним обслуговуванням. Результати обчислень засвідчили, що найбільш економічно доцільним є експлуатація автомобіля Peugeot Boxer L1H1 вантажопідйомністю 1155 кг з сформованою схемою доставки під характеристики даного виду транспорту. Запропоноване рішення забезпечує мінімальний рівень сукупних логістичних витрат, які становлять 10726,27 грн на добу.

Рекомендації з впровадження. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення управління процесами функціонування логістичних систем розподілу, зокрема під час планування маршрутів перевезень, вибору рухомого складу та оптимізації логістичних витрат.

ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ, ЛОГІСТИЧНІ МЕТОДИ,  
МЕРЕЖА РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ, ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖУ, ЛАНЦЮГ  
ПОСТАЧАННЯ, СИСТЕМА МАРШРУТІВ ДОСТАВКИ

## ЗМІСТ

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                              | 9  |
| Розділ 1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ<br>ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ..... | 10 |
| 1.1 Сутність та економічний зміст логістичної системи .....                             | 10 |
| 1.2 Характеристика процесів функціонування логістичної системи.....                     | 12 |
| 1.3 Методи управління процесами функціонування логістичної системи .....                | 16 |
| 1.4 Підходи до оцінки ефективності управління логістичною системою.....                 | 21 |
| 1.5 Висновки по розділу.....                                                            | 23 |
| Розділ 2 ПАРАМЕТРИ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ.....                                             | 25 |
| 2.1 Характеристика параметрів логістичної системи.....                                  | 25 |
| 2.2 Висновки по розділу.....                                                            | 33 |
| Розділ 3 ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯМ<br>ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ.....             | 34 |
| 3.1 Побудова системи маршрутів доставки.....                                            | 34 |
| 3.2 Обчислення транспортних витрат за маршрутними схемами доставки.....                 | 53 |
| 3.3 Обчислення складських витрат учасників логістичної системи.....                     | 57 |
| 3.4 Обчислення логістичних витрат.....                                                  | 60 |
| 3.5 Висновки по розділу.....                                                            | 62 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                           | 64 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....                                                                   | 66 |

|           |      |                |        |      |                                           |      |         |
|-----------|------|----------------|--------|------|-------------------------------------------|------|---------|
|           |      |                |        |      | ННІЕІТІ ТСЛ ЛОГІС 2022-І ЛОГІС XXX...Х ПЗ |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата | Пояснювальна записка                      |      |         |
| Розроб.   |      | Магоя А.А.     |        |      |                                           |      |         |
| Перевір.  |      | Понкратов Д.П. |        |      |                                           |      |         |
| Реценз.   |      |                |        |      |                                           |      |         |
| Н. Контр. |      | Бурко Д. Л.    |        |      |                                           |      |         |
| Затверд.  |      | Куш Є. І.      |        |      |                                           |      |         |
|           |      |                |        |      | Літ.                                      | Арк. | Архивів |
|           |      |                |        |      |                                           | 8    | 67      |
|           |      |                |        |      | ХНУМГ                                     |      |         |

## ВСТУП

У сучасних економічних умовах особливої актуальності набуває вдосконалення діяльності підприємств України шляхом підвищення ефективності логістичних процесів, що забезпечують рух матеріальних, інформаційних і фінансових потоків як усередині підприємства, так і за його межами. Важливе місце в цьому контексті займає логістика розподілу, яка спрямована підприємства організації раціонального просування продукції від виробника або розподільчого центру до кінцевого споживача, забезпечуючи необхідний рівень обслуговування за мінімальних витрат.

Ефективне функціонування логістичної системи значною мірою залежить від застосування сучасних методів управління, зокрема методів планування, прогнозування, маршрутизації перевезень, управління запасами, оптимізації транспортних і складських процесів. Використання таких методів дає змогу підвищити узгодженість роботи окремих елементів системи, скоротити логістичні витрати, прискорити товарорух та зміцнити конкурентні позиції підприємства на ринку.

Сучасне ринкове середовище характеризується високою динамічністю та невизначеністю, що вимагає від підприємств оперативного реагування на зміни попиту, умов постачання та вимог споживачів. За таких умов особливого значення набуває своєчасне отримання та обробка внутрішньої і зовнішньої інформації, яка є основою для прийняття обґрунтованих рішень щодо організації та вдосконалення логістичних процесів. Саме тому дослідження методів управління процесами функціонування логістичної системи та їх застосування в логістиці розподілу є важливою передумовою підвищення ефективності діяльності підприємств і забезпечення їх сталого розвитку.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ

#### 1.1 Сутність та економічний зміст логістичної системи

Систему можна визначити як сукупність взаємопов'язаних елементів, організованих у підсистеми різних рівнів, що взаємодіють задля досягнення спільної мети функціонування. Важливою властивістю системи є емерджентність – це якості або функції, які з'являються внаслідок взаємодії елементів системи, але самі пособі ними не володіють. Звідси виходить ще одна властивість системи, а саме необхідність системного підходу до задач, тобто всі елементи системи і всі операції в ній повинні розглядатися як одне ціле, і не у сукупності, а у взаємозв'язку [1, 2, 3].

Логістична система складається із, певним чином організованих елементів і логістичних ланок між якими встановлені певні функціональні зв'язки й відношення, що здатні адаптовуватись і у взаємодії спрямовані на просування матеріального потоку. Під елементами логістичної системи визначають кваліфікований персонал підприємства, різноманітні технічні та технологічні засоби, запаси, супровідна документація, споживачі тощо [1, 2].

Метою логістичної системи є доставка необхідного вантажу в зазначених кількості й рівні якості, у потрібний час і місце з мінімальними витратами впродовж всього логістичного ланцюга [4].

Кожне логістичне завдання має певні цілі, стосується обмеженої області та має справу з визначеними аспектами. Відповідно до макроекономіки та мікроекономіки, найзагальнішими аспектами логістики є макрологістичні та мікрологістичні системи. Метою макрологістичної системи є забезпечення ефективного постачання товарів на рівні підприємств, компаній та уряду, а також ведення транспортних потоків між джерелами та пунктами призначення в межах регіону, країни або за її межами. Це спрямовано незалежно від

власності на товари. Для досягнення оптимального економічного розвитку країни, окрім дієздатних інституцій та відповідних законів, необхідна ефективна логістична структура [1, 2].

Метою мікрологістичних систем є найефективніше постачання необхідних товарів компаніям і споживачам на основі приватних замовлень, угод і контрактів, а також задоволення потреб фізичних осіб у мобільності.

Елементами мікрологістичної системи є основні та допоміжні підсистеми підприємства, а сама вона також може бути структурною складовою макрологістичної системи. Завдання мікрологістичних систем полягає в управлінні транспортними ланцюгами та мережами постачання, щоб забезпечити оптимальний розвиток компанії. [2, 4]

Основною галуззю мікрологістичних систем є логістика компанії, що включає внутрішню та зовнішню логістику. Внутрішня логістика з'єднує спеціалізовані зони приймання транспорту, внутрішніх споживачів та джерела, а також відвантажувальні платформи одного й того ж місця, яке може бути логістичним центром, перевантажувальним пунктом, заводом або ринком. Зовнішня логістика з'єднує зони відвантаження одного або кількох місць розташування з зонами приймання інших місць розташування [1].

Розвиток логістичних аспектів тісно пов'язаний зі змінами сучасних ринкових умов, де щодня стають жорсткішими умови конкурентної боротьби, а діяльність підприємства неможлива без створення чіткої системи взаємодії із зовнішнім середовищем та оптимізації існуючої системи управління для задоволення потреб споживачів та максимізації прибутку. Логістика вже не асоціюється лише з транспортом, а використовується в різних сферах діяльності підприємств, де її застосування дозволяє суттєво скоротити витрати часу на всіх стадіях виробничого циклу. Скорочення витрат часу відбувається в першу чергу у виробничому процесі між моментом закупівлі сировини й матеріалів до моменту доставки готової продукції споживачу [1, 5].

Економічний зміст використання логістичної системи полягає в організації та управлінні потоками ресурсів з метою мінімізації витрат і

максимізації ефективної діяльності підприємства або економіки регіонів і держави загалом. Логістична система забезпечує узгоджений рух матеріальних, інформаційних і фінансових потоків від постачальника до кінцевого споживача, а її економічна сутність проявляється в: зниженні витрат на транспортування, складування, виробництво та збут; скороченні часу доставки продукції; оптимізації запасів і використання ресурсів; підвищенні рівня обслуговування споживачів; забезпеченні безперервності виробничих і торговельних процесів; підвищенні конкурентоспроможності підприємства.

## **1.2 Характеристика процесів функціонування логістичної системи**

Функціонування логістичної системи відбувається за рахунок поєднання інформаційного, матеріального та фінансового потоків, що проходять етапи обробки замовлень, закупівлі та постачання, транспортування, управління запасами, виробництво, складування й розподілу [5].

Матеріальний потік є центральним елементом логістичної системи, однак його ефективне управління потребує узгодження з інформаційними та фінансовими потоками. Руху матеріальних ресурсів передують інформаційний потік, що визначає характер забезпечення логістичних процесів, а перший, в свою чергу, зумовлює виникнення фінансових потоків. В залежності від варіанта надходження в систему споживання, як зображено на рис. 1.1, матеріальний потік може бути у вигляді вантажа, сировини, товарно-матеріальних цінностей, що проходять шлях від сировини до кінцевого споживача [2, 3, 6].

Інформаційний потік – це основа управління логістичною системою, що забезпечує своєчасний обмін даними між її елементами, а швидка, точна, повна інформація забезпечує ефективне керування логістичними процесами. Цей потік дає можливість споживачам відстежувати інформацію про наявність продукту або статус замовлення, управлінцям – координувати роботу

постачальників, виробництва, складів і транспорту, контролювати рух матеріальних ресурсів, планувати й прогнозувати потреби, а також оперативно приймати управлінські рішення [6, 7].

Фінансовий потік – це рух грошових коштів, пов'язаний із забезпеченням матеріальних та інформаційних потоків у процесі функціонування логістичної системи. Цей потік забезпечує оплату закупівлі сировини й матеріалів, фінансує виробництво, транспортування й складування, а також підтримує безперервність логістичних процесів.

Джерела матеріального потоку

Споживачі матеріального потоку

Місце видобутку сировини



Завод



Розподільчий центр



Завод



Розподільчий центр



Роздрібна мережа

Рисунок 1.1 – Варіанти надходження матеріального потоку в логістичну систему

Логістичні операції можна визначити як дії з елементами логістичної системи спрямовані на обробку й перетворення матеріального та/або інформаційного потоків. До логістичних операцій з матеріальним потоком відносять навантаження, транспортування, розвантаження, комплектування, складування, пакування розподіл та інші. До логістичних операцій пов'язаних з інформаційним потоком належить збір, обробка, зберігання та передача інформації [2].

Постачання є першим етапом який проходить матеріальний потік, що забезпечує надходження матеріального потоку до логістичної системи.

Підсистема закупівель або закупівельна логістика, яку також називають заготівельною або логістикою постачання. Вона охоплює управління матеріальними потоками під час забезпечення підприємства сировиною матеріалами та комплектуючими [3].

Основною метою закупівельної логістики є своєчасне й повне забезпечення виробництва ресурсами з максимальною економічною ефективністю. Для цього підприємства створюють служби постачання, які здійснюють затвердження цін з постачальниками, підписання угод, обмін інформацією стосовно запасів і планів виробництва, закупівлю, доставку та тимчасове зберігання ресурсів. Ефективність закупівельної логістики ґрунтується на раціональному виборі та придбанні необхідних ресурсів [2, 5].

Матеріальний потік на шляху від джерела сировини до кінцевого споживача проходить низку виробничих ланок, тому управління ним на цьому етапі називається виробничою логістикою. Її метою є зниження витрат і підвищення якості продукції у процесі перетворення матеріальних ресурсів на готову продукцію. Із загальних завдань виробничої логістики можна виділити: планування і координація виробництва за прогнозом попиту на продукцію; розробка і присвоєння запланованих завдань виробничим підрозділам; розробка графіків випуску продукції, узгоджених з постачальниками і збутом; контроль обсягу і якості продукції [4].

Розподільча логістика забезпечує фізичні, організаційні та інформаційні зв'язки між складом продукції та споживачами, складом вхідних даних або точкою приймання. Це підсистема логістики, що охоплює маркетинг, транспортування, складування, а її елементами є засоби зберігання та упаковки, продукція, обслуговуючий персонал. Використання логістики розподілу на підприємстві залежить від таких факторів, як виробнича програма, просторовий розподіл виробництва, наявність великих міст поруч,

структура розподільчих центрів, доступний транспорт й час здійснення дистрибуції [8].

Логістика складування – це важливий елемент логістичної системи, оскільки забезпечує приймання, зберігання та відпуск матеріальних ресурсів і товарів на всіх етапах руху матеріального потоку. Їх функціонування пов'язане з додатковими витратами, тому важливо забезпечувати ефективну організацію складських процесів для зниження витрат у логістичному ланцюгу. Склад слід розглядати як інтегровану частину логістичної системи, основним призначенням якої є концентрація запасів, їх зберігання та забезпечення безперебійного виконання замовлень споживачів [5].

В логістиці запасів, матеріальні запаси – це сировина, матеріали, напівфабрикати та готова продукція, які перебувають на різних стадіях виробництва й обігу та очікують подальшого використання або споживання. Також тут визначається необхідний обсяг запасів матеріальних ресурсів. У логістиці матеріальні запаси є важливим елементом, оскільки під час руху логістичним ланцюгом ресурси та продукція тимчасово зберігаються перед виконанням наступних логістичних операцій і, відповідно, підтримується безперебійна робота підприємства або виробництва [5].

Розвиток глобальної економіки та зростання міжнародної торгівлі значно підвищують роль транспортної логістики. Транспорт забезпечує виробничі зв'язки між територіями, сприяє формуванню світового економічного простору та міжнародному поділу праці. Значна частина логістичних операцій у процесі руху матеріального потоку здійснюється за допомогою транспортних засобів, а витрати на транспортування можуть становити до половини загальних логістичних витрат [2, 4].

### **1.3 Методи управління процесами функціонування логістичної системи**

Сучасне середовище швидко змінюється в наслідок цифровізації, глобалізації, конкуренції, розвитку і використання штучного інтелекту, а також війн та інших геополітичних конфліктів, що вимагає від працівників сфери логістики швидко й ефективно реагувати на зміни, впроваджувати інновації, автоматизувати процеси для підвищення конкурентоспроможності підприємств, або взагалі для підтримання їх функціонування. Дослідження і вивчення концепцій, методів, підходів, що вже існують в логістиці, сформує основу уявлення про ефективне управління, дозволить діяти логічно та послідовно [2, 5].

Так підходи в логістичній системі визначають загальний спосіб бачення, аналізу та організації логістичних процесів і можуть зосереджуватись на функціях, процесах, взаємозв'язках, результатах, розподілі, тощо. В джерелах, що було досліджено, найчастіше розглядається системний та функціональний підходи. Основним недоліком функціонального підходу є можливість виникнення конфлікту цілей між функціональними підрозділами, як в ситуації покращення одного елемента – погіршення роботи іншого. Теоретична основа системного підходу вимагає розглядати логістичну систему як єдине ціле з матеріального, інформаційного й фінансового потоків, логістичних етапів та у взаємозв'язку із зовнішнім середовищем для синергетичного ефекту в досягненні довгострокової конкурентоспроможності [2, 8, 9].

В даному випадку діяльність розподільчої логістики розглядається як мікрологістична система, що як зазначалось раніше, охоплює функції транспортування, складування, управління запасами та дистрибуцію, зазвичай готової продукції або запасних частин для обслуговування. Врахування всіх цих функцій дозволить досягти синергетичного ефекту від функціонування системи [5].

Одним з важливих завдань, що вирішує логістика розподілу є визначення оптимального місця розташування розподільчих центрів. Для вирішення цієї задачі в логістиці широко застосовуються методи моделювання, як моделі управління запасами, лінійного програмування або імітаційного моделювання. Моделювання використовується для вивчення, прогнозування та оцінки поведінки логістичних систем через їх спрощене відображення. Так дослідження всіх можливих варіантів кількості розподільчих центрів і їх розташування, проводиться з їх прорахунком на електронних обчислювальних машинах методами математичного програмування, але використання такого варіанту ускладнюється зі зростанням та розгалужуваннями системи розподілу [9, 10].

Для визначення вигідного положення одного логістичного терміналу, часто використовується економіко-математичний метод – метод центру ваги. Він застосовується з метою мінімізації транспортних витрат на доставку товарів споживачам. Метод базується на принципі знаходження координат точки, що є своєрідним «центром тяжіння» всіх споживчих пунктів, й враховує при цьому координати споживачів, обсяги вантажопотоків до цих споживачів, транспортні тарифи. З переваг методу можна виділити простоту і швидкість обчислень, зручність використання на початковому етапі проєктування розподільчої системи. Недоліками методу є не можливість врахування реальної дорожньої мережі й використання однакових умов перевезення по всіх пунктів [11].

В логістиці складування і запасів, склади – невід’ємні елементи каналу розподілу. У деяких випадках склади є також складовою технологічного процесу. З функціональної, безпекової, економічної, інформаційної, технічної та соціальної точок зору правильно спроектований склад забезпечує можливості для його ефективного використання. Робота або оптимізація діяльності складу може відбуватись з використанням економіко-математичних методів, що дозволяють розраховувати нормативні обсяги запасів на основі відповідних математичних моделей управління ними. Крім

того, за допомогою методу екстраполяції можна прогнозувати майбутній рівень запасів, враховуючи закономірності та тенденції їх зміни, що спостерігалися в минулих періодах [2].

Також для раціоналізації і контролю матеріальних потоків на підприємстві відомими методами є ABC та XYZ-аналіз. Метод ABC-аналізу ґрунтується на «правилі Парето», а використовують його в логістиці для інвентаризації, де розділяють товари на три категорії: А, В та С. В категорії А товари мають високу вартість і складають приблизно 70% від сумарної вартості наявної продукції, але лише 15% від загальної кількості. В категорії В товари мають середню вартість і складають приблизно 25% від сумарної вартості і 25% від кількості запасів. В категорії С продукція дешева і становить приблизно 10% від загальної вартості, але 60% від кількості продукції. Цей метод дозволяє ефективніше керувати запасами і фокусуватись на найважливіших позиціях з представлених товарів. XYZ-аналіз працює за аналогічним принципом, але увага тут приділяється попиту на продукцію: товари на які завжди є попит, сезонні товари і товари, попит на які важко спрогнозувати або він випадковий [6, 8, 11].

Під методами логістики транспортування розуміють сукупність способів, прийомів й інструментів, що застосовуються для організації, планування, оптимізації та контролю процесів перевезення вантажів з метою мінімізації витрат, скорочення часу доставки та підвищення якості транспортного обслуговування. Для оптимізації транспортування використовуються економічно-математичні методи, поширеним і найзручнішим з яких в розв'язанні задач лінійного програмування є симплекс-метод. Це інтеграційний алгоритм, який починається з початкового допустимого розв'язку, а далі – у пошуках кращого варіанта з рухом по кутових точках зони допустимого вирішення, що забезпечує покращення значення цільової функції, а процес триває до досягнення її оптимального значення [8, 12].

Ще один математичний метод, що використовується для розв'язання нескладних економічних і логістичних задач, пов'язаних із розподілом ресурсів, плануванням виробництва та вибором найефективнішого варіанту дій. Завдяки наочності графічний метод дає змогу візуально визначити область допустимих розв'язків і знайти оптимальну значення. Незважаючи на необхідність точної графічної побудови, простий у застосуванні та дозволяє одночасно аналізувати розв'язки задач на максимізацію й мінімізацію цільової функції, що є його суттєвою перевагою порівняно з симплекс-методом. Недоліком цього методу є непридатність для задач з із трьома і більше змінних [8, 12].

При організації вантажних перевезень необхідним є раціональний вибір рухомого складу. Метод вибору транспортного засобу полягає у визначенні найбільш ефективного рухомого складу для виконання перевезень з урахуванням економічних, технічних та експлуатаційних критеріїв. На вибір впливають характеристики вантажу, вимоги до його збереження, спосіб виконання навантажувальних-розвантажувальних робіт, дорожні умови та інші фактори. Якщо для перевезення можуть використовуватись декілька моделей транспортних засобів одного типу, то для комплексної оцінки альтернатив застосовується метод ранжирування критеріїв, за якого кожному показнику надається певна вага відповідно до його значущості. На основі ранжованих показників розраховується узагальнений критерій ефективності, а найкращим визначається транспортний засіб, що має найбільше значення цього показника [2, 4, 8].

В транспортній логістиці для організації вантажних перевезень найчастіше використовують методику маятникових та кільцевих маршрутів. За маятниковим маршрутом транспортний засіб переміщується між парою визначених пунктів навантаження і розвантаження. Якщо ж у межах одного транспортного циклу транспортний засіб послідовно обслуговує кілька пунктів навантаження та розвантаження, застосовується кільцевий маршрут.

Вибір оптимального маршруту здійснюється на основі економічного обґрунтування та відповідних розрахунків [4, 8, 9].

Організація роботи транспортних засобів регламентується графіком, який визначає послідовність і час виконання навантажувально-розвантажувальних операцій. Під час розроблення такого графіка необхідно передбачити низку підготовчих заходів зокрема: забезпечення вантажів необхідною тарою, оснащення пунктів відправлення та приймання вантажів механізованими засобами для виконання вантажних робіт, а також закріплення транспортних засобів і водіїв за відповідними маршрутами [9].

Методологічною основою для розроблення та застосування методів управління логістичними потоками є логістичні концепції. Логістична концепція – це система ідей, принципів і методів організації, що направляє матеріальні й інформаційні потоки з метою досягнення ефективності та конкурентоспроможності для підприємств, які приймають участь в логістичному ланцюгу [9, 11].

Основними логістичними концепціями є [7, 9]:

1. RP (Resource planing) – одна з найпоширеніших логістичних концепцій, що використовується для планування потреб у ресурсах. Вона забезпечує узгодження виробництва, постачання та використання ресурсів відповідно до виробничого графіка. Для роботи системи необхідна точна інформація про сировину, матеріали та компоненти. Основними цілями RP є скорочення запасів, підвищення рівня обслуговування та координації процесів виробництва, закупівлі й доставки. На цій логістичній концепції формуються такі логістичні системи, як MRPI, MRPII, DRPI, DRPII, OPT – Optimized Production Technology (комбінація MRPII і KANBAN) та інші.

2. JIT (Just-in-time) – це концепція управління виробництвом, основною метою якої є мінімізація запасів. Вона передбачає постачання матеріалів і компонентів у необхідній кількості, у потрібне місце і час. Концепція ефективна для повторюваних виробничих процесів, а на її основі

функціонують логістичні системи MRPIII, KANBAN та логістичні модулі ERP.

3. LP (Lean Production) – «бережливе виробництво» це підхід до управління, спрямований на підвищення ефективності та якості роботи шляхом усунення втрат на кожному етапі діяльності підприємства. Тут виділяються основні види втрат: непотрібне транспортування, надлишкові запаси, непотрібні операції, очікування, перевиробництво, бракована продукція. За принципами цієї концепції функціонують MRPII та KANBAN.

У логістиці розподілу методи управління процесами часто базуються на сучасних логістичних концепціях, які визначають підходи до організації логістичних потоків. Їх застосування спрямоване на підвищення рівня обслуговування споживачів.

#### **1.4 Підходи до оцінки ефективності управління логістичною системою**

Управління логістичними процесами потребує системного та ефективного підходу. Так запровадження стандартів якості й чітких показників дає можливість підтримувати та контролювати належний рівень виконання логістичних операцій. Високий рівень якості логістичних процесів може стати важливим фактором конкурентоспроможності підприємства, тому організаціям необхідно формувати стратегії, спрямовані на постійне вдосконалення якості та ефективності діяльності. Простежується тенденція переорієнтації підприємств з лише фінансових показників, оскільки вони часто відображають результати із запізненням, і дедалі більше використовуються різноманітні показники ефективності, як натуральні або трудові [3, 5, 12].

Доцільність застосування системного підходу в оцінці ефективності логістичного управління відзначається в комплексному врахуванні всіх аспектів логістичної діяльності. Цей підхід забезпечує більш об'єктивну

оцінку результативності та мінімізує недоліки інших методів оцінювання [9, 11].

Так головним критерієм ефективності логістичного управління розподільчою діяльністю є здатність підприємства створювати додану вартість, мінімізувати логістичні витрати і забезпечувати свою конкурентоспроможність. Результативність логістичного управління розподілом залежить від двох ключових груп факторів [3, 8]:

Система економічних відносин, що охоплює організацію товарно-грошового обміну, умови просування товарів, комерційні та технологічні аспекти розподілу, узгодження економічних інтересів підприємства та потреб споживачів.

Комплексність системи управління підприємством, що передбачає наявність ефективної стратегії управління, координацію всіх процесів просування продукції, раціональну організацію товарного обміну та збуту.

Метод аналізу логістичних витрат передбачає визначення вартісних показників для кожної логістичної функції та порівняння загальних і часткових витрат за окремими напрямками діяльності. Виявлені відхилення дають змогу своєчасно коригувати роботу логістичної служби. Водночас оцінювання ефективності логістики ускладняються через недосконалі системи обліку витрат на багатьох підприємствах, які не дозволяють повною мірою виділяти, контролювати та аналізувати логістичні витрати й результати окремих логістичних функцій [6, 8].

Витрати на планування, тобто витрати пов'язані з прогнозуванням попиту, планування поставок, обробки товарів і координацію процесів у ланцюгу поставок. Ефективна логістика скорочує час планування та знижує операційні витрати. Витрати на логістичне адміністрування, а саме: організацію логістичної служби, планування, аналіз, контроль, аудит і управління логістичними процесами та витратами. Витрати на утримання запасів, тобто на зберігання товарів, складські операції, вантажопереробку, комплектацію, а також утримання оборотних коштів, вкладених у запаси.

Транспортно-експедиційні витрати – витрати на транспортування товарів, експедирування, страхування та інші супутні послуги доставки. Витрати на обробку замовлень – витрати на приймання, оформлення, коригування, резервування замовлень, підготовку документів та організацію доставки [9].

Оцінювання ефективності розподілу здійснюється за допомогою системи кількісних і якісних показників, а також шляхом порівняння отриманих результатів із витратами та використаними ресурсами.

Збалансована система показників дозволяє оцінювати рівень досягнення поставлених цілей, ефективність бізнес-процесів, діяльність компанії, її підрозділів і працівників за допомогою ключових показників ефективності (KPI). Key performance indicators відображають результативність діяльності підприємства та ступінь досягнення стратегічних цілей. Поєднання таких показників із системою мотивації персоналу сприяє підвищенню зацікавленості працівників у результатах роботи компанії та стимулює їх до постійного досягнення цілей. Основними умовами для використання цього підходу – це визначення конкретних, вимірюваних, досяжних показників, що є релевантними цілями підприємства і обмежені у часі [3, 5].

Прикладами показників оцінки діяльності за системою KPI в розподільчій логістиці є рівень виконання замовлень, витрати на розподіл, відсоток вчасних поставок, середній час доставки, транспортні витрати на одиницю продукції, швидкість комплектації замовлень, тощо.

### **1.5 Висновки по розділу**

1. Логістична система є важливим інструментом забезпечення ефективної діяльності підприємства, оскільки дозволяє координувати рух ресурсів та узгоджувати взаємодію всіх учасників логістичного процесу. Її функціонування спрямоване на досягнення єдиної мети – задоволення потреб споживачів при мінімальних витратах ресурсів. Зростання складності ринкового середовища та посилення конкуренції обумовлюють необхідність

використання логістичних систем як основи підвищення ефективності управління, раціонального використання ресурсів і забезпечення конкурентоспроможності.

2. Важливе значення для підприємства має ефект синергії, який виникає внаслідок інтегрованого функціонування всіх елементів логістичної системи. Звідси виходить, що для управління та вдосконалення логістичних систем важливий системний підхід, який розглядає систему як єдине ціле. У межах такого підходу всі процеси, ресурси, потоки та функції розглядаються у взаємозв'язку та взаємозалежності.

3. Проведений аналіз методів управління показав, що ефективним є системний підхід, який дозволяє розглядати логістику розподілу як єдине ціле та досягати синергетичного ефекту від взаємодії охоплених логістичних функцій. Важливу роль відіграють сучасні логістичні концепції RP, JT, Lean Production, які спрямовані на оптимізацію запасів, скорочення втрат та підвищення якості логістичних процесів. В рамках наведених концепцій для підвищення ефективності логістичних процесів застосовуються економіко-математичні методи, зокрема лінійне програмування і моделювання, метод центру ваги, ABC- та XYZ-аналіз, а також маршрутизація перевезень та вибір рухомого складу.

4. Як управління і вдосконалення, так і оцінювання ефективності логістичної системи повинно здійснюватися комплексно, із врахуванням логістичних витрат, рівня обслуговування споживачів, продуктивності процесів та досягнення стратегічних цілей підприємства. Для цього доцільно використовувати збалансовану систему показників KPI, які дають можливість контролювати результати діяльності та забезпечувати вдосконалення логістичних процесів.

## РОЗДІЛ 2

### ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

#### 2.1 Характеристика параметрів логістичної системи

У межах досліджуваної системи розподілу транспортується 7400 кг товарної продукції на добу. Матеріальний потік представлений у вигляді продовольчих товарів категорії «бакалія». Складовими логістичної системи є розподільчий центр, транспортні засоби, що здійснюють вантажні перевезення та 59 пунктів роздрібної торгівлі. Розташування місць відвантаження та прийому вантажу визначаються за GPS-координатами. Основним показником роботи розподільчого центру є добовий обсяг відвантажень у розмірі 7400 кг, що повністю узгоджується із загальним обсягом поставок до пунктів роздрібної мережі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Характеристики розподільчого центру та роздрібної мережі

| Учасник логістичної системи | GPS координати         |                        | Обсяг вивезення/завезення, кг |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
|                             | Широта                 | Довгота                |                               |
| 1                           | 2                      | 3                      | 4                             |
| Відправник                  | 50.002103770<br>25489  | 36.200898164<br>964265 | 7400                          |
| Пункт завезення 1           | 50.007328671<br>470596 | 36.175267598<br>488205 | 25                            |
| Пункт завезення 2           | 50.006770866<br>9075   | 36.175116640<br>50774  | 167                           |
| Пункт завезення 3           | 50.005174265<br>517205 | 36.172178388<br>17284  | 109                           |
| Пункт завезення 4           | 50.006670255<br>89822  | 36.169706404<br>1884   | 84                            |
| Пункт завезення 5           | 50.004113319<br>87156  | 36.168395983<br>48105  | 75                            |

Продовження табл. 2.1

| 1                  | 2                      | 3                      | 4   |
|--------------------|------------------------|------------------------|-----|
| Пункт завезення 6  | 50.010060543<br>76562  | 36.174908284<br>43847  | 220 |
| Пункт завезення 7  | 50.010126139<br>64427  | 36.174895185<br>673016 | 65  |
| Пункт завезення 8  | 50.010224533<br>25741  | 36.179692497<br>32287  | 140 |
| Пункт завезення 9  | 50.002773048<br>69083  | 36.172725252<br>5285   | 245 |
| Пункт завезення 10 | 50.006337792<br>19947  | 36.182136492<br>26805  | 68  |
| Пункт завезення 11 | 50.007436596<br>050404 | 36.177058486<br>85145  | 172 |
| Пункт завезення 12 | 50.010073485<br>344044 | 36.183533542<br>71721  | 47  |
| Пункт завезення 13 | 50.008253192<br>610965 | 36.180937164<br>51255  | 91  |
| Пункт завезення 14 | 50.005194141<br>16576  | 36.176902337<br>21125  | 194 |
| Пункт завезення 15 | 50.000253883<br>84633  | 36.170815303<br>82001  | 63  |
| Пункт завезення 16 | 50.002558622<br>18719  | 36.179812736<br>68334  | 17  |
| Пункт завезення 17 | 50.010060543<br>76562  | 36.174908284<br>43847  | 220 |
| Пункт завезення 18 | 50.010126139<br>64427  | 36.174895185<br>673016 | 65  |
| Пункт завезення 19 | 50.010224533<br>25741  | 36.179692497<br>32287  | 140 |
| Пункт завезення 20 | 50.002773048<br>69083  | 36.172725252<br>5285   | 245 |
| Пункт завезення 21 | 50.006337792<br>19947  | 36.182136492<br>26805  | 68  |
| Пункт завезення 22 | 49.999826215<br>965996 | 36.166880630<br>50655  | 180 |
| Пункт завезення 23 | 49.995180055<br>1173,  | 36.170325232<br>4218   | 37  |
| Пункт завезення 24 | 49.997132805<br>40848  | 36.173183205<br>31959  | 329 |
| Пункт завезення 25 | 49.995348979<br>31403  | 36.174753240<br>773526 | 73  |

Продовження табл. 2.1

| 1                  | 2                      | 3                      | 4   |
|--------------------|------------------------|------------------------|-----|
| Пункт завезення 26 | 49.995053706<br>51473  | 36.167072438<br>610724 | 86  |
| Пункт завезення 27 | 49.996391315<br>48484  | 36.182527969<br>764756 | 359 |
| Пункт завезення 28 | 49.999083250<br>777176 | 36.176185712<br>29826  | 32  |
| Пункт завезення 29 | 49.995357416<br>2117   | 36.195303522<br>462616 | 54  |
| Пункт завезення 30 | 49.995298892<br>94707  | 36.197670489<br>363986 | 25  |
| Пункт завезення 31 | 49.997487253<br>95621  | 36.194643532<br>4641   | 237 |
| Пункт завезення 32 | 50.000346483<br>49086  | 36.187433726<br>39969  | 89  |
| Пункт завезення 33 | 49.999118924<br>09634  | 36.190437800<br>35549  | 200 |
| Пункт завезення 34 | 49.994872337<br>70232  | 36.185209193<br>41464  | 93  |
| Пункт завезення 35 | 49.996120829<br>64104  | 36.198106128<br>45415  | 84  |
| Пункт завезення 36 | 49.998539690<br>54844  | 36.204964263<br>888606 | 216 |
| Пункт завезення 37 | 49.997076684<br>39452  | 36.206967082<br>035916 | 31  |
| Пункт завезення 38 | 49.994958939<br>212644 | 36.206385306<br>67126  | 107 |
| Пункт завезення 39 | 49.994255431<br>311046 | 36.208616904<br>46699  | 448 |
| Пункт завезення 40 | 49.996752148<br>09291  | 36.212178877<br>87172  | 97  |
| Пункт завезення 41 | 50.007767964<br>336104 | 36.199110456<br>64275  | 88  |
| Пункт завезення 42 | 50.006669450<br>83114  | 36.202079878<br>56026  | 125 |
| Пункт завезення 43 | 50.007850245<br>81448  | 36.205703379<br>91281  | 45  |
| Пункт завезення 44 | 50.010980648<br>12796  | 36.206384916<br>64435  | 63  |
| Пункт завезення 45 | 50.007596438<br>48056  | 36.215339997<br>88985  | 177 |

Продовження табл. 2.1

| 1                  | 2                      | 3                      | 4   |
|--------------------|------------------------|------------------------|-----|
| Пункт завезення 46 | 50.010657796<br>102734 | 36.200868967<br>46118  | 50  |
| Пункт завезення 47 | 50.011075238<br>84543  | 36.197621105<br>29186  | 49  |
| Пункт завезення 48 | 50.001426746<br>644256 | 36.202312461<br>621595 | 319 |
| Пункт завезення 49 | 50.009629869<br>02294  | 36.202483941<br>81266  | 236 |
| Пункт завезення 50 | 50.009785884<br>38912  | 36.189799426<br>43424  | 97  |
| Пункт завезення 51 | 49.995543249<br>23667  | 36.192007259<br>560505 | 91  |
| Пункт завезення 52 | 50.006389968<br>49533  | 36.207851073<br>0765   | 105 |
| Пункт завезення 53 | 50.004105851<br>18035  | 36.201439712<br>318724 | 158 |
| Пункт завезення 54 | 50.002705014<br>4313   | 36.216721607<br>60708  | 139 |
| Пункт завезення 55 | 50.011594990<br>55219  | 36.214688771<br>53413  | 42  |
| Пункт завезення 56 | 50.001079970<br>54889  | 36.192878916<br>12702  | 101 |
| Пункт завезення 57 | 50.009344415<br>387204 | 36.212531482<br>75248  | 87  |
| Пункт завезення 58 | 50.010560599<br>05535  | 36.187457153<br>85656  | 230 |
| Пункт завезення 59 | 50.005799223<br>820006 | 36.186836259<br>27053  | 270 |

Використовуючи координати місцезнаходження, визначені за допомогою інструменту GPS-технологій, було встановлено географічне розташування всіх елементів логістичної системи (рис. 2.1). На основі отриманих даних сформовано топологічну модель транспортної мережі, представлену у вигляді графа (рис. 2.2).

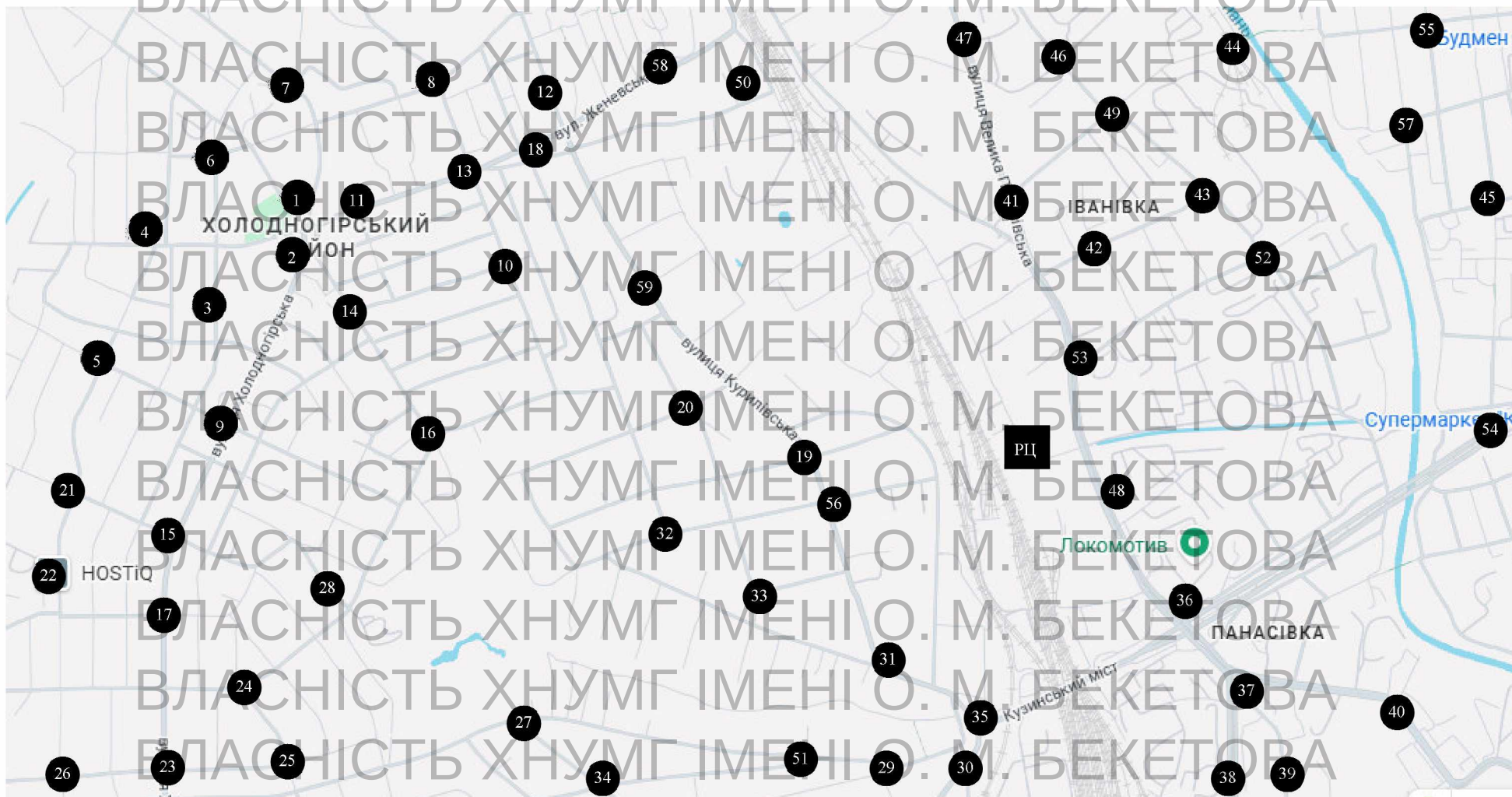


Рисунок 2.1 – Розташування розподільчого центру та учасників роздрібної мережі

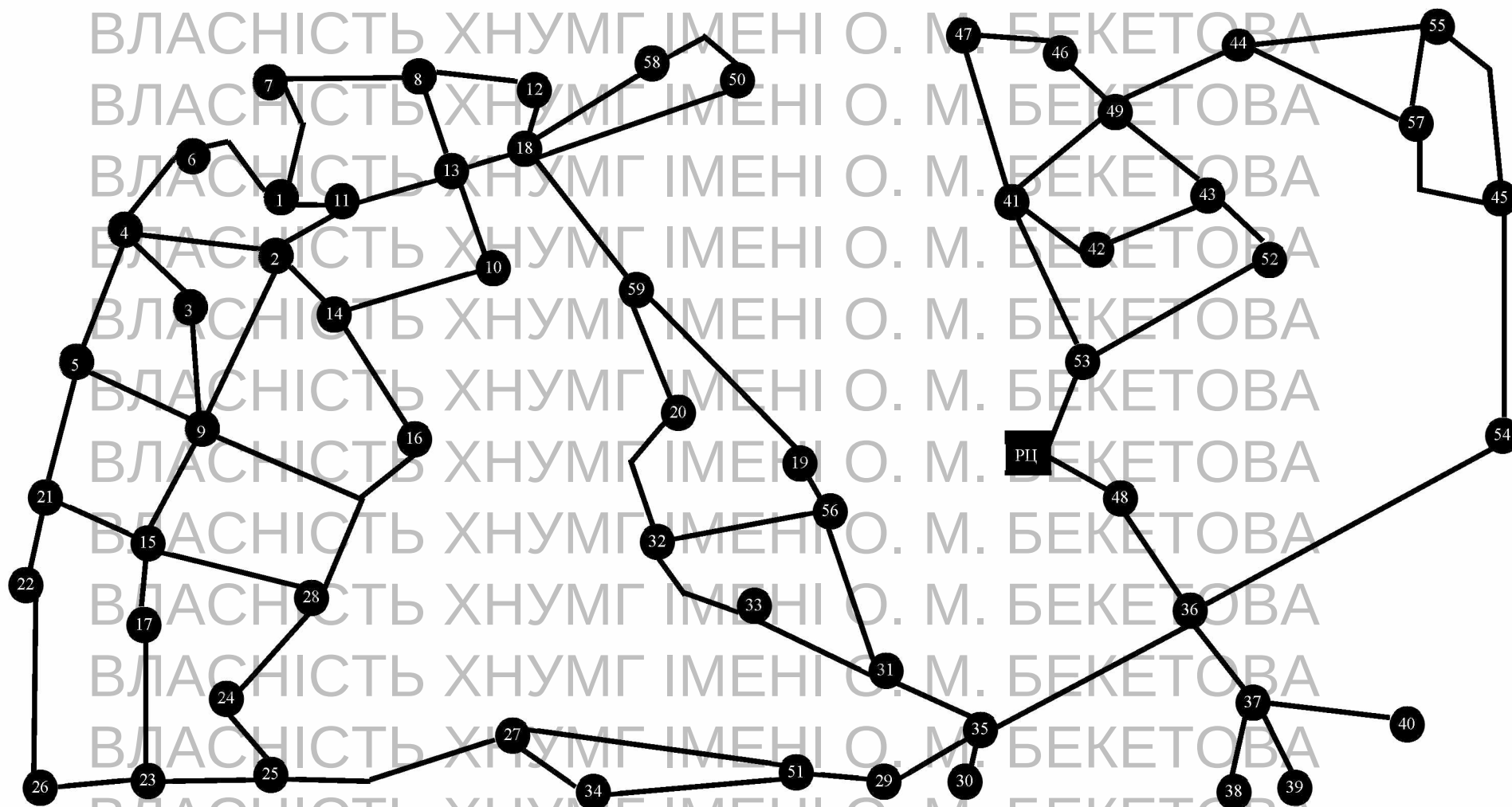


Рисунок 2.2 – Топологічна схема транспортної мережі

З огляду на незначні обсяги постачання до окремих торговельних об'єктів роздрібної мережі, виникає потреба у розробленні раціональної системи маршрутів переміщення матеріального потоку. Формування оптимальних маршрутів є одним із головних завдань транспортної логістики, оскільки саме від їх ефективності залежать рівень транспортно-логістичних витрат і результативність функціонування системи доставки в цілому.

Перевезення вантажів можуть виконуватись транспортними засобами різної вантажопідйомності. Вибір параметрів автомобіля, насамперед його вантажної місткості, істотно впливає на ефективність логістичного обслуговування. Використання транспортних засобів із більшою вантажопідйомністю дає можливість обслуговувати більшу кількість пунктів роздрібної мережі за рейс. Під час проектування розвізних маршрутів також необхідно враховувати встановлені норми тривалості робочого часу водіїв.

Усереднене значення обсягу доставки до пунктів роздрібної мережі визначається за наступною формулою:

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}, \quad (2.1)$$

де  $Q_i$  – обсяг споживання матеріального потоку  $i$ -им учасником роздрібної мережі, кг;

$n$  – кількість учасників, що формують роздрібну мережу, од.

Середній обсяг дорівнює:

$$\bar{Q} = \frac{7400}{59} = 145 \text{ кг.}$$

Орієнтуючись на результат розрахунку, для розвезення вантажів раціонально використовувати малотоннажні вантажні автомобілі вантажопідйомністю до 5 тонн, оскільки середнє значення обсягу продукції на один пункт прийому складає 145 кг. Такий метод дозволяє ефективно

використовувати транспортні засоби та узгоджувати їх вантажопідйомність з фактичними обсягами перевезень. Технічні характеристики та альтернативні моделі транспортних засобів, що підходять для використання в даній логістичній системі, представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Моделі ТЗ та їх технічна характеристика

| Модель ТЗ                          | Тип кузова | Вантажо-підйомність, кг | Витрата палива, л/100 км |
|------------------------------------|------------|-------------------------|--------------------------|
| Opel Vivaro L1H1                   | фургон     | 1027                    | 7,9                      |
| Peugeot Boxer L1H1                 | фургон     | 1155                    | 7,3                      |
| Ford Transit Custom                | фургон     | 1400                    | 7,3                      |
| Renault Master L1H1                | фургон     | 1602                    | 8,5                      |
| Mercedes-Benz Sprinter Van 316 Cdi | фургон     | 3000                    | 8,0                      |

У процесі проектування системи доставки необхідно враховувати ряд додаткових часових характеристик, серед яких час в'їзду на територію розподільчого центру та торговельних об'єктів, середня швидкість руху транспортних засобів, а також тривалість виконання навантажувально-розвантажувальних робіт. Узагальнені значення наведених параметрів подано в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри транспортування матеріального потоку

| Параметр                                          | Значення            |
|---------------------------------------------------|---------------------|
| Вид матеріального потоку                          | Продукти харчування |
| Кількість пунктів заїзду                          | 59                  |
| Середня технічна швидкість автомобіля, км/год     | 27,5                |
| Час навантаження, хв./кг                          | 0,02                |
| Час розвантаження, хв./кг                         | 0,05                |
| Додатковий час на заїзд в пункт, хв.              | 5                   |
| Додатковий час на заїзд в розподільчий центр, хв. | 8                   |
| Максимальний час оборту, хв.                      | 480                 |

## 2.2 Висновки по розділу

У процесі роботи над даним розділом було досліджено елементи системи розподілу, що забезпечує транспортування 7400 кг товарної продукції на добу. Географічне розташування РЦ та пунктів приймання вантажу визначено за допомогою глобальної супутникової системи навігації і в подальшому сформовано схему транспортної мережі у вигляді графа для планування маршрутів. Орієнтуючись на категорію продукції та невеликі обсяги замовлень за пунктами роздрібної мережі, рекомендована експлуатація транспортних засобів вантажопідйомністю до 5 тонн з невеликим завантажувальним об'ємом кузова. З ціллю оптимізації процесу доставки матеріального потоку обґрунтовано доцільність використання системи розвізних маршрутів.

### РОЗДІЛ 3

## ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯМ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

### 3.1 Побудова системи маршрутів доставки

У процесі розробки раціональної схеми розподілу вантажів в точки приймання, розглядаються альтернативні моделі вантажних автомобілей з різними розходами палива, що відповідають умовам логістичної задачі.

Побудова схеми доставки відбувається з використанням спеціального програмного забезпечення VRP (Vehicle Routing Problem), призначеного для розв'язання задач маршрутизації транспортних засобів. В ході формування маршрутної моделі враховуються такі вихідні дані:

- координати розташування РЦ й точок роздрібної мережі;
- обсяги замовлень продукції на кожну точку;
- середня технічна швидкість руху транспортних засобів;
- витрати часу на в'їзд та розвантаження в пунктах роздрібної мережі;
- витрати часу на завантаження та інші логістичні операції в РЦ;
- обмеження витрати часу на тривалість транспортного обороту.

При моделюванні враховується умова, за якою тривалість одного рейсу не повинна перевищувати 8 годин, що регламентується Положенням про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів.

Далі здійснюється розробка схеми доставки з експлуатацією транспортного засобу вантажопідйомністю 1027 кг. Результат моделювання маршрутної схеми наведено на рис. 3.1, а основні параметри та характеристики процесу транспортування представлені в табл. 3.1.

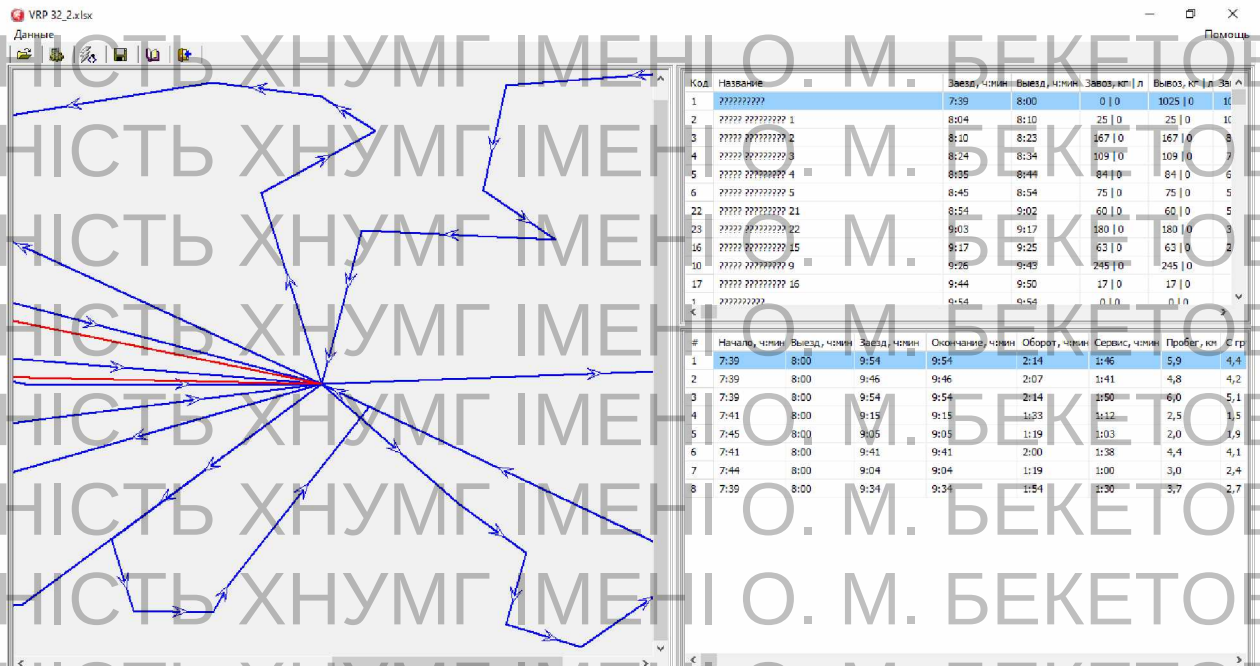


Рисунок 3.1 – Схема доставки з експлуатацією Opel Vivaro L1N1  
вантажопідйомністю 1027 кг

Таблиця 3.1 – Параметри схеми доставки з експлуатацією Opel Vivaro  
L1N1 вантажопідйомністю 1027 кг

| Номер маршруту | Номер пункту заїзду | Код пункту | Пункт        | Час заїзду, год.:хв.. | Час виїзду, год.:хв.. | Обсяг відвантаження, кг | Обсяг завантаження, кг | Пробіг, км |
|----------------|---------------------|------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------|
| 1              | 0                   | 0          | Відправник   | 7:39                  | 8:00                  | 0                       | 1025                   | 0          |
|                | 1                   | 1          | Одержувач 1  | 8:04                  | 8:10                  | 25                      | 0                      | 1,922      |
|                | 2                   | 2          | Одержувач 2  | 8:10                  | 8:23                  | 167                     | 0                      | 1,985      |
|                | 3                   | 3          | Одержувач 3  | 8:24                  | 8:34                  | 109                     | 0                      | 2,26       |
|                | 4                   | 4          | Одержувач 4  | 8:35                  | 8:44                  | 84                      | 0                      | 2,503      |
|                | 5                   | 5          | Одержувач 5  | 8:45                  | 8:54                  | 75                      | 0                      | 2,802      |
|                | 6                   | 21         | Одержувач 21 | 8:54                  | 9:02                  | 60                      | 0                      | 3,133      |
|                | 7                   | 22         | Одержувач 22 | 9:03                  | 9:17                  | 180                     | 0                      | 3,291      |
|                | 8                   | 15         | Одержувач 15 | 9:17                  | 9:25                  | 63                      | 0                      | 3,576      |
|                | 9                   | 9          | Одержувач 9  | 9:26                  | 9:43                  | 245                     | 0                      | 3,888      |

Продовження табл. 3.1

| 1 | 2       | 3        | 4                            | 5            | 6            | 7          | 8         | 9              |
|---|---------|----------|------------------------------|--------------|--------------|------------|-----------|----------------|
| 2 | 10<br>0 | 16<br>0  | Одержувач 16<br>Відправник   | 9:44<br>9:54 | 9:50<br>9:54 | 17<br>0    | 0<br>0    | 4,395<br>5,903 |
|   | 0<br>1  | 0<br>12  | Відправник<br>Одержувач 12   | 7:39<br>8:03 | 8:00<br>8:10 | 0<br>47    | 1022<br>0 | 0<br>1,525     |
|   | 2<br>3  | 18<br>13 | Одержувач 18<br>Одержувач 13 | 8:11<br>8:19 | 8:18<br>8:28 | 55<br>91   | 0<br>0    | 1,699<br>1,842 |
|   | 4<br>5  | 8<br>7   | Одержувач 8<br>Одержувач 7   | 8:29<br>8:41 | 8:41<br>8:50 | 140<br>65  | 0<br>0    | 2,079<br>2,422 |
|   | 6<br>7  | 6<br>11  | Одержувач 6<br>Одержувач 11  | 8:50<br>9:06 | 9:06<br>9:20 | 220<br>172 | 0<br>0    | 2,429<br>2,759 |
|   | 8<br>9  | 14<br>19 | Одержувач 14<br>Одержувач 19 | 9:21<br>9:38 | 9:35<br>9:45 | 194<br>38  | 0<br>0    | 3,009<br>4,156 |
|   | 0<br>0  | 0<br>0   | Відправник<br>Відправник     | 9:46<br>7:39 | 9:46<br>8:00 | 0<br>0     | 0<br>1025 | 4,778<br>0     |
|   | 1<br>2  | 51<br>34 | Одержувач 51<br>Одержувач 34 | 8:02<br>8:12 | 8:11<br>8:22 | 91<br>93   | 0<br>0    | 0,968<br>1,46  |
|   | 3<br>4  | 25<br>23 | Одержувач 25<br>Одержувач 23 | 8:24<br>8:33 | 8:32<br>8:40 | 73<br>37   | 0<br>0    | 2,21<br>2,527  |
|   | 5<br>6  | 26<br>17 | Одержувач 26<br>Одержувач 17 | 8:40<br>8:50 | 8:50<br>9:02 | 86<br>134  | 0<br>0    | 2,76<br>3,094  |
|   | 7<br>8  | 24<br>28 | Одержувач 24<br>Одержувач 28 | 9:02<br>9:24 | 9:24<br>9:31 | 329<br>32  | 0<br>0    | 3,286<br>3,591 |
|   | 9<br>10 | 10<br>20 | Одержувач 10<br>Одержувач 20 | 9:33<br>9:43 | 9:41<br>9:52 | 68<br>82   | 0<br>0    | 4,503<br>5,073 |
|   | 0<br>0  | 0<br>0   | Відправник<br>Відправник     | 9:54<br>7:41 | 9:54<br>8:00 | 0<br>0     | 0<br>899  | 5,978<br>0     |
|   | 1<br>2  | 36<br>37 | Одержувач 36<br>Одержувач 37 | 8:01<br>8:17 | 8:16<br>8:23 | 216<br>31  | 0<br>0    | 0,492<br>0,709 |
|   | 3<br>4  | 38<br>39 | Одержувач 38<br>Одержувач 39 | 8:24<br>8:35 | 8:34<br>9:02 | 107<br>448 | 0<br>0    | 0,948<br>1,126 |
|   | 5<br>0  | 40<br>0  | Одержувач 40<br>Відправник   | 9:03<br>9:15 | 9:13<br>9:15 | 97<br>0    | 0<br>0    | 1,503<br>2,505 |
|   | 0<br>1  | 0<br>31  | Відправник<br>Одержувач 31   | 7:45<br>8:01 | 8:00<br>8:18 | 0<br>237   | 719<br>0  | 0<br>0,681     |
|   | 2<br>3  | 29<br>30 | Одержувач 29<br>Одержувач 30 | 8:18<br>8:26 | 8:26<br>8:33 | 54<br>25   | 0<br>0    | 0,923<br>1,092 |
|   | 4<br>5  | 35<br>48 | Одержувач 35<br>Одержувач 48 | 8:33<br>8:44 | 8:42<br>9:05 | 84<br>319  | 0<br>0    | 1,189<br>1,851 |
|   | 0<br>0  | 0<br>0   | Відправник<br>Відправник     | 9:05<br>7:41 | 9:05<br>8:00 | 0<br>0     | 0<br>941  | 1,977<br>0     |
|   | 1       | 54       | Одержувач 54                 | 8:02         | 8:14         | 139        | 0         | 1,133          |

Продовження табл. 3.1

| 1 | 2 | 3  | 4            | 5    | 6    | 7   | 8    | 9     |
|---|---|----|--------------|------|------|-----|------|-------|
| 6 | 2 | 45 | Одержувач 45 | 8:15 | 8:29 | 177 | 0    | 1,686 |
|   | 3 | 57 | Одержувач 57 | 8:30 | 8:39 | 87  | 0    | 1,965 |
|   | 4 | 55 | Одержувач 55 | 8:40 | 8:47 | 42  | 0    | 2,259 |
|   | 5 | 44 | Одержувач 44 | 8:48 | 8:56 | 63  | 0    | 2,856 |
|   | 6 | 43 | Одержувач 43 | 8:57 | 9:04 | 45  | 0    | 3,208 |
|   | 7 | 52 | Одержувач 52 | 9:05 | 9:15 | 105 | 0    | 3,431 |
|   | 8 | 42 | Одержувач 42 | 9:16 | 9:27 | 125 | 0    | 3,845 |
|   | 9 | 53 | Одержувач 53 | 9:28 | 9:41 | 158 | 0    | 4,134 |
|   | 0 | 0  | Відправник   | 9:41 | 9:41 | 0   | 0    | 4,36  |
| 7 | 0 | 0  | Відправник   | 7:44 | 8:00 | 0   | 749  | 0     |
|   | 1 | 33 | Одержувач 33 | 8:01 | 8:16 | 200 | 0    | 0,818 |
|   | 2 | 27 | Одержувач 27 | 8:18 | 8:41 | 359 | 0    | 1,46  |
|   | 3 | 32 | Одержувач 32 | 8:42 | 8:51 | 89  | 0    | 2,023 |
|   | 4 | 56 | Одержувач 56 | 8:52 | 9:02 | 101 | 0    | 2,421 |
|   | 0 | 0  | Відправник   | 9:04 | 9:04 | 0   | 0    | 3,006 |
| 8 | 0 | 0  | Відправник   | 7:39 | 8:00 | 0   | 1020 | 0     |
|   | 1 | 41 | Одержувач 41 | 8:01 | 8:10 | 88  | 0    | 0,643 |
|   | 2 | 49 | Одержувач 49 | 8:11 | 8:28 | 236 | 0    | 0,961 |
|   | 3 | 46 | Одержувач 46 | 8:28 | 8:36 | 50  | 0    | 1,123 |
|   | 4 | 47 | Одержувач 47 | 8:36 | 8:44 | 49  | 0    | 1,36  |
|   | 5 | 50 | Одержувач 50 | 8:45 | 8:55 | 97  | 0    | 1,937 |
|   | 6 | 58 | Одержувач 58 | 8:55 | 9:12 | 230 | 0    | 2,125 |
|   | 7 | 59 | Одержувач 59 | 9:13 | 9:31 | 270 | 0    | 2,656 |
|   | 0 | 0  | Відправник   | 9:34 | 9:34 | 0   | 0    | 3,742 |

Для оцінювання результатів маршрутизації в табл. 3.2 подано зведені дані щодо виконання перевезень, включаючи кількість пунктів доставки, загальну довжину маршрутів, тривалість одного оборту та інші техніко-експлуатаційні характеристики.

Таблиця 3.2 – Характеристика маршрутів розподілу з експлуатацією Opel Vivaro L1H1 вантажопідйомністю, 1027 кг

| № маршруту | Кількість пунктів заванезня, од. | Час оборту, год. | Час обслуговування, год | Загальний пробіг, км | Пробіг з вантажем, км | Обсяг перевезень, кг | Вантажообіг, ткм |
|------------|----------------------------------|------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| 1          | 10                               | 2,245833         | 1,766667                | 5,903                | 4,395                 | 1025                 | 3,07921          |
| 2          | 9                                | 2,118333         | 1,683333                | 4,778                | 4,156                 | 1022                 | 2,531834         |
| 3          | 10                               | 2,248611         | 1,833333                | 5,978                | 5,073                 | 1025                 | 3,048849         |
| 4          | 5                                | 1,558056         | 1,2                     | 2,505                | 1,503                 | 899                  | 0,879926         |
| 5          | 5                                | 1,329722         | 1,05                    | 1,977                | 1,851                 | 719                  | 0,928884         |
| 6          | 9                                | 2,008333         | 1,633333                | 4,36                 | 4,134                 | 941                  | 2,540082         |
| 7          | 4                                | 1,318889         | 1                       | 3,006                | 2,421                 | 749                  | 1,112308         |
| 8          | 7                                | 1,911944         | 1,5                     | 3,742                | 2,656                 | 1020                 | 1,799929         |
| Разом      | 59                               | 14,73972         | 11,66667                | 32,249               | 26,189                | 7400                 | 15,92102         |

Для транспортного засобу Peugeot Boxer L1H1 вантажопідйомністю 1155 кг виконано проєктування системи доставки. Схему сформованих маршрутів наведено на рис. 3.2, а основні показники характеристики процесу перевезення представлені в табл. 3.3.

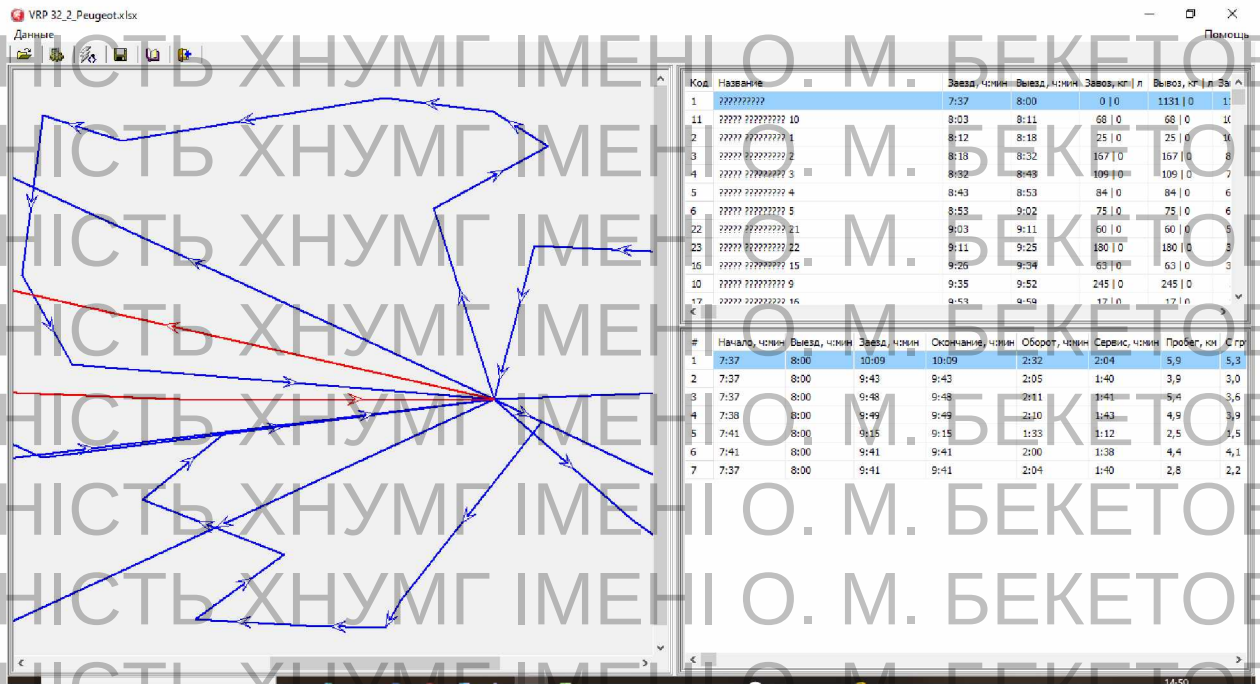


Рисунок 3.2 – Схема доставки з експлуатацією Peugeot Boxer L1H1  
вантажопідйомністю 1155 кг

Таблиця 3.3 – Параметри схеми доставки з експлуатацією Peugeot Boxer  
L1H1 вантажопідйомністю 1155 кг

| Номер маршруту | Номер пункту заїзду | Код пункту | Пункт        | Час заїзду, год.:хв.. | Час виїзду, год.:хв.. | Обсяг відвантаження, кг | Обсяг завантаження, кг | Пробіг, км |
|----------------|---------------------|------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------|
| 1              | 2                   | 3          | 4            | 5                     | 6                     | 7                       | 8                      | 9          |
| 1              | 0                   | 0          | Відправник   | 7:37                  | 8:00                  | 0                       | 1131                   | 1,422      |
|                | 1                   | 10         | Одержувач 10 | 8:03                  | 8:11                  | 68                      | 0                      | 1,925      |
|                | 2                   | 1          | Одержувач 1  | 8:12                  | 8:18                  | 25                      | 0                      | 1,988      |
|                | 3                   | 2          | Одержувач 2  | 8:18                  | 8:32                  | 167                     | 0                      | 2,263      |
|                | 4                   | 3          | Одержувач 3  | 8:32                  | 8:43                  | 109                     | 0                      | 2,506      |
|                | 5                   | 4          | Одержувач 4  | 8:43                  | 8:53                  | 84                      | 0                      | 2,805      |
|                | 6                   | 5          | Одержувач 5  | 8:53                  | 9:02                  | 75                      | 0                      | 3,136      |
|                | 7                   | 21         | Одержувач 21 | 9:03                  | 9:11                  | 60                      | 0                      | 3,294      |
|                | 8                   | 22         | Одержувач 22 | 9:11                  | 9:25                  | 180                     | 0                      | 3,579      |
|                | 9                   | 15         | Одержувач 15 | 9:26                  | 9:34                  | 63                      | 0                      | 3,891      |

Продовження табл. 3.3

| 1 | 2  | 3  | 4            | 5     | 6     | 7   | 8    | 9     |
|---|----|----|--------------|-------|-------|-----|------|-------|
|   | 10 | 9  | Одержувач 9  | 9:35  | 9:52  | 245 | 0    | 4,398 |
|   | 11 | 16 | Одержувач 16 | 9:53  | 9:59  | 17  | 0    | 5,285 |
|   | 12 | 19 | Одержувач 19 | 10:01 | 10:08 | 38  | 0    | 5,907 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 10:09 | 10:09 | 0   | 0    | 1,422 |
| 2 | 0  | 0  | Відправник   | 7:37  | 8:00  | 0   | 1102 | 0     |
|   | 1  | 41 | Одержувач 41 | 8:01  | 8:10  | 88  | 0    | 0,643 |
|   | 2  | 49 | Одержувач 49 | 8:11  | 8:28  | 236 | 0    | 0,961 |
|   | 3  | 46 | Одержувач 46 | 8:28  | 8:36  | 50  | 0    | 1,123 |
|   | 4  | 47 | Одержувач 47 | 8:36  | 8:44  | 49  | 0    | 1,36  |
|   | 5  | 50 | Одержувач 50 | 8:45  | 8:55  | 97  | 0    | 1,937 |
|   | 6  | 58 | Одержувач 58 | 8:55  | 9:12  | 230 | 0    | 2,125 |
|   | 7  | 59 | Одержувач 59 | 9:13  | 9:31  | 270 | 0    | 2,656 |
|   | 8  | 20 | Одержувач 20 | 9:32  | 9:41  | 82  | 0    | 2,972 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 9:43  | 9:43  | 0   | 0    | 3,877 |
| 3 | 0  | 0  | Відправник   | 7:37  | 8:00  | 0   | 1143 | 0     |
|   | 1  | 34 | Одержувач 34 | 8:03  | 8:12  | 93  | 0    | 1,38  |
|   | 2  | 27 | Одержувач 27 | 8:13  | 8:36  | 359 | 0    | 1,636 |
|   | 3  | 25 | Одержувач 25 | 8:37  | 8:46  | 73  | 0    | 2,204 |
|   | 4  | 23 | Одержувач 23 | 8:46  | 8:53  | 37  | 0    | 2,521 |
|   | 5  | 26 | Одержувач 26 | 8:54  | 9:03  | 86  | 0    | 2,754 |
|   | 6  | 17 | Одержувач 17 | 9:04  | 9:15  | 134 | 0    | 3,088 |
|   | 7  | 24 | Одержувач 24 | 9:16  | 9:37  | 329 | 0    | 3,28  |
|   | 8  | 28 | Одержувач 28 | 9:38  | 9:44  | 32  | 0    | 3,585 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 9:48  | 9:48  | 0   | 0    | 5,383 |
| 4 | 0  | 0  | Відправник   | 7:38  | 8:00  | 0   | 1073 | 0     |
|   | 1  | 12 | Одержувач 12 | 8:03  | 8:10  | 47  | 0    | 1,525 |
|   | 2  | 18 | Одержувач 18 | 8:11  | 8:18  | 55  | 0    | 1,699 |
|   | 3  | 13 | Одержувач 13 | 8:19  | 8:28  | 91  | 0    | 1,842 |
|   | 4  | 8  | Одержувач 8  | 8:29  | 8:41  | 140 | 0    | 2,079 |
|   | 5  | 7  | Одержувач 7  | 8:41  | 8:50  | 65  | 0    | 2,422 |
|   | 6  | 6  | Одержувач 6  | 8:50  | 9:06  | 220 | 0    | 2,429 |
|   | 7  | 11 | Одержувач 11 | 9:06  | 9:20  | 172 | 0    | 2,759 |
|   | 8  | 14 | Одержувач 14 | 9:21  | 9:35  | 194 | 0    | 3,009 |
|   | 9  | 32 | Одержувач 32 | 9:37  | 9:47  | 89  | 0    | 3,935 |
| 5 | 0  | 0  | Відправник   | 9:49  | 9:49  | 0   | 0    | 4,917 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 7:41  | 8:00  | 0   | 899  | 0     |
|   | 1  | 36 | Одержувач 36 | 8:01  | 8:16  | 216 | 0    | 0,492 |
|   | 2  | 37 | Одержувач 37 | 8:17  | 8:23  | 31  | 0    | 0,709 |
|   | 3  | 38 | Одержувач 38 | 8:24  | 8:34  | 107 | 0    | 0,948 |
|   | 4  | 39 | Одержувач 39 | 8:35  | 9:02  | 448 | 0    | 1,126 |
|   | 5  | 40 | Одержувач 40 | 9:03  | 9:13  | 97  | 0    | 1,503 |

Продовження табл. 3.3

| 1 | 2 | 3  | 4            | 5    | 6    | 7   | 8    | 9     |
|---|---|----|--------------|------|------|-----|------|-------|
|   | 0 | 0  | Відправник   | 9:15 | 9:15 | 0   | 0    | 2,505 |
|   | 0 | 0  | Відправник   | 7:41 | 8:00 | 0   | 941  | 0     |
|   | 1 | 54 | Одержувач 54 | 8:02 | 8:14 | 139 | 0    | 1,133 |
|   | 2 | 45 | Одержувач 45 | 8:15 | 8:29 | 177 | 0    | 1,686 |
|   | 3 | 57 | Одержувач 57 | 8:30 | 8:39 | 87  | 0    | 1,965 |
|   | 4 | 55 | Одержувач 55 | 8:40 | 8:47 | 42  | 0    | 2,259 |
| 6 | 5 | 44 | Одержувач 44 | 8:48 | 8:56 | 63  | 0    | 2,856 |
|   | 6 | 43 | Одержувач 43 | 8:57 | 9:04 | 45  | 0    | 3,208 |
|   | 7 | 52 | Одержувач 52 | 9:05 | 9:15 | 105 | 0    | 3,431 |
|   | 8 | 42 | Одержувач 42 | 9:16 | 9:27 | 125 | 0    | 3,845 |
|   | 9 | 53 | Одержувач 53 | 9:28 | 9:41 | 158 | 0    | 4,134 |
|   | 0 | 0  | Відправник   | 9:41 | 9:41 | 0   | 0    | 4,36  |
|   | 0 | 0  | Відправник   | 7:37 | 8:00 | 0   | 1111 | 0     |
|   | 1 | 48 | Одержувач 48 | 8:00 | 8:21 | 319 | 0    | 0,126 |
|   | 2 | 35 | Одержувач 35 | 8:22 | 8:31 | 84  | 0    | 0,788 |
|   | 3 | 30 | Одержувач 30 | 8:32 | 8:38 | 25  | 0    | 0,885 |
| 7 | 4 | 29 | Одержувач 29 | 8:38 | 8:46 | 54  | 0    | 1,054 |
|   | 5 | 51 | Одержувач 51 | 8:46 | 8:56 | 91  | 0    | 1,291 |
|   | 6 | 31 | Одержувач 31 | 8:57 | 9:13 | 237 | 0    | 1,578 |
|   | 7 | 33 | Одержувач 33 | 9:14 | 9:29 | 200 | 0    | 1,929 |
|   | 8 | 56 | Одержувач 56 | 9:30 | 9:40 | 101 | 0    | 2,208 |
|   | 0 | 0  | Відправник   | 9:41 | 9:41 | 0   | 0    | 2,793 |

За результатами системи маршрутів, що було побудовано таблицю зведених даних щодо виконання перевезень, включаючи кількість пунктів доставки, загальну довжину маршрутів, тривалість одного оберту та інші техніко-експлуатаційні характеристики (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Характеристика маршрутів розподілу з експлуатацією Peugeot Boxer L1H1 вантажопідйомністю 1155 кг

| № маршруту | Кількість пунктів заванезення, од. | Час оборту, год. | Час обслуговування, год | Загальний пробіг, км | Пробіг з вантажем, км | Обсяг перевезень, кг | Вантажообіг, ткм |
|------------|------------------------------------|------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| 1          | 12                                 | 2,536389         | 2,066667                | 5,907                | 5,285                 | 1131                 | 3,379811         |
| 2          | 8                                  | 2,095556         | 1,666667                | 3,877                | 2,972                 | 1102                 | 2,043633         |
| 3          | 8                                  | 2,198333         | 1,683333                | 5,383                | 3,585                 | 1143                 | 2,814309         |
| 4          | 9                                  | 2,183056         | 1,716667                | 4,917                | 3,935                 | 1073                 | 2,724121         |
| 5          | 5                                  | 1,558056         | 1,2                     | 2,505                | 1,503                 | 899                  | 0,879926         |
| 6          | 9                                  | 2,008333         | 1,633333                | 4,36                 | 4,134                 | 941                  | 2,540082         |
| 7          | 8                                  | 2,066944         | 1,666667                | 2,793                | 2,208                 | 1111                 | 1,285702         |
| Разом      | 59                                 | 14,64667         | 11,63333                | 29,742               | 23,622                | 7400                 | 15,66758         |

Для транспортного засобу Ford Transit Custom вантажопідйомністю з максимальною допустимою масою вантажу 1400 кг сформовано систему розвізних маршрутів, схема яких наведена на рис. 3.3. Основні техніко-експлуатаційні показники процесу транспортування, зокрема кількість маршрутів, довжина пробігу та інші параметри перевезення представлені в табл. 3.5.



Рисунок 3.3 – Схема доставки з експлуатацією Ford Transit Custom  
вантажопідйомністю 1400 кг

Таблиця 3.5 – Параметри схеми доставки з експлуатацією Ford Transit  
Custom вантажопідйомністю 1400 кг

| Номер маршруту | Номер пункту заїзду | Код пункту | Пункт        | Час заїзду, год.:хв.. | Час виїзду, год.:хв.. | Обсяг відвантаження, кг | Обсяг завантаження, кг | Пробіг, км |
|----------------|---------------------|------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------|
| 1              | 2                   | 3          | 4            | 5                     | 6                     | 7                       | 8                      | 9          |
|                | 0                   | 0          | Відправник   | 7:32                  | 8:00                  | 0                       | 1384                   | 0          |
|                | 1                   | 13         | Одержувач 13 | 8:03                  | 8:13                  | 91                      | 0                      | 1,582      |
|                | 2                   | 6          | Одержувач 6  | 8:14                  | 8:30                  | 220                     | 0                      | 2,058      |
|                | 3                   | 7          | Одержувач 7  | 8:30                  | 8:38                  | 65                      | 0                      | 2,065      |
|                | 4                   | 1          | Одержувач 1  | 8:38                  | 8:45                  | 25                      | 0                      | 2,377      |
|                | 5                   | 2          | Одержувач 2  | 8:45                  | 8:58                  | 167                     | 0                      | 2,44       |
|                | 6                   | 3          | Одержувач 3  | 8:59                  | 9:09                  | 109                     | 0                      | 2,715      |
|                | 7                   | 4          | Одержувач 4  | 9:10                  | 9:19                  | 84                      | 0                      | 2,958      |
|                | 8                   | 5          | Одержувач 5  | 9:20                  | 9:28                  | 75                      | 0                      | 3,257      |
|                | 9                   | 21         | Одержувач 21 | 9:29                  | 9:37                  | 60                      | 0                      | 3,588      |
|                | 10                  | 22         | Одержувач 22 | 9:37                  | 9:51                  | 180                     | 0                      | 3,746      |
|                | 11                  | 15         | Одержувач 15 | 9:52                  | 10:00                 | 63                      | 0                      | 4,031      |

Продовження табл. 3.5

| 1 | 2  | 3  | 4            | 5     | 6     | 7   | 8    | 9     |
|---|----|----|--------------|-------|-------|-----|------|-------|
|   | 12 | 9  | Одержувач 9  | 10:01 | 10:18 | 245 | 0    | 4,343 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 10:23 | 10:23 | 0   | 0    | 6,358 |
| 2 | 0  | 0  | Відправник   | 7:32  | 8:00  | 0   | 1372 | 0     |
|   | 1  | 59 | Одержувач 59 | 8:02  | 8:20  | 270 | 0    | 1,086 |
|   | 2  | 10 | Одержувач 10 | 8:21  | 8:30  | 68  | 0    | 1,427 |
|   | 3  | 18 | Одержувач 18 | 8:30  | 8:38  | 55  | 0    | 1,68  |
|   | 4  | 50 | Одержувач 50 | 8:39  | 8:49  | 97  | 0    | 2,193 |
|   | 5  | 58 | Одержувач 58 | 8:49  | 9:06  | 230 | 0    | 2,381 |
|   | 6  | 12 | Одержувач 12 | 9:06  | 9:14  | 47  | 0    | 2,667 |
|   | 7  | 8  | Одержувач 8  | 9:14  | 9:26  | 140 | 0    | 2,942 |
|   | 8  | 11 | Одержувач 11 | 9:27  | 9:41  | 172 | 0    | 3,305 |
|   | 9  | 14 | Одержувач 14 | 9:41  | 9:56  | 194 | 0    | 3,555 |
|   | 10 | 16 | Одержувач 16 | 9:57  | 10:03 | 17  | 0    | 3,914 |
|   | 11 | 20 | Одержувач 20 | 10:04 | 10:13 | 82  | 0    | 4,527 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 10:15 | 10:15 | 0   | 0    | 5,432 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 7:32  | 8:00  | 0   | 1377 | 0     |
|   | 1  | 29 | Одержувач 29 | 8:01  | 8:09  | 54  | 0    | 0,85  |
|   | 2  | 51 | Одержувач 51 | 8:10  | 8:19  | 91  | 0    | 1,087 |
| 3 | 3  | 34 | Одержувач 34 | 8:20  | 8:30  | 93  | 0    | 1,579 |
|   | 4  | 27 | Одержувач 27 | 8:30  | 8:53  | 359 | 0    | 1,835 |
|   | 5  | 25 | Одержувач 25 | 8:55  | 9:03  | 73  | 0    | 2,403 |
|   | 6  | 23 | Одержувач 23 | 9:04  | 9:11  | 37  | 0    | 2,72  |
|   | 7  | 26 | Одержувач 26 | 9:11  | 9:21  | 86  | 0    | 2,953 |
|   | 8  | 17 | Одержувач 17 | 9:21  | 9:33  | 134 | 0    | 3,287 |
|   | 9  | 24 | Одержувач 24 | 9:33  | 9:55  | 329 | 0    | 3,479 |
|   | 10 | 28 | Одержувач 28 | 9:56  | 10:02 | 32  | 0    | 3,784 |
|   | 11 | 32 | Одержувач 32 | 10:04 | 10:13 | 89  | 0    | 4,6   |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 10:16 | 10:16 | 0   | 0    | 5,582 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 7:46  | 8:00  | 0   | 685  | 0     |
| 4 | 1  | 19 | Одержувач 19 | 8:01  | 8:08  | 38  | 0    | 0,622 |
|   | 2  | 56 | Одержувач 56 | 8:08  | 8:18  | 101 | 0    | 0,742 |
|   | 3  | 33 | Одержувач 33 | 8:19  | 8:34  | 200 | 0    | 1,021 |
|   | 4  | 31 | Одержувач 31 | 8:34  | 8:51  | 237 | 0    | 1,372 |
|   | 5  | 30 | Одержувач 30 | 8:52  | 8:58  | 25  | 0    | 1,698 |
|   | 6  | 35 | Одержувач 35 | 8:58  | 9:08  | 84  | 0    | 1,795 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 9:09  | 9:09  | 0   | 0    | 2,49  |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 7:32  | 8:00  | 0   | 1364 | 0     |
| 5 | 1  | 53 | Одержувач 53 | 8:00  | 8:13  | 158 | 0    | 0,226 |
|   | 2  | 42 | Одержувач 42 | 8:14  | 8:25  | 125 | 0    | 0,515 |
|   | 3  | 43 | Одержувач 43 | 8:25  | 8:33  | 45  | 0    | 0,805 |
|   | 4  | 52 | Одержувач 52 | 8:33  | 8:43  | 105 | 0    | 1,028 |

Продовження табл. 3.5

| 1 | 2  | 3  | 4            | 5     | 6     | 7   | 8    | 9     |
|---|----|----|--------------|-------|-------|-----|------|-------|
| 6 | 6  | 45 | Одержувач 45 | 8:58  | 9:12  | 177 | 0    | 2,336 |
|   | 7  | 57 | Одержувач 57 | 9:13  | 9:22  | 87  | 0    | 2,615 |
|   | 8  | 55 | Одержувач 55 | 9:23  | 9:30  | 42  | 0    | 2,909 |
|   | 9  | 44 | Одержувач 44 | 9:31  | 9:39  | 63  | 0    | 3,506 |
|   | 10 | 49 | Одержувач 49 | 9:40  | 9:57  | 236 | 0    | 3,823 |
|   | 11 | 46 | Одержувач 46 | 9:57  | 10:05 | 50  | 0    | 3,985 |
|   | 12 | 47 | Одержувач 47 | 10:05 | 10:13 | 49  | 0    | 4,222 |
|   | 13 | 41 | Одержувач 41 | 10:13 | 10:23 | 88  | 0    | 4,605 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 10:24 | 10:24 | 0   | 0    | 5,248 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 7:35  | 8:00  | 0   | 1218 | 0     |
|   | 1  | 36 | Одержувач 36 | 8:01  | 8:16  | 216 | 0    | 0,492 |
|   | 2  | 37 | Одержувач 37 | 8:17  | 8:23  | 31  | 0    | 0,709 |
|   | 3  | 38 | Одержувач 38 | 8:24  | 8:34  | 107 | 0    | 0,948 |
|   | 4  | 39 | Одержувач 39 | 8:35  | 9:02  | 448 | 0    | 1,126 |
|   | 5  | 40 | Одержувач 40 | 9:03  | 9:13  | 97  | 0    | 1,503 |
|   | 6  | 48 | Одержувач 48 | 9:15  | 9:36  | 319 | 0    | 2,379 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 9:36  | 9:36  | 0   | 0    | 2,505 |

В табл. 3.6 зведено дані щодо виконання перевезень, як кількості одержувачів, сумарну дистанцію маршрутів, витрати часу на один оберт, маса вантажу, загальний пробіг рухомого складу за час перебування на лінії та інші характеристики.

Таблиця 3.6 – Характеристика маршрутів розподілу з експлуатацією Ford Transit Custom вантажопідйомністю 1400 кг

| № маршруту | Кількість пунктів заванезня, од. | Час оберт, год. | Час обслуговування, год. | Загальний пробіг, км | Пробіг з вантажем, км | Обсяг перевезень, кг | Вантажообіг, ткм |
|------------|----------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| 1          | 2                                | 3               | 4                        | 5                    | 6                     | 7                    | 8                |
| 1          | 12                               | 2,848056        | 2,25                     | 6,358                | 4,343                 | 1384                 | 4,194082         |

Продовження табл. 3.6

| 1     | 2  | 3        | 4        | 5      | 6      | 7    | 8        |
|-------|----|----------|----------|--------|--------|------|----------|
| 2     | 11 | 2,716667 | 2,183333 | 5,432  | 4,527  | 1372 | 3,476118 |
| 3     | 11 | 2,728611 | 2,2      | 5,582  | 4,6    | 1377 | 3,595983 |
| 4     | 6  | 1,392222 | 1,1      | 2,49   | 1,795  | 685  | 0,821172 |
| 5     | 13 | 2,8675   | 2,366667 | 5,248  | 4,605  | 1364 | 3,189714 |
| 6     | 6  | 2,013611 | 1,583333 | 2,505  | 2,379  | 1218 | 1,638827 |
| Разом | 59 | 14,56667 | 11,68333 | 27,615 | 22,249 | 7400 | 16,9159  |

Для автомобіля Renault Master L1H1 вантажопідйомністю 1602 кг було розроблено систему доставки вантажів. Візуалізацію сформованих маршрутів представлено на рис. 3.4, а узагальнені показники та характеристики процесу транспортування наведено в табл. 3.7.



Рисунок 3.4 – Схема доставки з експлуатацією Renault Master L1H1 вантажопідйомністю 1602 кг

Таблиця 3.7 – Параметри схеми доставки з експлуатацією Renault Master L1H1 вантажопідйомністю 1602 кг

| Номер маршруту | Номер пункту заїзду | Код пункту | Пункт        | Час заїзду, год.:хв.. | Час виїзду, год.:хв.. | Обсяг відвантаження, кг | Обсяг завантаження, кг | Пробіг, км |
|----------------|---------------------|------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------|
| 1              | 2                   | 3          | 4            | 5                     | 6                     | 7                       | 8                      | 9          |
| 1              | 0                   | 0          | Відправник   | 7:28                  | 8:00                  | 0                       | 1577                   | 0          |
|                | 1                   | 18         | Одержувач 18 | 8:03                  | 8:10                  | 55                      | 0                      | 1,475      |
|                | 2                   | 12         | Одержувач 12 | 8:11                  | 8:18                  | 47                      | 0                      | 1,649      |
|                | 3                   | 8          | Одержувач 8  | 8:19                  | 8:31                  | 140                     | 0                      | 1,924      |
|                | 4                   | 13         | Одержувач 13 | 8:31                  | 8:41                  | 91                      | 0                      | 2,161      |
|                | 5                   | 14         | Одержувач 14 | 8:42                  | 8:57                  | 194                     | 0                      | 2,607      |
|                | 6                   | 28         | Одержувач 28 | 8:58                  | 9:05                  | 32                      | 0                      | 3,289      |
|                | 7                   | 24         | Одержувач 24 | 9:05                  | 9:27                  | 329                     | 0                      | 3,594      |
|                | 8                   | 17         | Одержувач 17 | 9:27                  | 9:39                  | 134                     | 0                      | 3,786      |
|                | 9                   | 26         | Одержувач 26 | 9:40                  | 9:49                  | 86                      | 0                      | 4,12       |
|                | 10                  | 23         | Одержувач 23 | 9:49                  | 9:56                  | 37                      | 0                      | 4,353      |
|                | 11                  | 25         | Одержувач 25 | 9:57                  | 10:06                 | 73                      | 0                      | 4,67       |
| 2              | 12                  | 27         | Одержувач 27 | 10:07                 | 10:30                 | 359                     | 0                      | 5,238      |
|                | 0                   | 0          | Відправник   | 10:33                 | 10:33                 | 0                       | 0                      | 6,697      |
|                | 0                   | 0          | Відправник   | 7:28                  | 8:00                  | 0                       | 1588                   | 0          |
|                | 1                   | 10         | Одержувач 10 | 8:03                  | 8:11                  | 68                      | 0                      | 1,422      |
|                | 2                   | 11         | Одержувач 11 | 8:12                  | 8:25                  | 172                     | 0                      | 1,805      |
|                | 3                   | 6          | Одержувач 6  | 8:26                  | 8:42                  | 220                     | 0                      | 2,135      |
|                | 4                   | 7          | Одержувач 7  | 8:42                  | 8:50                  | 65                      | 0                      | 2,142      |
|                | 5                   | 1          | Одержувач 1  | 8:51                  | 8:57                  | 25                      | 0                      | 2,454      |
|                | 6                   | 2          | Одержувач 2  | 8:57                  | 9:11                  | 167                     | 0                      | 2,517      |
|                | 7                   | 3          | Одержувач 3  | 9:11                  | 9:22                  | 109                     | 0                      | 2,792      |
|                | 8                   | 4          | Одержувач 4  | 9:22                  | 9:32                  | 84                      | 0                      | 3,035      |
|                | 9                   | 5          | Одержувач 5  | 9:32                  | 9:41                  | 75                      | 0                      | 3,334      |
|                | 10                  | 21         | Одержувач 21 | 9:42                  | 9:50                  | 60                      | 0                      | 3,665      |
|                | 11                  | 22         | Одержувач 22 | 9:50                  | 10:04                 | 180                     | 0                      | 3,823      |
|                | 12                  | 15         | Одержувач 15 | 10:05                 | 10:13                 | 63                      | 0                      | 4,108      |
|                | 13                  | 9          | Одержувач 9  | 10:14                 | 10:31                 | 245                     | 0                      | 4,42       |
|                | 14                  | 16         | Одержувач 16 | 10:32                 | 10:38                 | 17                      | 0                      | 4,927      |
|                | 15                  | 19         | Одержувач 19 | 10:40                 | 10:47                 | 38                      | 0                      | 5,814      |
|                | 0                   | 0          | Відправник   | 10:48                 | 10:48                 | 0                       | 0                      | 6,436      |

Продовження табл. 3.7

| 1 | 2  | 3  | 4            | 5     | 6     | 7   | 8    | 9     |
|---|----|----|--------------|-------|-------|-----|------|-------|
| 3 | 0  | 0  | Відправник   | 7:29  | 8:00  | 0   | 1522 | 0     |
|   | 1  | 54 | Одержувач 54 | 8:02  | 8:14  | 139 | 0    | 1,133 |
|   | 2  | 45 | Одержувач 45 | 8:15  | 8:29  | 177 | 0    | 1,686 |
|   | 3  | 57 | Одержувач 57 | 8:30  | 8:39  | 87  | 0    | 1,965 |
|   | 4  | 55 | Одержувач 55 | 8:40  | 8:47  | 42  | 0    | 2,259 |
|   | 5  | 44 | Одержувач 44 | 8:48  | 8:56  | 63  | 0    | 2,856 |
|   | 6  | 49 | Одержувач 49 | 8:57  | 9:14  | 236 | 0    | 3,173 |
|   | 7  | 46 | Одержувач 46 | 9:14  | 9:21  | 50  | 0    | 3,335 |
|   | 8  | 47 | Одержувач 47 | 9:22  | 9:29  | 49  | 0    | 3,572 |
|   | 9  | 50 | Одержувач 50 | 9:31  | 9:41  | 97  | 0    | 4,149 |
|   | 10 | 58 | Одержувач 58 | 9:41  | 9:57  | 230 | 0    | 4,337 |
|   | 11 | 59 | Одержувач 59 | 9:59  | 10:17 | 270 | 0    | 4,868 |
|   | 12 | 20 | Одержувач 20 | 10:18 | 10:27 | 82  | 0    | 5,184 |
| 4 | 0  | 0  | Відправник   | 10:29 | 10:29 | 0   | 0    | 6,089 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 7:31  | 8:00  | 0   | 1420 | 0     |
|   | 1  | 53 | Одержувач 53 | 8:00  | 8:13  | 158 | 0    | 0,226 |
|   | 2  | 41 | Одержувач 41 | 8:14  | 8:23  | 88  | 0    | 0,666 |
|   | 3  | 42 | Одержувач 42 | 8:24  | 8:35  | 125 | 0    | 0,911 |
|   | 4  | 43 | Одержувач 43 | 8:36  | 8:43  | 45  | 0    | 1,201 |
|   | 5  | 52 | Одержувач 52 | 8:43  | 8:54  | 105 | 0    | 1,424 |
|   | 6  | 40 | Одержувач 40 | 8:56  | 9:06  | 97  | 0    | 2,54  |
|   | 7  | 39 | Одержувач 39 | 9:07  | 9:34  | 448 | 0    | 2,917 |
|   | 8  | 38 | Одержувач 38 | 9:35  | 9:45  | 107 | 0    | 3,095 |
|   | 9  | 37 | Одержувач 37 | 9:45  | 9:52  | 31  | 0    | 3,334 |
|   | 10 | 36 | Одержувач 36 | 9:52  | 10:08 | 216 | 0    | 3,551 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 10:09 | 10:09 | 0   | 0    | 4,043 |
| 5 | 0  | 0  | Відправник   | 7:34  | 8:00  | 0   | 1293 | 0     |
|   | 1  | 56 | Одержувач 56 | 8:01  | 8:11  | 101 | 0    | 0,585 |
|   | 2  | 31 | Одержувач 31 | 8:12  | 8:29  | 237 | 0    | 1,004 |
|   | 3  | 33 | Одержувач 33 | 8:29  | 8:44  | 200 | 0    | 1,355 |
|   | 4  | 32 | Одержувач 32 | 8:45  | 8:54  | 89  | 0    | 1,61  |
|   | 5  | 34 | Одержувач 34 | 8:56  | 9:05  | 93  | 0    | 2,239 |
|   | 6  | 51 | Одержувач 51 | 9:06  | 9:16  | 91  | 0    | 2,731 |
|   | 7  | 29 | Одержувач 29 | 9:17  | 9:24  | 54  | 0    | 2,968 |
|   | 8  | 30 | Одержувач 30 | 9:25  | 9:31  | 25  | 0    | 3,137 |
|   | 9  | 35 | Одержувач 35 | 9:31  | 9:40  | 84  | 0    | 3,234 |
|   | 10 | 48 | Одержувач 48 | 9:42  | 10:03 | 319 | 0    | 3,896 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 10:03 | 10:03 | 0   | 0    | 4,022 |

В табл. 3.8 наведено узагальнені показники виконання транспортних операцій, зокрема кількість пунктів обслуговування, сумарну протяжність маршрутів, тривалість одного обороту транспортного засобу та інші техніко-експлуатаційні параметри перевезень.

Таблиця 3.8 – Характеристика маршрутів розподілу з експлуатацією Renault Master L1H1 вантажопідйомністю 1602 кг

| № маршруту | Кількість пунктів заванезення, од. | Час обороту, год. | Час обслуговування, год | Загальний пробіг, км | Пробіг з вантажем, км | Обсяг перевезень, кг | Вантажообіг, ткм |
|------------|------------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| 1          | 12                                 | 3,085278          | 2,45                    | 6,697                | 5,238                 | 1577                 | 5,662128         |
| 2          | 15                                 | 3,338611          | 2,716667                | 6,436                | 5,814                 | 1588                 | 4,861528         |
| 3          | 12                                 | 2,998611          | 2,4                     | 6,089                | 5,184                 | 1522                 | 5,131687         |
| 4          | 10                                 | 2,638889          | 2,133333                | 4,043                | 3,551                 | 1420                 | 3,166487         |
| 5          | 10                                 | 2,490278          | 2,016667                | 4,022                | 3,896                 | 1293                 | 2,921248         |
| Разом      | 59                                 | 14,55167          | 11,71667                | 27,287               | 23,683                | 7400                 | 21,74308         |

Для транспортного засобу Mercedes-Benz Sprinter Van 316 Cdi вантажопідйомністю 3000 кг виконано проєктування системи доставки. Схему сформованих маршрутів наведено на рис. 3.5, а основні показники характеристики процесу перевезення представлені в табл. 3.9.



Рисунок 3.5 – Схема доставки з експлуатацією Mercedes-Benz Sprinter Van

316 Cdi вантажопідйомністю 3000 кг

Таблиця 3.9 – Параметри схеми доставки з експлуатацією Mercedes-Benz

Sprinter Van 316 Cdi вантажопідйомністю 3000 кг

| Номер маршруту | Номер пункту заїзду | Код пункту | Пункт        | Час заїзду, год.:хв.. | Час виїзду, год.:хв.. | Обсяг відвантаження, кг | Обсяг завантаження, кг | Пробіг, км |
|----------------|---------------------|------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------|
| 1              | 2                   | 3          | 4            | 5                     | 6                     | 7                       | 8                      | 9          |
|                | 0                   | 0          | Відправник   | 6:59                  | 8:00                  | 0                       | 2995                   | 0          |
|                | 1                   | 18         | Одержувач 18 | 8:03                  | 8:10                  | 55                      | 0                      | 1,475      |
|                | 2                   | 13         | Одержувач 13 | 8:11                  | 8:20                  | 91                      | 0                      | 1,618      |
|                | 3                   | 8          | Одержувач 8  | 8:21                  | 8:33                  | 140                     | 0                      | 1,855      |
|                | 4                   | 7          | Одержувач 7  | 8:34                  | 8:42                  | 65                      | 0                      | 2,198      |
|                | 5                   | 6          | Одержувач 6  | 8:42                  | 8:58                  | 220                     | 0                      | 2,205      |
|                | 6                   | 11         | Одержувач 11 | 8:59                  | 9:12                  | 172                     | 0                      | 2,535      |
|                | 7                   | 1          | Одержувач 1  | 9:12                  | 9:19                  | 25                      | 0                      | 2,664      |
|                | 8                   | 2          | Одержувач 2  | 9:19                  | 9:32                  | 167                     | 0                      | 2,727      |
|                | 9                   | 3          | Одержувач 3  | 9:33                  | 9:43                  | 109                     | 0                      | 3,002      |
|                | 10                  | 4          | Одержувач 4  | 9:44                  | 9:53                  | 84                      | 0                      | 3,245      |
|                | 11                  | 5          | Одержувач 5  | 9:54                  | 10:02                 | 75                      | 0                      | 3,544      |

Продовження табл. 3.9

| 1 | 2  | 3  | 4             | 5     | 6     | 7   | 8    | 9     |
|---|----|----|---------------|-------|-------|-----|------|-------|
| 1 | 12 | 21 | Одержувач 21  | 10:03 | 10:11 | 60  | 0    | 3,875 |
|   | 13 | 22 | Одержувач? 22 | 10:11 | 10:25 | 180 | 0    | 4,033 |
|   | 14 | 15 | Одержувач 15  | 10:26 | 10:34 | 63  | 0    | 4,318 |
|   | 15 | 17 | Одержувач 17  | 10:35 | 10:47 | 134 | 0    | 4,67  |
|   | 16 | 26 | Одержувач 26  | 10:47 | 10:57 | 86  | 0    | 5,004 |
|   | 17 | 23 | Одержувач 23  | 10:57 | 11:04 | 37  | 0    | 5,237 |
|   | 18 | 24 | Одержувач 24  | 11:05 | 11:26 | 329 | 0    | 5,535 |
|   | 19 | 25 | Одержувач 25  | 11:27 | 11:35 | 73  | 0    | 5,763 |
|   | 20 | 27 | Одержувач 27  | 11:37 | 12:00 | 359 | 0    | 6,331 |
|   | 21 | 28 | Одержувач 28  | 12:01 | 12:07 | 32  | 0    | 6,874 |
|   | 22 | 9  | Одержувач 9   | 12:08 | 12:26 | 245 | 0    | 7,353 |
|   | 23 | 14 | Одержувач 14  | 12:26 | 12:41 | 194 | 0    | 7,755 |
|   | 0  | 0  | Відправник    | 12:45 | 12:45 | 0   | 0    | 9,505 |
|   | 0  | 0  | Відправник    | 7:23  | 8:00  | 0   | 1823 | 0     |
|   | 1  | 31 | Одержувач 31  | 8:01  | 8:18  | 237 | 0    | 0,681 |
|   | 2  | 33 | Одержувач 33  | 8:19  | 8:34  | 200 | 0    | 1,032 |
|   | 3  | 56 | Одержувач 56  | 8:34  | 8:44  | 101 | 0    | 1,311 |
|   | 4  | 19 | Одержувач 19  | 8:45  | 8:51  | 38  | 0    | 1,431 |
|   | 5  | 59 | Одержувач 59  | 8:53  | 9:11  | 270 | 0    | 1,996 |
|   | 6  | 50 | Одержувач 50  | 9:12  | 9:22  | 97  | 0    | 2,487 |
|   | 7  | 58 | Одержувач 58  | 9:23  | 9:39  | 230 | 0    | 2,675 |
|   | 8  | 12 | Одержувач 12  | 9:40  | 9:47  | 47  | 0    | 2,961 |
| 2 | 9  | 10 | Одержувач 10  | 9:48  | 9:56  | 68  | 0    | 3,388 |
|   | 10 | 16 | Одержувач 16  | 9:57  | 10:03 | 17  | 0    | 3,84  |
|   | 11 | 20 | Одержувач 20  | 10:04 | 10:14 | 82  | 0    | 4,453 |
|   | 12 | 32 | Одержувач 32  | 10:14 | 10:24 | 89  | 0    | 4,769 |
|   | 13 | 34 | Одержувач 34  | 10:25 | 10:35 | 93  | 0    | 5,398 |
|   | 14 | 51 | Одержувач 51  | 10:36 | 10:45 | 91  | 0    | 5,89  |
|   | 15 | 29 | Одержувач 29  | 10:46 | 10:54 | 54  | 0    | 6,127 |
|   | 16 | 30 | Одержувач 30  | 10:54 | 11:00 | 25  | 0    | 6,296 |
|   | 17 | 35 | Одержувач 35  | 11:00 | 11:10 | 84  | 0    | 6,393 |
|   | 0  | 0  | Відправник    | 11:11 | 11:11 | 0   | 0    | 7,088 |
|   | 0  | 0  | Відправник    | 7:08  | 8:00  | 0   | 2582 | 0     |
|   | 1  | 48 | Одержувач 48  | 8:00  | 8:21  | 319 | 0    | 0,126 |
|   | 2  | 36 | Одержувач 36  | 8:22  | 8:37  | 216 | 0    | 0,499 |
|   | 3  | 37 | Одержувач 37  | 8:38  | 8:44  | 31  | 0    | 0,716 |
|   | 4  | 38 | Одержувач 38  | 8:45  | 8:55  | 107 | 0    | 0,955 |
|   | 5  | 39 | Одержувач 39  | 8:56  | 9:23  | 448 | 0    | 1,133 |
|   | 6  | 40 | Одержувач 40  | 9:24  | 9:34  | 97  | 0    | 1,51  |
| 3 | 7  | 54 | Одержувач 54  | 9:35  | 9:47  | 139 | 0    | 2,247 |
|   | 8  | 45 | Одержувач 45  | 9:48  | 10:02 | 177 | 0    | 2,8   |

Продовження табл. 3.9

| 1 | 2  | 3  | 4            | 5     | 6     | 7   | 8 | 9     |
|---|----|----|--------------|-------|-------|-----|---|-------|
|   | 9  | 57 | Одержувач 57 | 10:03 | 10:12 | 87  | 0 | 3,079 |
|   | 10 | 55 | Одержувач 55 | 10:13 | 10:20 | 42  | 0 | 3,373 |
|   | 11 | 44 | Одержувач 44 | 10:21 | 10:29 | 63  | 0 | 3,97  |
|   | 12 | 49 | Одержувач 49 | 10:30 | 10:47 | 236 | 0 | 4,287 |
|   | 13 | 46 | Одержувач 46 | 10:47 | 10:55 | 50  | 0 | 4,449 |
|   | 14 | 47 | Одержувач 47 | 10:55 | 11:03 | 49  | 0 | 4,686 |
|   | 15 | 41 | Одержувач 41 | 11:04 | 11:13 | 88  | 0 | 5,069 |
|   | 16 | 42 | Одержувач 42 | 11:13 | 11:25 | 125 | 0 | 5,314 |
|   | 17 | 43 | Одержувач 43 | 11:25 | 11:33 | 45  | 0 | 5,604 |
|   | 18 | 52 | Одержувач 52 | 11:33 | 11:43 | 105 | 0 | 5,827 |
|   | 19 | 53 | Одержувач 53 | 11:45 | 11:57 | 158 | 0 | 6,351 |
|   | 0  | 0  | Відправник   | 11:58 | 11:58 | 0   | 0 | 6,577 |

В табл. 3.10 зведено дані щодо виконання перевезень, як кількість одержувачів, сумарну дистанцію маршрутів, витрати часу на один оберт, маса вантажу, загальний пробіг рухомого складу за час перебування на лінії та інші характеристики.

Таблиця 3.10 – Характеристика маршрутів розподілу з експлуатацією Mercedes-Benz Sprinter Van 316 Cdi вантажопідйомністю 3000 кг

| № маршруту | Кількість пунктів заезів, од. | Час оберт, год. | Час обслуговування, год | Загальний пробіг, км | Пробіг з вантажем, км | Обсяг перевезень, кг | Вантажообіг, ткм |
|------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| 1          | 23                            | 5,758889        | 4,633333                | 9,505                | 7,755                 | 2995                 | 13,46049         |
| 2          | 17                            | 3,803056        | 3,133333                | 7,088                | 6,393                 | 1823                 | 5,237687         |
| 3          | 19                            | 4,836111        | 3,95                    | 6,577                | 6,351                 | 2582                 | 6,835586         |
| Разом      | 59                            | 14,39806        | 11,71667                | 23,17                | 20,499                | 7400                 | 25,53377         |

### 3.2 Обчислення транспортних витрат за маршрутними схемами доставки

Обчислення витрат на перевезення за маршрутними схемами проводяться за формулою [13]:

$$B_{\text{тр}} = B_{\text{зм}} \cdot L + B_{\text{пост}} \cdot T, \quad (3.1)$$

де  $B_{\text{зм}}$  – змінні транспортні витрати, грн./км;

$B_{\text{пост}}$  – постійні транспортні витрати, грн./год;

$L$  – пробіг рухомого складу за схемою доставки, км;

$T$  – час роботи рухомого складу на маршрутах, год.

Змінні транспортні витрати обчислюються за формулою [13]:

$$B_{\text{зм}} = (0,113 \cdot q_n^{0,339} + 0,067 \cdot R_n^{-0,092}) \cdot k_1, \quad (3.2)$$

де  $R_n$  – питома витрата палива, (л/100 км)/т;

$k_1$  – калібрувальний коефіцієнт.

Постійні транспортні витрати визначаються з використанням залежності [13]:

$$B_{\text{пост}} = (0,0234 \cdot q_n^{0,92} + 0,0678 \cdot A^{-0,095}) \cdot k_2, \quad (3.3)$$

де  $A$  – кількість ТЗ, що задіяні у схемі доставки, од.;

$k_2$  – калібрувальний коефіцієнт.

Розраховано розмір змінних транспортних витрат для ТЗ вантажопідйомністю 1027 кг або 1,027 т (Opel Vivaro L1H1):

$$B_{\text{зм}} = (0,113 \cdot 1,027^{0,339} + 0,067 \cdot 7,9/1,027^{-0,092}) \cdot 54 = 9,16 \text{ грн./км.}$$

Розраховано розмір постійних транспортних витрат для ТЗ Opel Vivaro L1H1:

$$B_{\text{пост}} = (0,0234 \cdot 1,027^{0,92} + 0,0678 \cdot 1^{-0,095}) \cdot 7000 = 283,06 \text{ грн./год.}$$

Аналогічним чином обчислено змінні та постійні витрати за всіма моделями ТЗ, що розглядаються, а результати розрахунків знесено до табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Транспортні витрати за моделями ТЗ

| Модель ТЗ                             | Вантажо-<br>підйомність,<br>т | Змінні<br>транспортні<br>витрати,<br>грн./км | Постійні<br>транспортні<br>витрати,<br>грн./год |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Opel Vivaro L1H1                      | 1,027                         | 9,16                                         | 283,06                                          |
| Peugeot Boxer L1H1                    | 1,155                         | 9,46                                         | 284,29                                          |
| Ford Transit Custom                   | 1,4                           | 9,95                                         | 286,61                                          |
| Renault Master L1H1                   | 1,6                           | 10,26                                        | 288,50                                          |
| Mercedes-Benz Sprinter Van 316<br>Cdi | 3,0                           | 12,16                                        | 301,15                                          |

Проведено розрахунок витрат на транспортування. Для транспортного засобу Opel Vivaro L1H1 за 1-им маршрутом розмір витрат складає:

$$B_{\text{тр}} = 5,43 \cdot 5,9 + 20,22 \cdot 2,25 = 689,76 \text{ грн.}$$

Аналогічно визначаємо витрати на транспортування для інших маршрутів (див. табл. 3.12) та встановлюємо загальну величину витрат на транспортування за схемами доставки (табл. 3.13).

Таблиця 3.12 – Витрати на транспортування матеріального потоку за маршрутами.

| Вантажопідйомність<br>ТЗ, т | Номер маршруту | Час оберту, год. | Загальний пробіг, км | Обсяг перевезень, кг | Змінні витрати,<br>грн./км | Постійні витрати,<br>грн./год. | Загальні транспортні<br>витрати, грн |
|-----------------------------|----------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1                           | 2              | 3                | 4                    | 5                    | 6                          | 7                              | 8                                    |
| 1,027 т                     | 1              | 2,245833         | 5,903                | 1025                 | 54,05                      | 635,71                         | 689,76                               |
|                             | 2              | 2,118333         | 4,778                | 1022                 | 43,75                      | 599,62                         | 643,36                               |
|                             | 3              | 2,248611         | 5,978                | 1025                 | 54,74                      | 636,49                         | 691,23                               |
|                             | 4              | 1,558056         | 2,505                | 899                  | 22,94                      | 441,02                         | 463,96                               |
|                             | 5              | 1,329722         | 1,977                | 719                  | 18,10                      | 376,39                         | 394,49                               |
|                             | 6              | 2,008333         | 4,36                 | 941                  | 39,92                      | 568,48                         | 608,40                               |
|                             | 7              | 1,318889         | 3,006                | 749                  | 27,52                      | 373,33                         | 400,85                               |
|                             | 8              | 1,911944         | 3,742                | 1020                 | 34,26                      | 541,20                         | 575,46                               |
| 1,155 т                     | 1              | 2,536389         | 5,907                | 1131                 | 55,89                      | 721,07                         | 776,95                               |
|                             | 2              | 2,095556         | 3,877                | 1102                 | 36,68                      | 595,74                         | 632,42                               |
|                             | 3              | 2,198333         | 5,383                | 1143                 | 50,93                      | 624,96                         | 675,89                               |
|                             | 4              | 2,183056         | 4,917                | 1073                 | 46,52                      | 620,62                         | 667,14                               |
|                             | 5              | 1,558056         | 2,505                | 899                  | 23,70                      | 442,94                         | 466,64                               |
|                             | 6              | 2,008333         | 4,36                 | 941                  | 41,25                      | 570,95                         | 612,20                               |
|                             | 7              | 2,066944         | 2,793                | 1111                 | 26,42                      | 587,61                         | 614,03                               |
| 1,4 т                       | 1              | 2,848056         | 6,358                | 1384                 | 63,24                      | 816,28                         | 879,53                               |
|                             | 2              | 2,716667         | 5,432                | 1372                 | 54,03                      | 778,62                         | 832,66                               |
|                             | 3              | 2,728611         | 5,582                | 1377                 | 55,53                      | 782,05                         | 837,57                               |
|                             | 4              | 1,392222         | 2,49                 | 685                  | 24,77                      | 399,02                         | 423,79                               |
|                             | 5              | 2,8675           | 5,248                | 1364                 | 52,20                      | 821,85                         | 874,06                               |

Продовження табл. 3.12

| 1       | 2 | 3        | 4     | 5    | 6      | 7       | 8       |
|---------|---|----------|-------|------|--------|---------|---------|
|         | 6 | 2,013611 | 2,505 | 1218 | 24,92  | 577,12  | 602,04  |
| 1,602 т | 1 | 3,085278 | 6,697 | 1577 | 68,73  | 890,10  | 958,82  |
|         | 2 | 3,338611 | 6,436 | 1588 | 66,05  | 963,18  | 1029,23 |
|         | 3 | 2,998611 | 6,089 | 1522 | 62,49  | 865,10  | 927,58  |
|         | 4 | 2,638889 | 4,043 | 1420 | 41,49  | 761,32  | 802,81  |
|         | 5 | 2,490278 | 4,022 | 1293 | 41,27  | 718,44  | 759,72  |
| 3,0 т   | 1 | 5,758889 | 9,505 | 2995 | 115,59 | 1734,29 | 1849,88 |
|         | 2 | 3,803056 | 7,088 | 1823 | 86,20  | 1145,29 | 1231,49 |
|         | 3 | 4,836111 | 6,577 | 2582 | 79,99  | 1456,39 | 1536,38 |

Таблиця 3.13 – Витрати на транспортування за схемами доставки

| Модель ТЗ                          | Вантажо-підйомність, т | Загальні транспортні витрати, грн |
|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Opel Vivaro L1H1                   | 1,027                  | 4467,51                           |
| Peugeot Boxer L1H1                 | 1,155                  | 4445,27                           |
| Ford Transit Custom                | 1,4                    | 4449,64                           |
| Renault Master L1H1                | 1,6                    | 4478,16                           |
| Mercedes-Benz Sprinter Van 316 Cdi | 3,0                    | 4617,75                           |

Наступним етапом дослідження є визначення витрат, пов'язаних зі зберіганням продукції на складі розподільчого центру та учасників роздрібної мережі. Врахування зазначених витрат є необхідним для комплексної оцінки ефективності функціонування логістичної системи та подальшого визначення оптимального варіанта її організації.

### 3.3 Обчислення складських витрат учасників логістичної системи

Вимірювання складських витрат окремого учасника логістичної системи здійснюється за наступною формулою [13]:

$$B_{\text{скл}j} = Q_j \cdot (13,165 - 2,131 \cdot \ln Q_j) + S_j \cdot (1,85 + 93,35 \cdot S_j^{-0,839}), \quad (3.4)$$

де  $Q_j$  – обсяг вантажу, що зберігається на складі  $j$ -го учасника логістичної системи, т;

$S_j$  – потрібна площа складу  $j$ -го учасника для зберігання матеріального потоку,  $\text{м}^2$ ;

$k_3$  – калібрувальний коефіцієнт.

Компоненту  $S_j$  визначаємо за залежністю [13]:

$$S_j = \frac{Q_{mj}}{\delta_{\text{ср}j} h_j a_j}, \quad (3.5)$$

де  $Q_{mj}$  – максимальний обсяг збереження матеріального потоку на складі в  $j$ -го учасника розподільчої системи, т;

$\delta_{\text{ср}j}$  – середнє навантаження на  $1 \text{ м}^2$  площі складу,  $\text{т}/\text{м}^2$ ;

$h_j$  – висота укладки запасу, м;

$a_j$  – коефіцієнт використання площі складу.

У розрахунках потрібної площі складу учасників роздрібно́ї мережі приймаються наступні значення показників:  $\delta_{\text{ср}j} = 0,26 \text{ т}/\text{м}^2$ ;  $h_j = 1,7 \text{ м}$ ;  $a_j = 0,36$ .

Потреба в складській площі для першого учасника роздрібно́ї мережі складає:

$$S_1 = \frac{0,025}{0,26 \cdot 1,7 \cdot 0,36} = 0,16 \text{ м}^2$$

У результаті розрахунків встановлено, що складські витрати першого учасника становлять:

$$B_{\text{скл1}} = 0,025 \cdot (13,165 - 2,131 \cdot \ln(0,025)) + 0,16 \cdot (1,85 + 93,35 \cdot 0,16^{-0,839}) = 83,16 \text{ грн.}$$

Аналогічним чином проведено розрахунки для інших учасників мережі, а результати зведено в табл. 3.14.

Таблиця 3.14 – Складські витрати учасників роздрібної мережі

| Учасники РМ | Обсяг поставки,<br>кг | Потрібна площа<br>для зберігання,<br>м <sup>2</sup> | Змінні витрати,<br>грн. | Постійні<br>витрати, грн. | Витрати на<br>зберігання<br>вантажу, грн |
|-------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------------------|
| 1           | 2                     | 3                                                   | 4                       | 5                         | 6                                        |
| 1           | 25                    | 0,16                                                | 13,36                   | 69,79                     | 83,16                                    |
| 2           | 167                   | 1,05                                                | 13,80                   | 96,03                     | 109,83                                   |
| 3           | 109                   | 0,69                                                | 13,68                   | 89,21                     | 102,89                                   |
| 4           | 84                    | 0,53                                                | 13,61                   | 85,26                     | 98,87                                    |
| 5           | 75                    | 0,48                                                | 13,58                   | 83,83                     | 97,41                                    |
| 6           | 220                   | 1,39                                                | 13,87                   | 101,00                    | 114,88                                   |
| 7           | 65                    | 0,41                                                | 13,54                   | 81,63                     | 95,17                                    |
| 8           | 140                   | 0,88                                                | 13,75                   | 93,08                     | 106,83                                   |
| 9           | 245                   | 1,54                                                | 13,90                   | 102,92                    | 116,82                                   |
| 10          | 68                    | 0,43                                                | 13,55                   | 82,29                     | 95,84                                    |
| 11          | 172                   | 1,09                                                | 13,81                   | 96,67                     | 110,48                                   |
| 12          | 47                    | 0,30                                                | 13,47                   | 77,46                     | 90,93                                    |
| 13          | 91                    | 0,58                                                | 13,63                   | 86,58                     | 100,21                                   |
| 14          | 194                   | 1,22                                                | 13,84                   | 98,64                     | 112,49                                   |
| 15          | 63                    | 0,40                                                | 13,54                   | 81,29                     | 94,82                                    |
| 16          | 17                    | 0,11                                                | 13,31                   | 65,63                     | 78,95                                    |
| 17          | 134                   | 0,85                                                | 13,74                   | 92,51                     | 106,25                                   |
| 18          | 55                    | 0,35                                                | 13,50                   | 79,48                     | 92,99                                    |
| 19          | 38                    | 0,24                                                | 13,43                   | 74,63                     | 88,06                                    |
| 20          | 82                    | 0,52                                                | 13,60                   | 84,98                     | 98,59                                    |
| 21          | 60                    | 0,38                                                | 13,52                   | 80,59                     | 94,11                                    |

Продовження табл. 3.14

| 1     | 2    | 3     | 4      | 5       | 6       |
|-------|------|-------|--------|---------|---------|
| 22    | 180  | 1,14  | 13,82  | 97,45   | 111,27  |
| 23    | 37   | 0,24  | 13,42  | 74,63   | 88,06   |
| 24    | 329  | 2,07  | 13,94  | 108,78  | 122,72  |
| 25    | 73   | 0,46  | 13,57  | 83,23   | 96,80   |
| 26    | 86   | 0,55  | 13,61  | 85,80   | 99,42   |
| 27    | 359  | 2,26  | 13,95  | 110,63  | 124,57  |
| 28    | 32   | 0,21  | 13,40  | 73,00   | 86,40   |
| 29    | 54   | 0,34  | 13,50  | 79,10   | 92,60   |
| 30    | 25   | 0,16  | 13,36  | 69,79   | 83,16   |
| 31    | 237  | 1,49  | 13,89  | 102,30  | 116,19  |
| 32    | 89   | 0,56  | 13,62  | 86,07   | 99,69   |
| 33    | 200  | 1,26  | 13,85  | 99,22   | 113,07  |
| 34    | 93   | 0,59  | 13,64  | 86,84   | 100,47  |
| 35    | 84   | 0,53  | 13,61  | 85,26   | 98,87   |
| 36    | 216  | 1,36  | 13,87  | 100,60  | 114,47  |
| 37    | 31   | 0,20  | 13,39  | 72,41   | 85,81   |
| 38    | 107  | 0,68  | 13,67  | 88,99   | 102,66  |
| 39    | 448  | 2,82  | 13,93  | 115,52  | 129,46  |
| 40    | 97   | 0,61  | 13,65  | 87,34   | 100,98  |
| 41    | 88   | 0,56  | 13,62  | 86,07   | 99,69   |
| 42    | 125  | 0,79  | 13,72  | 91,34   | 105,05  |
| 43    | 45   | 0,29  | 13,46  | 77,02   | 90,48   |
| 44    | 63   | 0,40  | 13,54  | 81,29   | 94,82   |
| 45    | 177  | 1,12  | 13,82  | 97,14   | 110,96  |
| 46    | 50   | 0,32  | 13,48  | 78,30   | 91,78   |
| 47    | 49   | 0,31  | 13,48  | 77,88   | 91,36   |
| 48    | 319  | 2,01  | 13,94  | 108,17  | 122,12  |
| 49    | 236  | 1,49  | 13,89  | 102,30  | 116,19  |
| 50    | 97   | 0,61  | 13,65  | 87,34   | 100,98  |
| 51    | 91   | 0,58  | 13,63  | 86,58   | 100,21  |
| 52    | 105  | 0,66  | 13,67  | 88,53   | 102,20  |
| 53    | 158  | 1,00  | 13,79  | 95,20   | 108,99  |
| 54    | 139  | 0,88  | 13,75  | 93,08   | 106,83  |
| 55    | 42   | 0,27  | 13,45  | 76,11   | 89,56   |
| 56    | 101  | 0,64  | 13,66  | 88,06   | 101,72  |
| 57    | 87   | 0,55  | 13,62  | 85,80   | 99,42   |
| 58    | 230  | 1,45  | 13,89  | 101,79  | 115,67  |
| 59    | 270  | 1,70  | 13,92  | 104,82  | 118,74  |
| Разом | 7400 | 46,76 | 805,74 | 5217,26 | 6023,01 |

Для визначення раціонального простору в розподільчому центрі, де зберігатиметься матеріальний потік, проведено обчислення. В ході розрахунку прийнято наступні значення змінних:  $\delta_{срj} = 35 \text{ т/м}^2$ ;  $h_j = 2,4 \text{ м}$ ;  $a_j = 0,41$ . Необхідна площа складає:

$$S_{\text{скл}} = \frac{7,4}{0,35 \cdot 2,4 \cdot 0,41} = 21,49 \text{ м}^2.$$

Витрати на складування в РЦ складають:

$$B_{\text{скл1}} = 7,4 \cdot (13,165 - 2,131 \cdot \ln(7,4)) \cdot 6,17 + 21,49 \cdot (1,85 + 93,35 \cdot 21,49^{-0,839}) = 258,58 \text{ грн.}$$

### 3.4 Обчислення логістичних витрат

Вибір раціональної моделі транспортного обслуговування логістичної системи здійснюється з урахуванням критерію мінімізації сукупних логістичних витрат. При цьому оцінюються всі основні складові витрат, пов'язані з рухом і зберіганням матеріального потоку, зокрема витрати на його зберігання в розподільчому центрі ( $B_{\text{РЦ}}$ ), витрати на утримання запасів у торговельних точках роздрібної мережі ( $B_{\text{РМ}}$ ), а також витрати на транспортування вантажів ( $B_{\text{ТР}}$ ). Саме мінімізація сукупності зазначених витрат є підґрунтям для визначення найбільш ефективного варіанта організації доставки.

Логістичні витрати визначаються шляхом обчислення суми показників:

$$B_{\text{ЛС}} = B_{\text{ТР}} + B_{\text{РМ}} + B_{\text{РЦ}}. \quad (3.5)$$

Таким чином для першої системи маршрутів рівень логістичних витрат складає:

$$V_{\text{лс}} = 4467,51 + 6023,01 + 258,58 = 6754,59 \text{ грн.}$$

Аналогічним чином розраховано рівень витрат за іншими системами маршрутів і зведено до табл. 3.15.

Таблиця 3.15 – Логістичні витрати за схемами доставки

| Модель ТЗ                          | Вантажопідйомність, т | Загальні транспортні витрати, грн. | Витрати на складування учасників РМ, грн. | Складські витрати РЦ, грн. | Загальні логістичні витрати, грн. |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Opel Vivaro L1H1                   | 1,027                 | 4467,51                            | 6023,01                                   | 258,58                     | 10749,1                           |
| Peugeot Boxer L1H1                 | 1,155                 | 4445,27                            | 6023,01                                   | 258,58                     | 10726,27                          |
| Ford Transit Custom                | 1,4                   | 4449,64                            | 6023,01                                   | 258,58                     | 10731,23                          |
| Renault Master L1H1                | 1,6                   | 4478,16                            | 6023,01                                   | 258,58                     | 10759,75                          |
| Mercedes-Benz Sprinter Van 316 Cdi | 3,0                   | 4617,75                            | 6023,01                                   | 258,58                     | 10899,34                          |

На підставі проведених розрахунків побудовано діаграму динаміки логістичних витрат, яка дає змогу наочно проаналізувати характер їх варіювання та визначити найбільш економічно ефективний варіант функціонування логістичної системи (рис. 3.6).

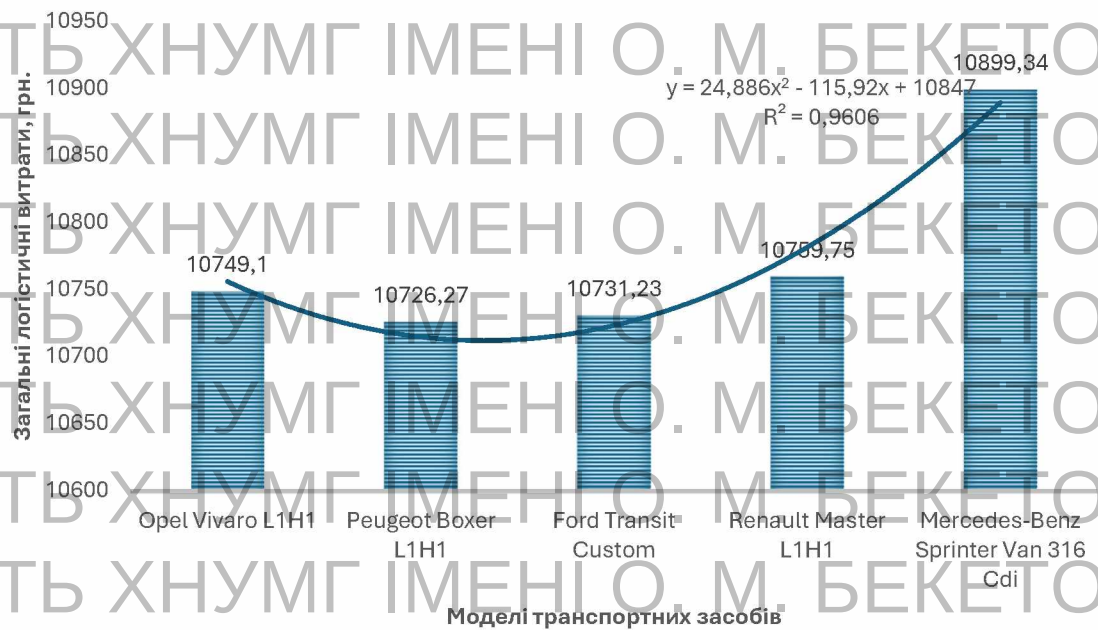


Рисунок 3.6 – Рівень логістичних витрат в залежності від експлуатованої моделі ТЗ (системи маршрутів)

Спираючись на графік (рис. 3.6) можна визначити рівень загальних логістичних витрат для різних моделей транспортних засобів показав, що найменше значення витрат досягається при експлуатації автомобіля Peugeot Boxer L1H1 вантажопідйомністю 1155 і становить 10726,27 грн. Дещо вищі витрати для Ford Transit Custom – 10731,23 грн. Найбільший рівень логістичних витрат передбачається при використанні Mercedes-Benz Sprinter Van 316 Cdi – 10899,34 грн. Отримані результати свідчать, що збільшення вантажопідйомності автомобіля не забезпечує зниження сукупних витрат через недостатній рівень завантаження транспортного засобу та зростання експлуатаційних витрат.

### 3.5 Висновки по розділу

1. З метою визначення оптимального транспортного засобу та раціональної схеми розподілу вантажів за допомогою спеціального програмного забезпечення VRP було проведено моделювання маршрутичних

схем за кожною моделлю вантажного автомобіля, що розглядається в роботі. Результати маршрутизації було зафіксовано в табл. 3.1-10, де зазначені точні час заїзду та виїзду ТЗ, обсяги завантажень і відвантажень, пробіг за рейсами, кількість одержувачів та інші параметри.

2. Змодельовані значення характеристик маршрутних систем стали підґрунтям для розрахунків складських витрат одержувачів продукції, що склали 6023,01 грн., витрат розподільчого центру на зберігання матеріального потоку, що склали 258,58 грн. транспортних витрат за моделями транспортних засобів (табл. 3.15). Далі було визначено загальні логістичні витрати та побудовано діаграму (рис. 3.6), яка дозволяє візуалізувати характер варіювання витрат та визначити найбільш економічно ефективний варіант роботи логістичної системи.

3. Дослідження результатів розрахунку сукупних логістичних витрат свідчить про те, що найбільш економічно доцільним варіантом організації транспортного обслуговування є використання транспортного засобу моделі Peugeot Boxer L1H1 вантажопідйомністю 1155 кг у поєднанні з раціонально сформованою схемою маршрутів розподілу. Застосування зазначеного вантажного автомобіля, хоч і з незначним відривом від інших моделей, забезпечує мінімальний рівень логістичних витрат, які складають 10726,27 грн, що обумовлено відповідністю його технічних характеристик обсягам перевезень бакалійної продукції. Обраний варіант сприяє підвищенню ефективності функціонування логістичної системи, забезпечуючи раціональне використання транспортних ресурсів та зниження загальних витрат на транспортування.

## ВИСНОВКИ

1. Логістична система забезпечує узгоджене управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками, сприяючи підвищенню ефективності діяльності підприємства, раціональному використанню ресурсів і задоволенню потреб споживачів. Важливою перевагою її функціонування є досягнення синергетичного ефекту завдяки взаємодії всіх елементів системи, що зумовлює необхідність застосування системного підходу до управління та вдосконалення логістичних процесів.

2. Проведений аналіз показав, що системний підхід є найбільш ефективним для управління процесами логістики розподілу, оскільки дозволяє комплексно враховувати взаємозв'язки між окремими логістичними функціями. Підвищенню ефективності сприяє використання сучасних логістичних концепцій RP, JIT, Lean Production, а також економіко-математичних методів, зокрема лінійного програмування, моделювання, ABC-та XYZ-аналізу, методу центру ваги, маршрутизації перевезень і вибору рухомого складу. Оцінювання результативності логістичної системи доцільно здійснювати комплексно з використанням KPI, враховуючи рівень логістичних витрат, якість обслуговування споживачів і досягнення стратегічних цілей підприємства.

3. У ході дослідження проаналізовано елементи системи розподілу, призначеної для доставки 7400 кг товарної продукції на добу. На основі координат розподільчого центру та пунктів приймання вантажу, визначених за допомогою засобів супутникової навігації, побудовано транспортну мережу у вигляді графа, що стала основою для проектування маршрутів перевезень. З урахуванням особливостей бакалійної продукції та відносно невеликих обсягів поставок до торговельних точок рекомендовано використання вантажних автомобілів вантажопідйомністю до 5 тонн. Для підвищення

ефективності доставки та раціоналізації руху матеріального потоку обґрунтовано доцільність застосування системи розвізних маршрутів.

4. З метою вибору оптимального транспортного засобу та раціональної схеми доставки за допомогою програмного забезпечення VRP було виконано моделювання маршрутів для всіх розглянутих моделей транспортних засобів. Отримані параметри маршрутних систем стали основою для розрахунку складських витрат одержувачів продукції, що дорівнюють 6023,01 грн., витрат на зберігання в розподільчому центрі, що дорівнюють 258,58 грн., а також транспортних витрат за кожною моделлю транспортного засобу. На основі цих даних визначено загальні логістичні витрати та побудовано діаграму їх зміни. Результати розрахунків показали, що найбільш економічно ефективним варіантом є використання автомобіля моделі Peugeot Boxer L1H1 вантажопідйомністю 1155 кг у поєднанні з раціональною сформованою системою маршрутів. Такий варіант забезпечує мінімальний рівень сукупних логістичних витрат, а саме 10726,27 грн., що обумовлено відповідністю технічних характеристик транспортного засобу обсягам перевезень продукції категорії «бакалія» та ефективним використанням транспортних ресурсів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лючков Д. С., Шульдінер Ю. В. Управління логістичними системами: конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ. 2024. 55 с.
2. Біліченко В. В., Буренніков Ю. Ю., Романюк С. О. Основи логістики: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2017. 129 с.
3. Матвієнко-Біляєва, Г. Л. Логістична система підприємства. *Інфраструктура ринку*. 2020. №41. С. 108-111.
4. Окландер М. Логістика: підручник. Центр учбової літератури. 2023. 346 с.
5. Матвієнко-Біляєва Г. Л., Ляліна Н. С., Котельникова Ю. М. Основні напрями розвитку логістики підприємства та її основні концепції. *Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2019. № 24, частина 2. С. 119-125.
6. Ваховська М. Ю. Логістичні потоки: визначення, особливості, параметри. *Вісник національного університету «Львівська політехніка»*. 2008. № 623. С. 22-28.
7. Сумець О. М., Кононов І. О., Огієнко О. С., Телепнева В. А., Яновська В. А. Виробнича логістика : навчальний посібник. 2021. 120 с.
8. Straka M. Distribution and supply logistics. *Cambridge Scholars Publishing*. 2019. 598 p.
9. Михаліцька Н. Я., Верескля М. Р. Логістичний менеджмент: навчальний посібник. 2020. 429 с.
10. Близнюк А. О., Кудрявцева О. В. Використання логістичних методів управління транспортно-експедиторськими процесами. *Економіка та суспільство*. 2023. №56. С. 1-5.
11. Безугла, Л. С., Юрченко, Н. І., Ільченко, Т. В., Пальчик, І. М., Воловик, Д. В. Логістика: навчальний посібник. 2021. 252 с.

12. Птиця Н. В., Абрамова О. С. Методи аналізу та прогнозування ефективності функціонування логістичних систем. *Сучасне автомобілебудування, транспорт і дорожня інфраструктура*. 2025. С. 401-403.

13. Куш Є. І., Скрипін В. С. Формування цільової функції оптимізації витрат логістичного процесу. Збірник наукових праць українського державного університету залізничного транспорту. Харків: УкрДУЗТ, 2016. Вип. 165. С. 49-59.