

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний  
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»  
(повне найменування кафедри )

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)  
магістра  
(ступінь вищої освіти)

на тему  
**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ І ДОСТАВКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ  
ТОВ «ТОРУС-БУД»**

Виконав: студент(ка) II курсу, групи T-311м

Спеціальності 275 Транспортні технології (на  
автомобільному транспорті)  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)  
Транспортні технології (на автомобільному  
транспорті)

  
Анастасія ДОНЧЕНКО  
(ім'я та прізвище)

Керівник   
Лариса ВАСИЛЬЄВА  
(ім'я та прізвище)

Рецензент   
Ольга ДУДАРЕНКО  
(ім'я та прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут, факультет машинобудівний, транспортний  
Кафедра «Транспортні технології»  
Ступінь вищої освіти магістр  
Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)  
Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

 «Транспортні технології»  
проф. Сергій ТУРПАК  
«20» 09 2022 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА (КИ)**

Донченко Анастасії Павлівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності технологічного процесу вантажопереробки і доставки будівельних матеріалів ТОВ «Торус-Буд»  
керівник проєкту (роботи) Васильєва Лариса Олексіївна, к.т.н.,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» жовтня 2022 року № 352

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 12.12.2022 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Вантажопотоки будівельних матеріалів.  
2. Існуючий транспортно-технологічний процес вантажопереробки на складському комплексі та доставки клієнтам будівельних матеріалів компанії «Торус-буд».  
3. Техніко-економічні показники існуючого технологічного процесу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Розробка проєктної технології й організації процесу переробки й доставки будівельних матеріалів. 2.2 Статистична обробка даних вихідних вантажопотоків. 2.3 Розрахунок проєктних вантажопотоків. 2.4 Вибір транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу доставки вантажів. 2.5 Розрахунок кількості транспортної тари для організації доставки будівельних матеріалів. 2.6 Забезпечення технічної оснащеності вантажних фронтів складського комплексу «Торус-Буд». 2.7 Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій. 2.8 Розрахунок параметрів критого складу для зберігання будівельних матеріалів. 2.9 Організація перевезень будівельних матеріалів компанії «Торус-Буд». 2.10 Розробка графіків роботи транспортних засобів 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Презентація графічного матеріалу з основними результатами магістерської роботи

## 6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

| Розділ                                            | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                        |                                                                                     |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   |                                           | завдання видав                                                                      | прийняв виконане завдання                                                           |
| Аналітична частина                                | Васильєва Л. О., доцент                   |  |  |
| Основна частина                                   | Васильєва Л. О., доцент                   |  |  |
| Економічна частина                                | Харченко Т. В., ст. викладач              |  |  |
| Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | Лазуткін М. І., доцент                    |  |  |

7. Дата видачі завдання « 20 » вересня 2022 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту (роботи) | Строк виконання етапів проєкту (роботи ) | Примітка |
|-------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------|
| 1     | Аналітична частина                       | 25.10-07.11.2022                         |          |
| 2     | Основна частина                          | 08.11-27.11.2022                         |          |
| 3     | Економічна частина                       | 28.11-05.12.2022                         |          |
| 4     | Охорона праці                            | 06.12-10.12.2022                         |          |
| 5     | Оформлення МР                            | 11.12-13.12.2022                         |          |
| 6     | Перевірка МР на плагіат                  | 14.12-18.12.2022                         |          |
| 7     | Отримання зовнішніх рецензій             | 14.12-16.12.2022                         |          |
| 8     | Захист магістерських робіт               | 19.12-23.12.2022                         |          |

Студент(ка)

  
(підпис)

Анастасія ДОНЧЕНКО

(ім'я та прізвище)

Керівник проєкту

  
(підпис)

Лариса ВАСИЛЬЄВА

(ім'я та прізвище)

## РЕФЕРАТ

ПЗ: 113 с., 39 табл., 28 рис., 32 джерела посилань, 3 додатки.

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВАНТАЖНИЙ ФРОНТ, ВАНТАЖОПОТОКИ, ГРАФІК, ДОСТАВКА, МАРШРУТ, ОХОРОНА ПРАЦІ, СКЛАДСЬКИЙ КОМПЛЕКС, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ

Об'єктом дослідження є існуючий технологічний процес транспортно-складського обслуговування при перевезенні будівельних матеріалів транспортними пакетами компанії «Торус-Буд».

Мета дослідження – удосконалення технологічного процесу транспортно-складського обслуговування при перевезенні будівельних матеріалів транспортними пакетами з метою зниження загальних логістичних витрат.

Методи дослідження – графічний, аналітичний, математичної статистики, імовірнісний, найкоротшої єднальної мережі.

Завданням дослідження є підвищення ефективності технологічного процесу вантажопереробки і доставки будівельних матеріалів ТОВ «Торус-Буд».

В роботі виконані основні технологічні розрахунки з організації технологічного процесу вантажопереробки і доставки будівельних сумішей транспортними пакетами при обслуговуванні клієнтів компанії «Торус-Буд». Виконано економічне обґрунтування проєктних рішень, а також запропоновані заходи щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при організації транспортно-складського обслуговування технологічного процесу доставки будівельних матеріалів транспортними пакетами.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                 | с. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Завдання на проектування.....                                                                                                   | 2  |
| Реферат.....                                                                                                                    | 4  |
| Вступ.....                                                                                                                      | 8  |
| 1 Аналітична частина.....                                                                                                       | 9  |
| 1.1 Загальна характеристика підприємства ТОВ «Торус-Буд».....                                                                   | 9  |
| 1.2 Характеристика будівельних матеріалів.....                                                                                  | 11 |
| 1.3 Організація зберігання й транспортування будівельних матеріалів..                                                           | 12 |
| 1.4 Дослідження вантажопотоків будівельних матеріалів.....                                                                      | 13 |
| 1.5 Характеристика засобів зберігання і транспортування продукції....                                                           | 16 |
| 1.5.1 Загальна характеристика складського комплексу ТОВ «Торус-Буд».....                                                        | 16 |
| 1.5.2 Характеристика парку рухомого складу підприємства.....                                                                    | 17 |
| 1.6 Аналіз існуючої технології вантажопереробки й доставки будівельних матеріалів споживачам.....                               | 20 |
| 1.7 Висновки за результатами дослідження й постановка задач магістерської роботи.....                                           | 23 |
| 2 Основна частина.....                                                                                                          | 25 |
| 2.1 Розробка проектної технології й організації процесу переробки й доставки будівельних матеріалів.....                        | 25 |
| 2.2 Статистична обробка даних вихідних вантажопотоків продукції в транспортних пакетах.....                                     | 27 |
| 2.3 Розрахунок проектних вантажопотоків.....                                                                                    | 35 |
| 2.4 Вибір транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу доставки вантажів і розрахунок норм їхнього завантаження | 40 |
| 2.5 Розрахунок кількості транспортної тари для організації доставки будівельних матеріалів споживачам.....                      | 47 |
| 2.6 Забезпечення технічної оснащеності вантажних фронтів складсько-                                                             |    |

|       |                                                                                                                                  |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|       | го комплексу «Торус-Буд».....                                                                                                    | 49 |
| 2.7   | Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій.....                                                                          | 53 |
| 2.8   | Розрахунок параметрів критого складу для зберігання будівельних матеріалів в транспортних пакетах.....                           | 56 |
| 2.9   | Організація перевезень будівельних матеріалів компанії «Торус-Буд» в транспортних пакетах.....                                   | 60 |
| 2.9.1 | Розробка й розрахунок маршрутів перевезення будівельних матеріалів з підприємств-виробників на склад ТОВ «Торус-Буд».....        | 60 |
| 2.9.2 | Розробка маршрутів доставки будівельних матеріалів транспортними пакетами зі складського комплексу ТОВ «Торус-Буд» клієнтам..... | 63 |
| 2.9.3 | Розрахунок маршрутів доставки будівельних матеріалів зі складу ТОВ «Торус-Буд» клієнтам.....                                     | 73 |
| 2.10  | Розробка графіків роботи транспортних засобів.....                                                                               | 75 |
| 3     | Економічна частина.....                                                                                                          | 80 |
| 3.1   | Вихідні дані для розрахунку.....                                                                                                 | 80 |
| 3.2   | Розрахунок додаткових капітальних вкладень.....                                                                                  | 81 |
| 3.3   | Розрахунок річних експлуатаційних витрат.....                                                                                    | 83 |
| 3.3.1 | Розрахунок річних експлуатаційних витрат на складську переробку будівельних матеріалів в транспортних пакетах.....               | 83 |
| 3.3.2 | Розрахунок експлуатаційних витрат на організацію перевезень будівельних матеріалів.....                                          | 88 |
| 3.4   | Розрахунок річної економії експлуатаційних витрат.....                                                                           | 93 |
| 3.5   | Розрахунок дисконтованого доходу й строку окупності пропозицій                                                                   | 94 |
| 4     | Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.....                                                                            | 96 |
| 4.1   | Аналіз потенційних небезпек.....                                                                                                 | 96 |
| 4.2   | Заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії та гігієни праці.....                                                       | 97 |
| 4.3   | Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....                                                                                     | 98 |
| 4.3.1 | Заходи з пожежної безпеки.....                                                                                                   | 98 |

|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.2 Заходи з цивільного захисту.....                                                                                            | 99  |
| Висновки.....                                                                                                                     | 100 |
| Перелік джерел посилань.....                                                                                                      | 102 |
| Додаток А Вантажопотоки по відвантаженню будівельних матеріалів в транспортних пакетах клієнтам.....                              | 106 |
| Додаток Б Матриця відстаней між вантажними пунктами.....                                                                          | 110 |
| Додаток В Рекомендації щодо забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов праці при роботі на персональному комп'ютері..... | 111 |

## ВСТУП

На цей час Україна опинилася через війну у дуже складній ситуації, по всій території – значні руйнування інфраструктури. Але, не дивлячись на те, що війна триває, будівельна галузь поступово відновлює роботу. Попри ризики та складнощі, оживає все більше будівельних майданчиків. Наприклад, якщо у квітні роботи велись на 160 житлових комплексах, то на початок травня їх було майже 430 по всій Україні. Й ця цифра зростає. Крім того, дуже багато іншої нерухомості, яка потребує відновлення та відбудування.

На сьогодні дуже важко з постачанням певних категорій будівельної продукції. Серед причин: виробництва зазнали суттєвих пошкоджень або зруйновані, є такі, що перебувають на окупованих територіях, виникають проблеми із постачанням з-за кордону, проблеми із сировиною тощо.

Незважаючи на ситуацію, на цей час попит на будівельну продукцію у вітчизняного споживача зростає. Річ у тому, що достатньо велике кількість населення оговталася від страхів перших місяців війни, та продовжує жити далі у сучасних реаліях, і роблять ремонти у своїх будинках, квартирах або дачних будиночках. Саме тому вони часто звертаються до підприємств торгівлі будівельними матеріалами. З іншого боку, є фізичні чи юридичні особи, які продовжують займаються будівництвом житлових і нежитлових приміщень різного призначення.

Для таких споживачів у Запоріжжі існує доволі розвинута мережа рітейлу будівельних матеріалів, а компанія «Торус-Буд» займає значну частку у своєму сегменті, тому що здійснюють продаж та доставку якісних товарів, вчасно здійснюють комунікацію, дистрибуцію та генерують продаж продукції своїх партнерів, як вітчизняних, так і закордонних. Саме для підвищення ефективності технологічного процесу вантажопереробки і доставки будівельних матеріалів компанії «Торус-Буд» виконується дослідження в магістерській роботі.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Загальна характеристика підприємства ТОВ «Торус-Буд»

Компанія «Торус-Буд» пропонує будівельні й оздоблювальні матеріали провідних виробників України, ближнього й далекого зарубіжжя. Основний вид діяльності – дистрибуція будівельних матеріалів в м. Запоріжжя і на сході України. Компанія постійно працює над удосконаленням асортименту товарів і постійно проводить моніторинг з метою виявлення найбільш високоякісних товарів [1].

ТОВ «Торус-Буд» є ексклюзивним дилером і представником у Запорізькому регіоні продукції таких виробників будівельних матеріалів:

- виробники цементу: ПрАТ «Кривий Ріг Цемент», ТОВ «Січеславський цементний завод» (м. Дніпро);
- виробники силікатної цегли, черепиці: ТОВ «Дніпровський завод будівельних матеріалів» (м. Дніпро);
- сухих будівельних сумішей торговельних марок: «Кнауф» (м. Київ); ТОВ «BUDMAJSTER» (м. Павлоград); «Альфапол» (м. Дніпро), а також закордонних виробників, таких як «KREISEL», «ABS», «PLATO».

Центральний офіс компанії розташований на вул. Південне шосе, буд. 1, а базовий склад компанії – за адресою вул. Базова, буд. 1г.



Рисунок 1.1 – Логотип компанії ТОВ «Торус-Буд»



Рисунок 1.2 – Логотипи торгових марок, продукція яких представлена в асортименті товарів компанії «Торус-Буд»

Склад має під'їзну залізничну колію, що з'єднує його зі станцією Запоріжжя Вантажне. Вагонами ТОВ «Торус-Буд» приймає цеглу, цемент, гіпсокартон, сухі будівельні суміші. ДВП й ОСБ ідуть через митницю, тому що їх постачають закордонні виробники.

Компанія ТОВ «Торус-Буд» забезпечує доставку всіх видів будівельних матеріалів, як по місту, так і за його межами. Доставка вантажів компанії виконується як власними транспортними засобами, так й орендованими.

Загальне керівництво й контроль за діяльністю ТОВ «Торус-Буд» покладено на директора, у якого є заступники: фінансовий, комерційний, виконавчий, з маркетингу.

До складу компанії входять також керівники таких напрямків: «Цегла»; «Цемент»; «Сухі будівельні суміші»; «Лісоматеріали й пиломатеріали»; «Лакофарбові вироби»; «Покрівля»; «Ізоляція».

Маркетингова служба на підприємстві регулює збут товарів та безпосередньо керує виробничою програмою підприємства залежно від конкретних вимог споживача.

Після надходження товару на склад, проводяться операції по його перевірці, прийому по якості й кількості.

У відділ продажу надходить замовлення на певну дату й на певну кількість необхідного матеріалу. З відділу продажу заявка надходить у відповідний напрямок, звідки інформація йде в транспортний відділ. У свою чергу логіст компанії зобов'язаний забезпечити постачальників необхідною кількістю рухомого складу.

Транспорт повинен відповідати характеристикам даного вантажу. Рухомий склад може бути як власний, так і орендований, але власний транспорт повинен бути задіяний у першу чергу. Заявки на доставку вантажу приймаються щодня до 16.00. Після одержання заявок відбувається пошук і розподіл рухомого складу, формування маршрутів, визначення обсягів робіт.

## **1.2 Характеристика будівельних матеріалів**

ТОВ «Торус-Буд» пропонує будівельні й оздоблювальні матеріали провідних виробників України, ближнього зарубіжжя і європейських виробників. Всі асортименти будівельних матеріалів, які пропонує компанія, поділяються на кілька груп [1]: загально-будівельні матеріали; оздоблювальні матеріали; сухе будівництво; лакофарбова продукція; металовироби; покрівельні матеріали; пиломатеріали; будівельний інструмент.

Крім названої продукції, компанія поставляє замовникам більше 500 найменувань будівельного інструмента й господарського інвентарю.

У даній роботі необхідно дослідити технологію й організацію транспортно-го обслуговування клієнтів при переробці й перевезенні вантажів сухого будівництва. У зв'язку із цим, розглянемо основні властивості й характеристики даної категорії будівельних матеріалів.

Значна частина будівельних матеріалів ставиться до неорганічних в'язких речовин. Це порошкоподібні матеріали, які при змішуванні з водою утворюють

пластично-в'язку масу, яка згодом здатна самостійно твердіти внаслідок фізико-хімічних процесів. Цю властивість в'язких речовин використовують для виготовлення бетонів, силікатної цегли, азбестоцементних й інших штучних матеріалів, а також будівельних штукатурних і спеціальних розчинів. До в'язких матеріалів, що реалізує підприємство, ставляться: гіпс, шпаклівка, цемент. Підприємство реалізує керамічну та силікатну цеглу.

Підприємство також реалізує намівний пісок у фасованому виді для будівельних потреб.

### **1.3 Нормативні вимоги до зберігання й транспортування будівельних матеріалів**

Весь будівельний матеріал розміщується й зберігається на складському комплексі на відкритому майданчику або в критому складі. Вантажі, що не бояться атмосферних опадів (шифер, цегла тощо) перебувають на відкритій площадці. Такі вантажі, як вантажі сухого будівництва (будівельні суміші, цемент тощо), пластик, мінеральна вата розміщуються в стелажах у критому складі.

Для зручності роботи з розміщення товарів у місцях зберігання при надходженні на склад, а також для швидкого пошуку при видачі зі складу, проводиться кодування місць зберігання.

При транспортуванні й зберіганні *гіпсові* матеріали повинні бути захищені від зволоження й забруднення. Вимоги до транспортування і зберігання викладені в нормативних документах [2,3]. *Цемент* підприємство отримує в упакуванні або без нього. При перевезенні цементу без тари – застосовують спеціалізовані транспортні засоби. При перевезенні та зберіганні у запакованому виді – дотримуються вимог, викладених в [4]. При розміщенні й зберіганні *лісоматеріалів і пиломатеріалів* виконуються нормативні вимоги згідно [5,6]. Зберігання цегли та шиферу – на відкритому майданчику складського комплексу за вимогами [7,8].

#### **1.4 Дослідження вантажопотоків будівельних матеріалів**

Вантаж доставляється на підприємство двома видами транспорту: залізничним й автомобільним. Доставка будівельних матеріалів виконується власним рухомим складом або орендованим, але власний повинен бути задіяний у першу чергу. Доставку виконують або через склад підприємства або транзитом від постачальника клієнтові.

Доставка вантажів виконується тільки за заявками. Є постійні постачальники й постійні клієнти, але виконуються доставки й за заявками.

Поставка продукції з підприємства-виробників на ТОВ «Торус-Буд» відбувається залізничним й автомобільним транспортом.

Сезон для перевезення будівельних матеріалів з 1 квітня по 1 січня.

У січні вантажопотоки становлять 15...20% від сезонних вантажопотоків; у лютому – 50...60%; у березні – 60...70%. Основними споживачами продукції є будівельні компанії й торговельна мережа Запоріжжя.

Постачальниками, з якими укладені довгострокові договори на поставку будівельних матеріалів, є такі:

1. Цемент: «Кривий Ріг Цемент»; «Січеславський цементний завод».
2. Шифер надходить із Балаклеї.
3. Черепиця надходить із Дніпра.
5. Цеглу силікатну поставляють Дніпровський і Запорізький заводи силікатної цегли.
6. Сухі будівельні суміші: м. Дніпро – ТМ «Альфапол»; м. Київ – ТМ «Кнауф»; м. Павлоград – ТМ «BUDMAJSTER», будівельні суміші закордонних виробників, таких як «KREISEL», «ABS», «PLATO», надходять через морські порти з подальшою доставкою у Запоріжжя.
7. Гіпсокартон: м. Київ – ТМ «Кнауф».

Крім вітчизняних виробників, компанія укладає зовнішньоторговельні контракти на поставку імпортої продукції для будівництва із закордонними поставальниками.

В даній роботі досліджуються питання вдосконалення транспортного обслуговування клієнтів під час перевезення будівельних матеріалів. До розробки заходів щодо поліпшення доставки будемо брати тільки вантажі, які перевозяться транспортними пакетами (на піддонах або пачками).

Вантажі зі складу ТОВ «Торус-Буд» доставляються споживачам, як транспортними засобами компанії, так і транспортними засобами споживача. Проектні пропозиції стосуються тільки вантажів, які перевозяться в централізованому порядку (транспортном компанії).

Цегла завозиться автопоїздами із Дніпра. Весь завезений обсяг цегли реалізується клієнтам компанії.

Пісок завозиться орендованими автомобілями-самоскидами із Запорізького річкового порту. Частина піску йде на виробництво бетонних розчинів, а частина - фасується в мішки й пакети під торговельною маркою «Градоліт» для подальшої реалізації споживачам.

Цемент надходить цементовозами автомобільним або залізничним транспортом. На підприємстві цемент використовується для виробництва бетонних розчинів. Частина завезеного цементу розфасовується в споживче впакування для подальшої реалізації під торговельною маркою «Градоліт».

Сухі будівельні суміші завозяться орендованими автопоїздами з підприємств – виробників.

Крім того, сухі будівельні суміші закордонних виробників, завозяться транспортом підприємства із Запорізького річкового порту.

Дані по вантажопотоках завезення будівельних матеріалів на склад «Торус-Буд» для подальшої переробки й реалізації наведені в табл. 1.1.

Дані по вантажопотоках вивезення будівельних матеріалів клієнтам компанії «Торус-Буд» наведені в табл. 1.2. У таблиці не зазначена кількість матеріалу, що йде на власне виробництво (цемент, пісок).

Таблиця 1.1 - Вантажопотоки надходження будівельних матеріалів на склад компанії «Торус-Буд»

| Найменування матеріалу | Звідки надходить | Вид транспорту | Вантажопотік, т/рік |
|------------------------|------------------|----------------|---------------------|
| Цемент                 | Кривий Ріг       | Залізничний    | 28000               |
|                        | Дніпро           | Залізничний    | 19000               |
| Цегла                  | Токмак           | Автомобільний  | 7000                |
|                        | Дніпро           | Залізничний    | 16000               |
| Пісок                  | Річковий порт    | Автомобільний  | 14200               |
| Сухі будівельні суміші | Київ             | Автомобільний  | 4000                |
|                        | Дніпро           | Автомобільний  | 2500                |
|                        | Павлоград        | Автомобільний  | 4000                |
|                        | Річковий порт    | Автомобільний  | 4000                |
| Шифер                  | Балаклея         | Автомобільний  | 2800                |
| Черепиця               | Дніпро           | Автомобільний  | 4200                |
| Загальна кількість     |                  |                | 109200              |

У таблиці 1.2 наведений загальний вантажопотік вивезення будівельних матеріалів і розподіл його за способом доставки (централізована доставка й вивезення будматеріалів транспортом замовника).

Таблиця 1.2 – Вантажопотоки відвантаження пакетованої будівельної продукції зі складу ТОВ «Торус-Буд»

| Найменування вантажу      | Річний вантажопотік, т/рік |                         |                     |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|
|                           | Загальний                  | Централізована доставка | Транспортом клієнта |
| 1. Цегла                  | 23000                      | 22000                   | 1000                |
| 2. Пісок фасований        | 14200                      | 8500                    | 1600                |
| 3. Цемент                 | 28000                      | 13600                   | 14400               |
| 4. Сухі будівельні суміші | 18000                      | 12400                   | 5600                |
| 5. Шифер, черепиця        | 7000                       | 6000                    | 1000                |
| Загальна кількість        | 62200                      | 62500                   | 23600               |

## **1.5 Характеристика засобів зберігання і транспортування продукції**

### **1.5.1 Загальна характеристика складського комплексу ТОВ «Торус-Буд»**

Будівельні матеріали завозяться на склад підприємства двома видами транспорту: залізничним й автомобільним. Залізничним транспортом, у вагонах вантажопідйомністю 64-68 т на склад у повному обсязі надходять: цемент; гіпсокартон; ДВП, OSB.

Інші вантажі надходять як залізничним, так й автомобільним транспортом від різних постачальників.

Критий склад ТОВ «Торус-Буд» оснащений кран-балкою й навантажувачами. Склад має під'їзну колію, що з'єднує його зі станцією Запоріжжя Вантажне. Розвантаження вагонів здійснюється в критий склад, обладнаному залізничною рампою.

Цегла вивантажується з піввагонів кран-балкою. Всі інші види будівельних матеріалів надходять у критих вагонах і вивантажуються навантажувачами.

Цемент упакований, перевезений у мішках на піддонах, вивантажується навантажувачем, а цемент, перевезений навалом у спеціалізованих вагонах для пілоподібних вантажів, вивантажується на спеціальних площадках під викачку насосом. Такий цемент фасується й формується в пакети на складі.

Вантажно-розвантажувальні роботи при обслуговуванні автомобільного транспорту здійснюється також за допомогою кран-балки, навантажувача або вручну. Кран застосовується в тому випадку, якщо автомобіль не має відкидних бічних бортів, тобто бічне завантаження – розвантаження відсутнє.

Крім критих складів, на базі будівельних матеріалів ТОВ «Торус-Буд» є відкрита площадка, обладнана козловим краном вантажопідйомністю 5 тонн. На відкритій площадці перебувають вантажі відкритого зберігання – цегла, шифер, лісоматеріали. Надходять ці вантажі в піввагонах і бортових автотранспортних засобах. Для організації вантажно-розвантажувальних операцій з такими вантажами кран обладнається спеціальними захватними пристосуваннями.

### 1.5.2 Характеристика парку рухомого складу підприємства

Компанія «Торус-Буд» має в наявності різні автомобілі:

- самоскиди, міксери;
- автопоїзда в складі тягача й напівпричепа;
- вантажні автомобілі;
- легкові автомобілі.

Кожен автомобіль закріплений за водієм, у документації підприємства для більш швидкого й зручного оформлення вказується прізвище водія, а не марка автомобіля.

Для завезення піску з річкового порту використовуються орендовані самоскиди КамАЗ-5513, технічна характеристика яких наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика автомобіля-самоскида КамАЗ-5513

| Найменування параметра              | Значення параметра |
|-------------------------------------|--------------------|
| Повна маса автомобіля, кг           | 23460              |
| Розподіл повної маси, кг:           |                    |
| - на передню вісь                   | 4510               |
| - на задній міст                    | 6300               |
| Маса спорядженого автомобіля, кг    | 12500              |
| Об'єм кузова, м <sup>3</sup>        | 13,0               |
| Габаритні розміри кузова, мм        | 4780×2340×1160     |
| Шини                                | 11.00R20           |
| Кількість осей / коліс              | 2/6+1              |
| Контрольна витрата палива, л/100 км | 25,8               |

Транспортне обслуговування клієнтів компанії виконується, в основному, автомобілями МАЗ-5336А5, характеристика якого наведена в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика автомобіля МАЗ-5336А5

| Найменування параметра              | Значення параметра |
|-------------------------------------|--------------------|
| Повна маса автомобіля, кг           | 16500              |
| Розподіл повної маси, кг:           |                    |
| - на передню вісь                   | 6500               |
| - на задній міст                    | 10000              |
| Маса спорядженого автомобіля, кг    | 9000               |
| Номінальна вантажопідйомність, кг   | 7500               |
| Об'єм кузова, м <sup>3</sup>        | 34,50              |
| Площа платформи, м <sup>2</sup>     | 14,76              |
| Габаритні розміри кузова, мм        | 6100×2380×2460     |
| Шини                                | 11.00R20           |
| Кількість осей / коліс              | 2/6+1              |
| Контрольна витрата палива, л/100 км | 20,5               |

Доставка будівельних матеріалів з підприємства-виробників на склад ТОВ «Торус-Буд» здійснюється автопоїздами в складі тягача й напівпричепа, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.5 й 1.6.

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика тягачів МАЗ-5432А3

| Найменування параметра               | Значення параметра |
|--------------------------------------|--------------------|
| Повна маса автомобіля, кг            | 20000              |
| Розподіл повної маси, кг:            |                    |
| - на передню вісь                    | 7000               |
| - на задній міст                     | 13000              |
| Припустиме навантаження на сидло, кг | 12000              |
| Маса спорядженого автомобіля, кг     | 7300               |
| Шини                                 | 11.00R20           |
| Кількість осей / коліс               | 2/6+1              |
| Контрольна витрата палива, л/100 км  | 33,5               |

Таблиця 1.6 – Технічна характеристика напівпричепів МА3-93802

| Найменування параметра            | Значення параметра |
|-----------------------------------|--------------------|
| Повна маса автомобіля, кг         | 26400              |
| Розподіл повної маси, кг:         |                    |
| - на сидельний устрій             | 9400               |
| - на задній візок                 | 17000              |
| Маса спорядженого автомобіля, кг  | 5600               |
| Номінальна вантажопідйомність, кг | 20800              |
| Об'єм кузова, м <sup>3</sup>      | 82,0               |
| Площа платформи, м <sup>2</sup>   | 33,8               |
| Габаритні розміри кузова, мм:     |                    |
| - довжина, ширина                 | 11420×2440         |
| - висота                          | 2520               |
| Шини                              | 385/65R22,5        |
| Кількість осей / коліс            | 2/8+1              |

Для перевезення сухих будівельних сумішей, а також інших вантажів, які бояться води, обов'язковий тент. При перевезенні ДСП, ДВП, фанери – довжина кузова повинна бути 13,6 м, обов'язковий напівпричіп, а не зчіпка. Завантаження повинне бути бічним. Кузов повинен бути обладнаний знімними стійками – для укладання матеріалів у кузові впритул. Автотранспортний засіб повинний бути оснащений ремнями – на один ряд вантажу мінімум два ремені.

Для перевезення шиферу (8 мм або плоского) повинен бути напівпричіп, автомобіль повинен дозволяти виконувати верхнє завантаження.

## **1.6 Аналіз існуючої технології вантажопереробки й доставки будівельних матеріалів споживачам**

Товари зі складу ТОВ «Торус-Буд» доставляються споживачам централізованим і децентралізованим способами.

Найбільш ефективний метод доставки продукції – централізована доставка, при якій перевезення товарів здійснюється засобами компанії на основі заявок підприємств-замовників у погоджений строк. При централізованій доставці завезення продукції здійснюється як власними, так й орендованими транспортними засобами.

На складі ТОВ «Торус-Буд» до початку перевезення проводять наступні підготовчі заходи:

- аналізують розташування підприємств-замовників;
- групують підприємства замовників по типовому обсязі товарообігу;
- розраховують вантажообіг;
- визначають оптимальні розміри постачання й частоту завезення товарів;
- розробляють раціональні маршрути доставки;
- здійснюють підготовку транспортних засобів й устаткування для виконання операцій, пов'язаних з доставкою товарів;
- виконують аналіз дислокації підприємства-замовників, звертаючи увагу на такі дані: тип підприємства, площа приміщень для зберігання будівельних матеріалів, режим роботи й відстань.

Частоту й оптимальні розміри завезених партій будівельних матеріалів визначають для того, щоб забезпечити безперебійне споживання відповідних асортиментів при мінімальних розмірах запасів.

Централізована доставка товарів здійснюється по встановлених графіках.

Децентралізований спосіб доставки товарів, або самовивіз, передбачає використання транспортних засобів покупця.

Доставка продукції із заводів-виробників на склад здійснюється в транспортних пакетах. Всі вантажі сформовані в транспортні пакети відповідно до своїх характеристикам.

При доставці будівельних матеріалів з підприємства-виробників на склад ТОВ «Торус-Буд» автотранспортом діє така технологія.

Автопоїзд у складі тягача й напівпричепа в порожньому стані направляється із Запоріжжя в пункти, де розташовані заводи з виробництва будівельних матеріалів. Після завантаження автопоїзд направляється в м. Запоріжжя на склад ТОВ «Торус-Буд».

Після прибуття автомобіля на склад розвантаження виконується навантажуваннями й за допомогою ручного візка. На виконання розвантаження й операцій по прийому продукції необхідно 1,5...2,0 години, в залежності від кількості вантажу.

Одночасно з розвантаженням комірник перевіряє відповідність даних накладній і фактичних даних.

У відділ продажів надходить замовлення на певну дату на певну кількість необхідного матеріалу. З відділу продажів заявка надходить на відповідний напрямок, звідки інформація йде в транспортний відділ. Заявки на доставку вантажу приймаються щодня до 16.00. Після чого відбувається пошук і розподіл рухомого складу, формування маршрутів, визначення обсягів робіт.

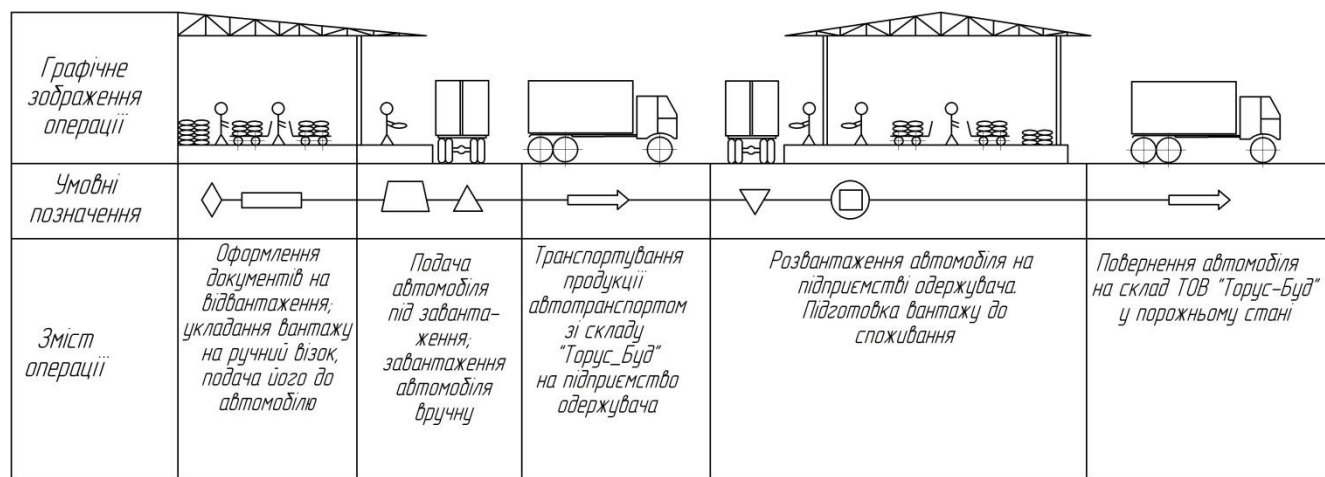
Перед відвантаженням будівельних матеріалів у тарі замовникам вантажники розформовують піддони із продукцією, для того, щоб формувати замовлення для кожного клієнта відповідно до представлених заявок. Після підбора продукції відповідно до отриманої заявки оформляють транспортні документи й накладні на перевезення.

Відповідно обробленим заявкам і складеним маршрутам, продукцію вручну або за допомогою ручного візка завантажують на автомобіль для розвезення по вантажних пунктах. На кожен маршрут оформляється загальна заявка з розбивкою по вантажних пунктах.

По прибуттю автомобіля до місця розвантаження автомобіль простоює значний час під розвантаженням.

Комплект документів для перевезення містить у собі: податкову накладну; два акти виконаних робіт; товарно-транспортну накладну.

Існуюча транспортно-технологічна схема переробки й доставки будівельних матеріалів транспортними пакетами представлена на рис. 1.3.



Умовні позначення:

- |                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| – оформлення документів; | – навантаження автомобіля;  |
| – укладання вантажу;     | – розвантаження автомобіля; |
| – подача автомобіля;     | – рух, переміщення;         |
|                          | – підготовка до споживання  |

Рисунок 1.3 – Існуюча транспортно-технологічна схема вантажопереробки і перевезення продукції в транспортних пакетах

Маршрути доставки є розвізними. Порожні транспортні засоби повертаються на склад тільки для здачі документів. Разом з водієм розвезення продукції здійснює експедитор.

## **1.7 Висновки за результатами дослідження й постановка задач магістерської роботи**

Рітейлер з дистрибуції та реалізації будівельних матеріалів ТОВ «Торус-Буд» має у своєму розпорядженні базовий склад для прийому, зберігання, нагромадження й видачі будівельних матеріалів.

Вантажі на склад завозяться як автомобільним, так і залізничним транспортом. Залізницею надходять цемент, цегла, шифер і деякі інші будівельні матеріали. Цемент у мішках завозиться в критих вагонах. Якщо цемент надходить у сипучому виді, то транспортування здійснюється вагонами-цементовозами.

Пісок з річкового порту завозиться автомобілями-самоскидами навалом. В роботі можна розглянути варіант завезення піску з річкового порту на склад універсальними транспортними засобами. Це можливо здійснити, якщо завозити пісок не навалом, а в м'яких контейнерах для сипучих вантажів. У другому вантажному районі Запорізького річкового порту є можливість завантажувати автомобілі з відвантажувального бункера. Перевезення з річкового порту бортовими транспортними засобами дасть можливість використати автомобілі для перевезення в обох напрямках. Як недолік при завезенні будівельних матеріалів можна відзначити неефективне використання самоскидів (перевезення здійснюється по маятникових маршрутах із порожнім пробігом в прямому напрямку).

Крім того, для завезення будівельних матеріалів автотранспортом з підприємства-виробників використовуються існуючі автопоїзди середньої вантажопідйомності, що приводить до збільшення кількості рейсів для перевезення заданого обсягу вантажів, а також збільшує витрати компанії на транспортне обслуговування.

Той самий недолік можна відзначити й по організації завезення будівельних матеріалів клієнтам компанії. Доставка по системі централізованого обслуговування виконується автомобілями МАЗ-5336А5 вантажопідйомністю 7,5 т, що також є не ефективним.

При організації відвантаження будівельних матеріалів відсутній попередній підбір продукції для кожного клієнта. Відправлення формується із продукції різних найменувань на транспортний засіб. На підприємствах клієнтів експедитор по накладних проводить відбір завезених матеріалів для кожного клієнта, що викликає тривалі простої автомобіля під вивантаженням на підприємствах одержувачів.

Для скорочення часу простою транспортних засобів під вантажними операціями пропонується організувати попереднє формування замовлення для кожного клієнта з формуванням транспортних пакетів із застосуванням палетопакувальника, що дозволить завчасно формувати заказ з продукції різного асортименту. Всі роботи в складі та вантажні роботи з транспортними пакетами будуть виконуватися навантажувачами з вилючним захватом. Для вивантаження транспортних пакетів у одержувачів буде здійснюватися ручними гідравлічними візками.

Для завезення насипного піску з річкового порту на підприємство зараз використовуються орендовані автомобілі-самоскиди Камаз-5513. Пропонується завозити пісок з річкового порту на склад підприємства не в насипному виді, а в м'яких контейнерах типу big-bag. Це дасть можливість використати для перевезення універсальні автомобілі. Причому, автотранспорт можна використати для перевезення в обох напрямках – у прямому завозити будівельні матеріали клієнтам, а у зворотному – пісок з річкового порту на склад підприємства ТОВ «Торус-Буд».

Також пропонується замінити існуючі транспортні засоби автотранспортом більшої вантажопідйомності й місткості, що істотно знизить річний пробіг автомобілів, а, отже, і витрати на експлуатацію. Для пропонованих транспортних засобів необхідно розробити раціональні маршрути доставки продукції споживачам. При розробці маршрутів потрібно прагнути до зменшення порожнього пробігу.

Всі запропоновані заходи дозволять підвищити ефективність транспортного обслуговування клієнтів та знизити загальні витрати на переробку й перевезення будівельних матеріалів.

## **2 ОСНОВНА ЧАСТИНА**

### **2.1 Розробка проектної технології й організації процесу переробки й доставки будівельних матеріалів**

В аналітичній частині магістерської роботи біло виконано дослідження та аналіз існуючої системи транспортного обслуговування клієнтів компанії ТОВ «Торус-Буд».

Для підвищення ефективності та скорочення логістичних витрат на транспортно-складські процеси пропонується ряд заходів. Для скорочення часу простою автотransпортних засобів під вантажними операціями пропонується підбирати замовлений товар не на транспортний засіб, який здійснює перевезення на певному маршруті, а для кожного клієнта з продукції різних асортиментів..

Підготовлені будівельні матеріали (у пакетах і мішках) відповідно до заявки укладається на піддон за правилами формування пакетів, а потім закріплюються плівкою, що розтягується. Паралельно цієї операції логіст виконує підготовку документів на перевезення вантажів.

Вантаж готується до перевезення в такий спосіб: підбирається продукція для певного споживача та формується в транспортні пакети, кількість яких залежить від обсягу замовлення. Вантаж закріплюється із застосуванням кругового палетоформування для пакетування будівельних матеріалів [9], із застосуванням стрейч-плівки (stretch), який показано на рис. 2.1.

Потім транспортні пакети з ділянки комплектації замовлень передаються навантажувачем на ділянку відвантаження, де вони знаходяться до прибуття автотransпортного засобу. У цей же час готуються відвантажувальні документи. У пакет документів входять всі необхідні сертифікати й свідоцтва, що підтверджують якість і безпеку продукції. Одночасно готуються податкові накладні й товарно-транспортні накладні.



Рисунок 2.1 – Круговий палетоформувальник для пакетування будівельних матеріалів

Після нагромадження кількості піддонів зі сформованими замовленнями, достатнього на маршрут, піддони з будівельними сумішами передаються в зону відвантаження й навантажувачем завантажуються в автотранспорт.

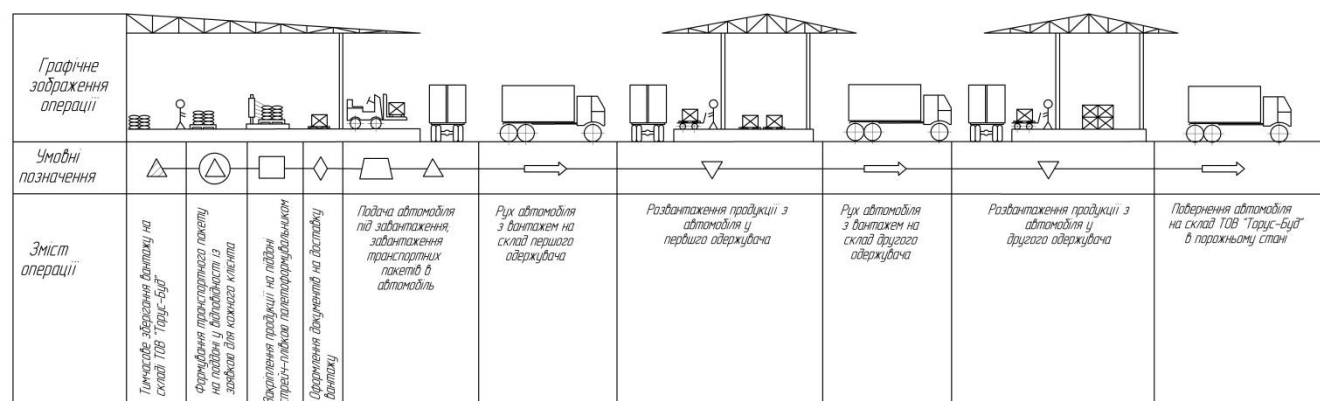
Відвантаження будівельних матеріалів транспортними пакетами дозволяє значно скоротити час знаходження автотранспорту у клієнтів та здійснювати доставку без супроводження експедитора.

Крім того, це дозволить при застосуванні транспортних засобів більшої вантажопідйомності здійснювати за один рейс транспортного засобу розвіз будівельних матеріалів декільком клієнтам.

Пропонована транспортно-технологічна схема переробки і доставки будівельних матеріалів транспортними пакетами представлена на рис. 2.2.

В роботі також пропонується удосконалити систему організації завезення насипного піску з річкового порту на склад «Торус-Буд».

Пісок завозиться орендованими автомобілями-самоскидами КамАЗ-5513 із другого вантажного району Запорізького річкового порту. Частина піску йде на виробництво бетонних розчинів, а частина – фасується в мішки й пакети під торговельною маркою «Градоліт» для подальшої реалізації споживачам.



Умовні позначення:

- |                                    |                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| - оформлення документів;           | - подача автомобіля;                 |
| - укладання вантажу;               | - розвантаження автомобіля;          |
| - закріплення вантажу півкою;      | - завантаження автомобіля;           |
| - тимчасове зберігання вантажу;    | - рух, переміщення;                  |
| - формування транспортного пакету; | - підготовка продукції до споживання |

Рисунок 2.2 – Пропонована транспортно-технологічна схема відвантаження і перевезення будівельних матеріалів

Пропонується завозити пісок з річкового порту на склад підприємства не в насипному виді, а в м'яких контейнерах типу big-bag. Це дасть можливість використати для перевезення універсальні автомобілі, а не самоскиди. Причому, авто-транспорт можна використати для перевезення в обох напрямках – у прямому завозити будівельні матеріали клієнтам, а у зворотному – пісок з річкового порту на склад ТОВ «Торус-Буд». Дані пропозиції дозволять підвищити ефективність використання транспортних засобів підприємства.

## 2.2 Статистична обробка даних вихідних вантажопотоків будівельних матеріалів в транспортних пакетах

У складі вихідних даних для дослідження транспортного обслуговування збирають та розраховують окремо характеристики вантажопотоків прибуття та

видачі зі складу всіх вантажів, що перероблюються та включають в себе наступні параметри:

- загальна кількість вантажів, що прибуває на склад впродовж року;
- фізичний стан окремих вантажів: параметри, маса, тара тощо);
- розмір партій, якими вантажі прибувають чи відправляються;
- характеристики вантажопотоків за часом тощо.

Коефіцієнт коливності характеризує відхилення випадкової величини добового вантажопотоку як в більшу так і в меншу сторону [10].

Коефіцієнт нерівномірності – проміжна величина, що використовується для визначення розрахункового добового вантажопотоку або розрахункової величини транспортної партії вантажів, що прибувають на склад.

Під час проведення дослідження технологічного процесу доставки будівельних матеріалів та їхньої переробки на складах ТОВ «Торус-Буд» виконано статистичний аналіз вантажопотоків вантажів, які відправляються споживачам транспортними пакетами.

Візуалізація вихідних даних наведена на рис. 2.3 - 2.5.

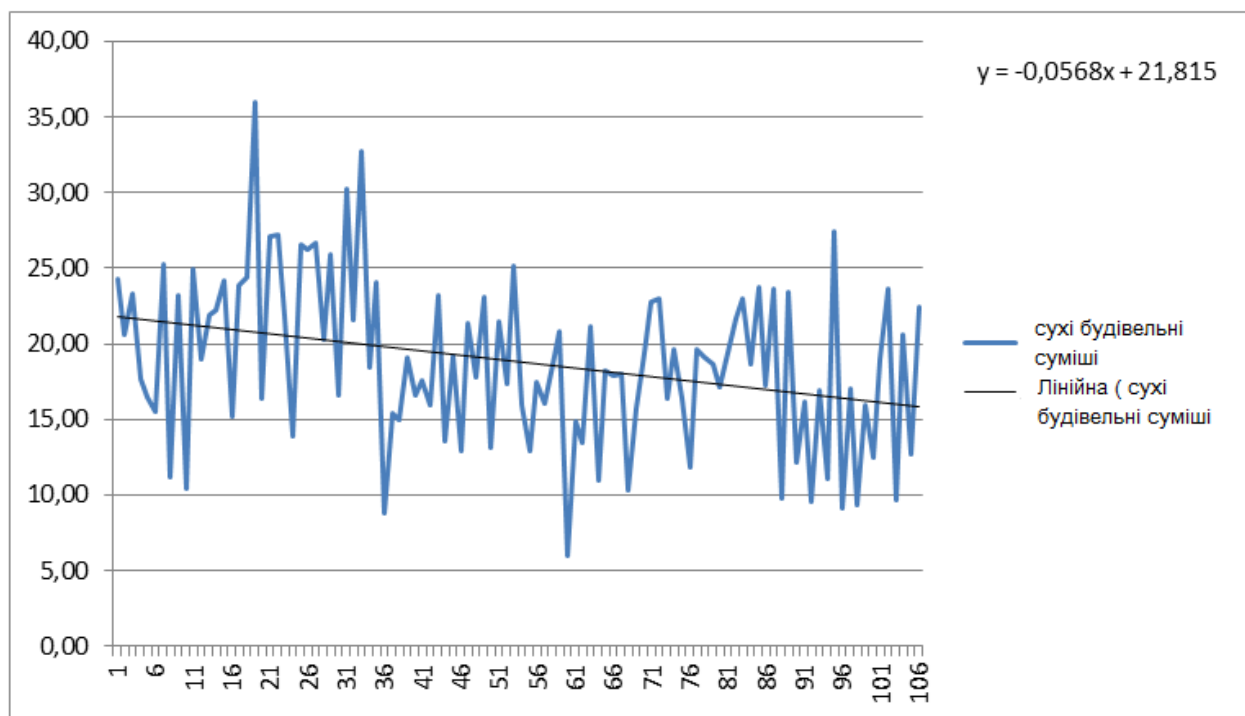


Рисунок 2.3 – Динаміка вихідних вантажопотоків сухих будівельних сумішей

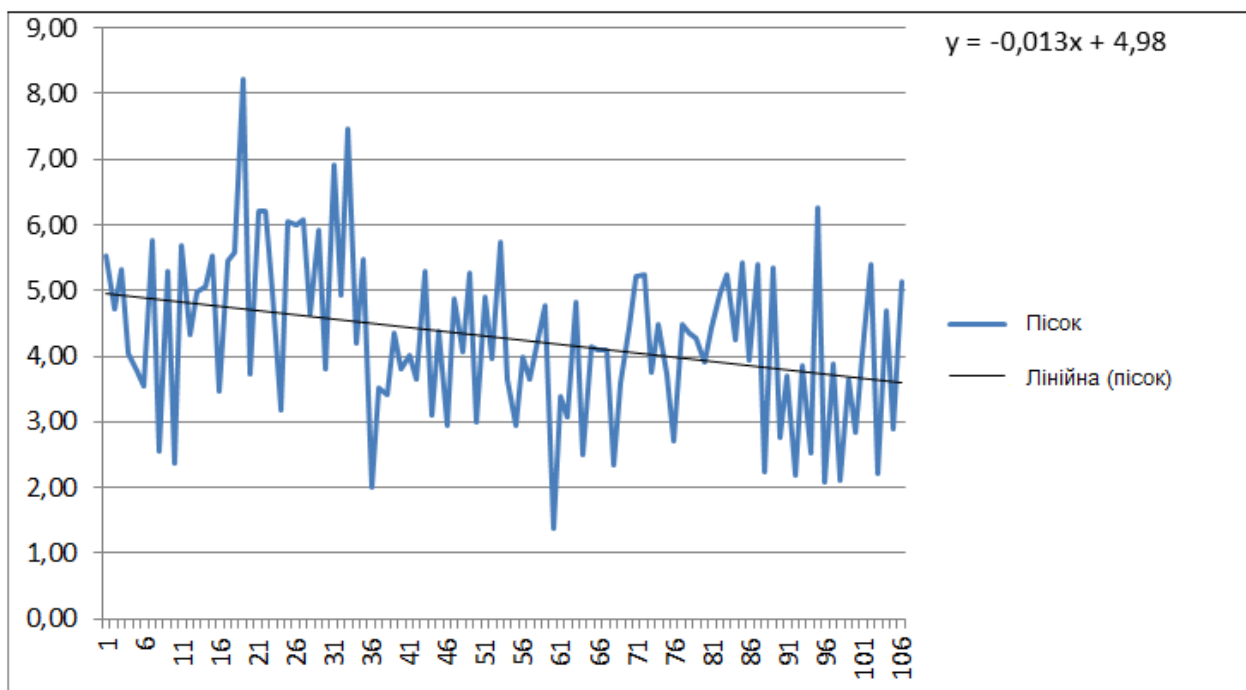


Рисунок 2.4 – Динаміка вихідних вантажопотоків фасованого піску

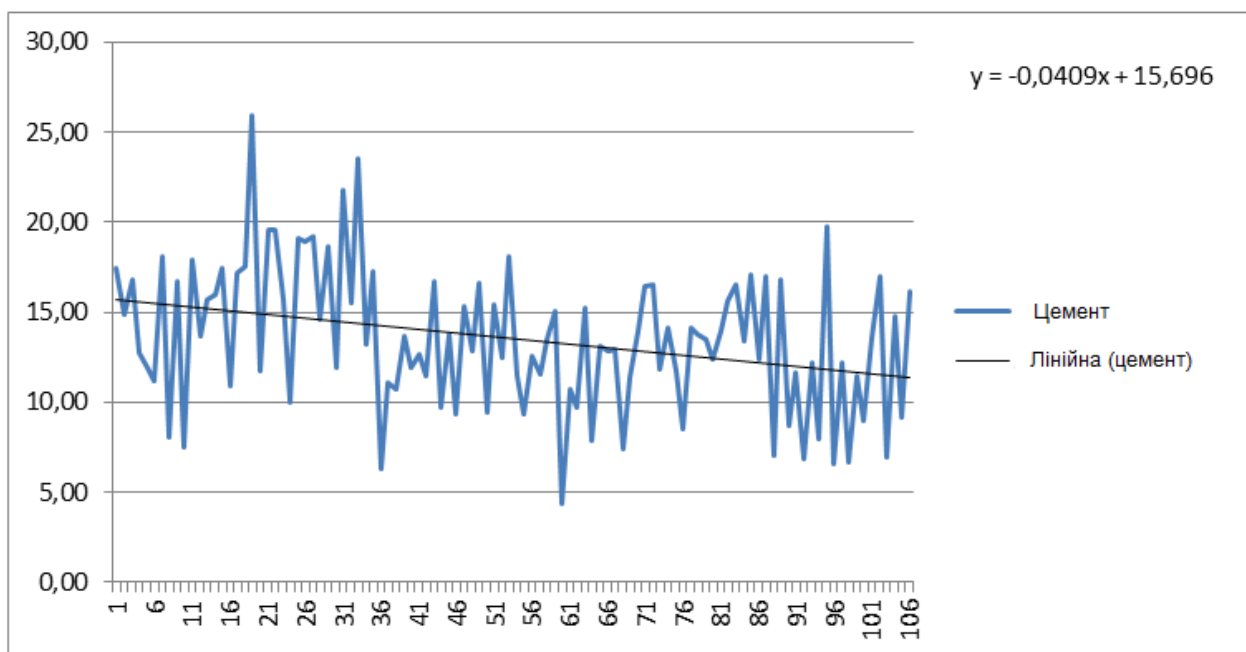


Рисунок 2.5 – Динаміка вихідних вантажопотоків цементу фасованого

Результати розрахунку статистичних характеристик вихідних вантажопотоків будівельних матеріалів в транспортних пакетах наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку статистичних характеристик вихідних вантажопотоків будівельних матеріалів в транспортних пакетах

| Найменування статистичних характеристик | Значення               |             |             |
|-----------------------------------------|------------------------|-------------|-------------|
|                                         | Сухі будівельні суміші | Пісок       | Цемент      |
| Середнє значення                        | 18,7752548             | 4,286053492 | 13,50911399 |
| Дисперсія середнього                    | 30,25612215            | 1,576727925 | 15,66373468 |
| Стандартне відхилення                   | 5,500556531            | 1,255678273 | 3,957743635 |
| Коефіцієнт коливності, %                | 29,30                  | 29,30       | 29,30       |

Результати розрахунку статистичних характеристик вантажопотоків будівельних матеріалів в транспортних пакетах після обробки аномальних значень наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку статистичних характеристик вантажопотоків будівельних матеріалів в транспортних пакетах після обробки аномальних спостережень

| Найменування статистичних характеристик | Значення               |             |            |
|-----------------------------------------|------------------------|-------------|------------|
|                                         | Сухі будівельні суміші | Пісок       | Цемент     |
| Середнє значення                        | 18,9736984             | 4,31754021  | 13,6147644 |
| Дисперсія середнього                    | 0,005196551            | 0,002162337 | 0,02032643 |
| Стандартне відхилення                   | 0,07208711             | 0,046500934 | 0,14257079 |
| Коефіцієнт коливності, %                | 0,38                   | 1,08        | 1,05       |

Візуалізація оброблених даних наведена на рисунках 2.6 - 2.8.

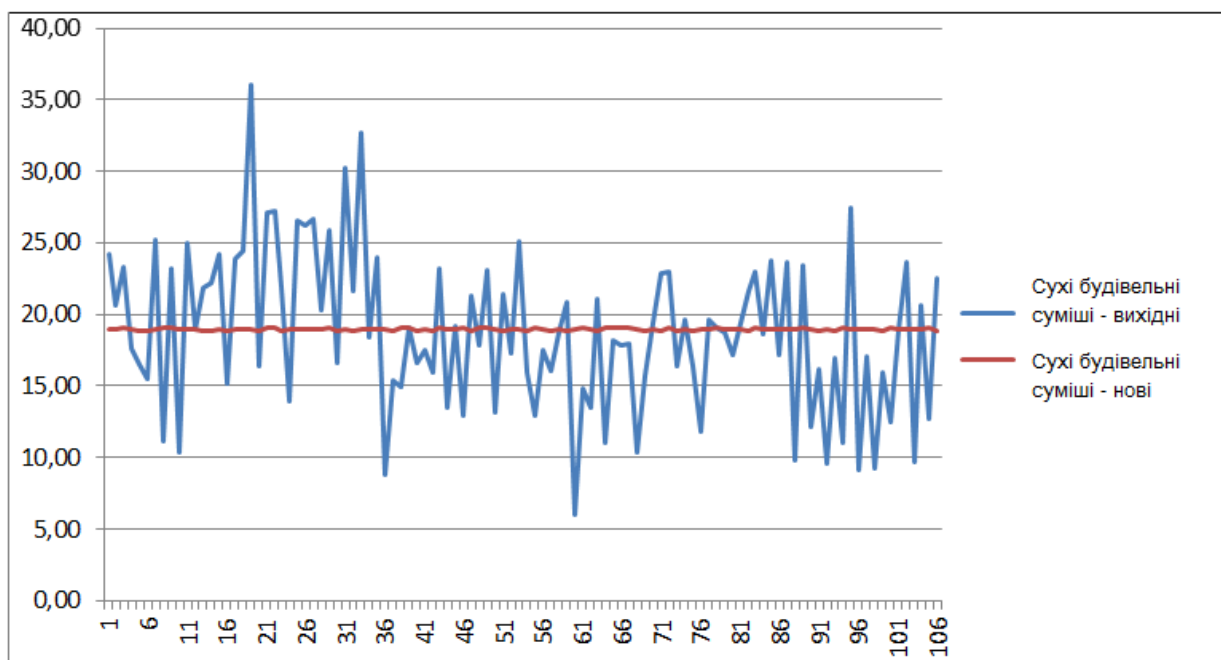


Рисунок 2.6 – Динаміка вантажопотоків сухих будівельних сумішей в транспортних пакетах після очищення від аномальних спостережень

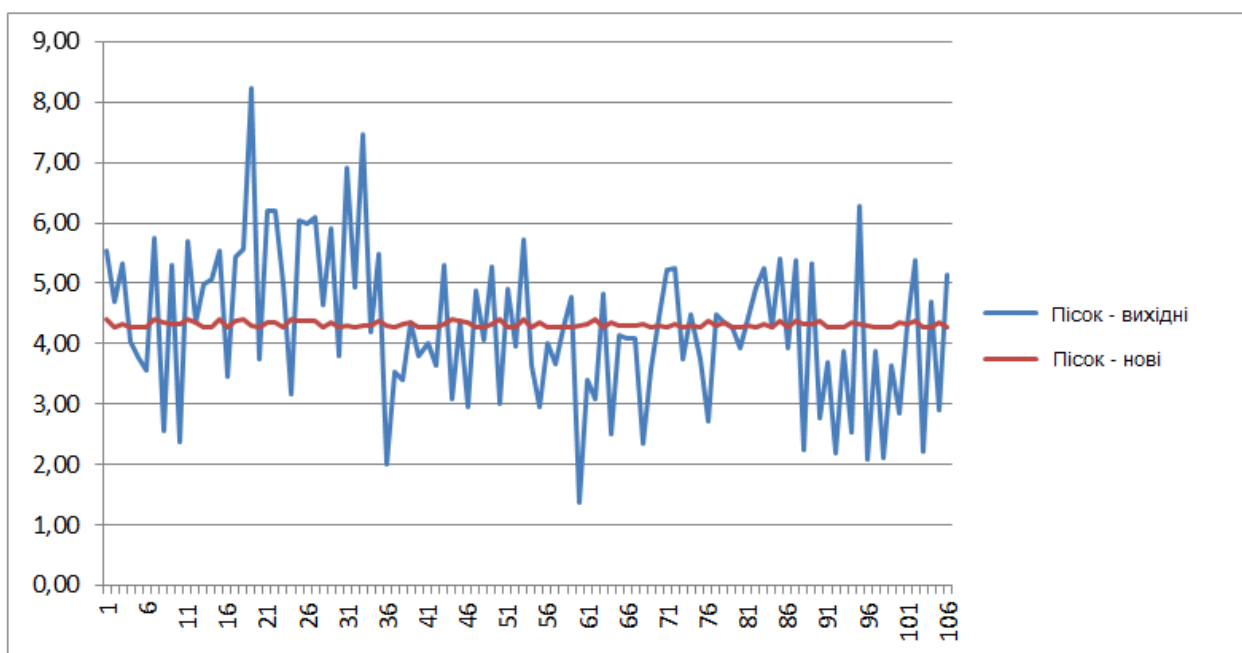


Рисунок 2.7 – Динаміка вантажопотоків фасованого піску після очищення від аномальних спостережень

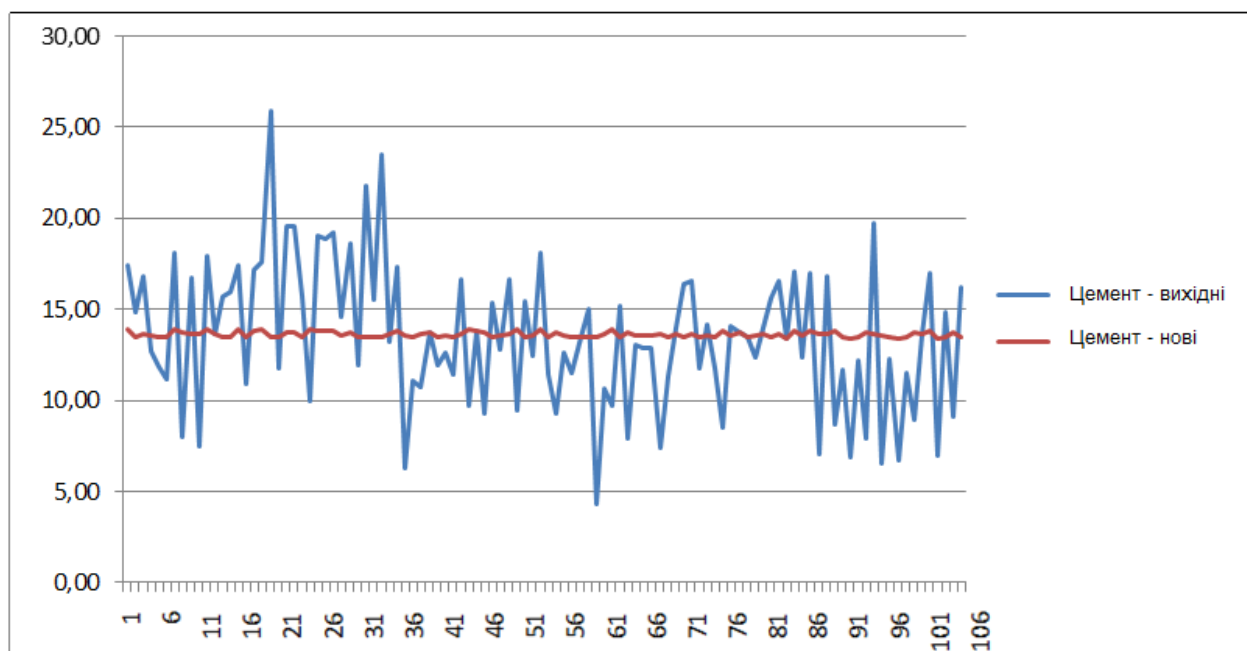


Рисунок 2.8 – Динаміка вантажопотоків фасованого цементу після очищення від аномальних спостережень

Графік траєкторії загального вантажопотоку будівельних матеріалів в транспортних пакетах відвантаження споживачам наведено на рисунку 2.9.

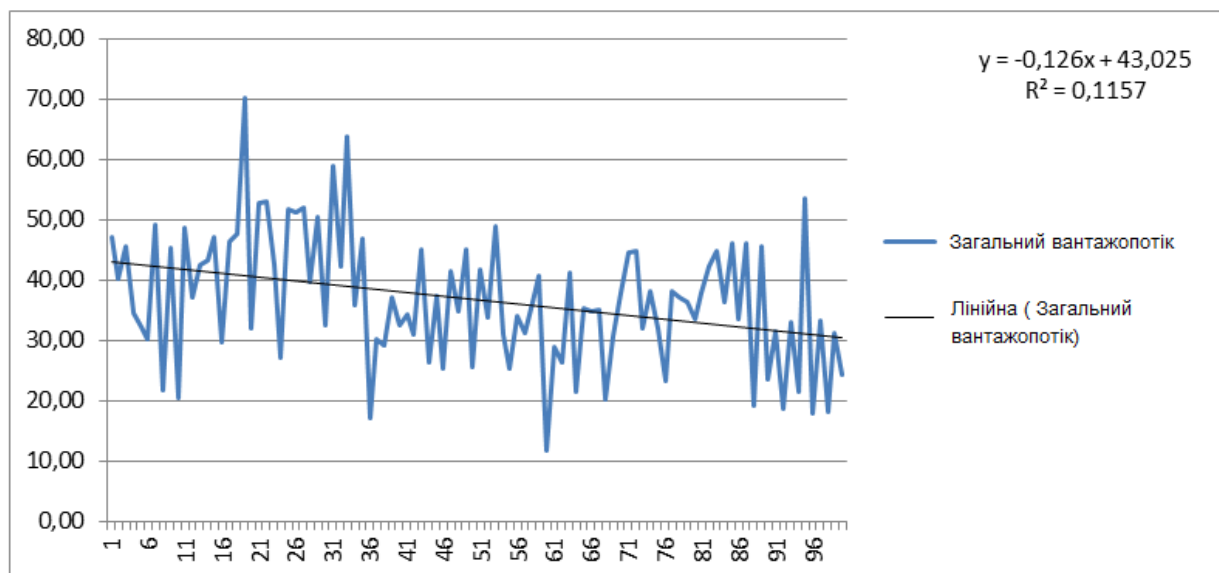


Рисунок 2.9 – Траєкторія загального вантажопотоку відвантаження будівельних матеріалів транспортними пакетами споживачам

Графіки автокореляційної функції (АКФ) та часткової автокореляційної функції (ЧАКФ) загального вантажопотоку фасованих будівельних матеріалів наведені на рис. 2.10, 2.11.

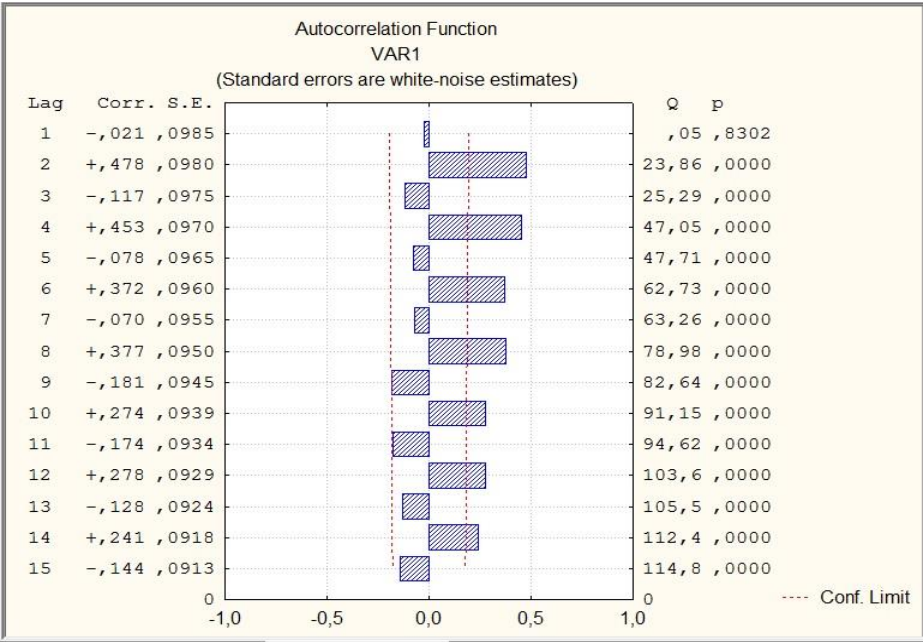


Рисунок 2.10 – Графік автокореляційної функції (АКФ) динамічного ряду загального вантажопотоку фасованих будівельних матеріалів

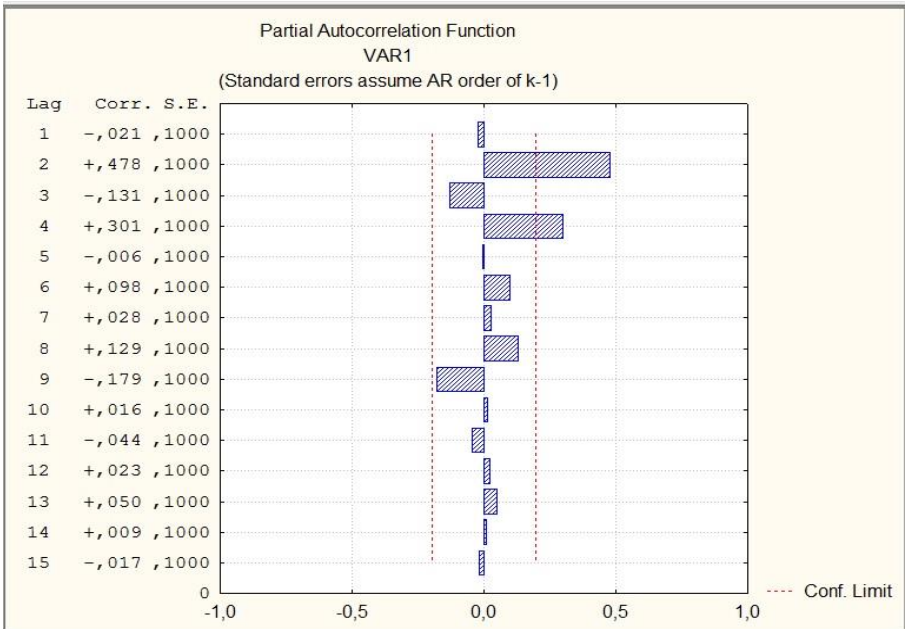


Рисунок 2.11 – Графік часткової автокореляційної функції (ЧАКФ) динамічного ряду загального вантажопотоку фасованих будівельних матеріалів

Виходячи з аналізу корелограм динамічного ряду загального вантажопотоку, робимо висновок, що даний ряд однозначно визначається як нестационарний (АКФ повільно згасає за експонентою, а ЧАКФ має значні викиди на другому і четвертому ряді). Для перевірки загального вантажопотоку за статистичними критеріями ділимо загальну вибірку, наведену у додатку А, на чотири підвибірки.

Таблиця 2.3 – Підвибірки динамічного ряду загального вантажопотоку

| V <sub>1</sub> | V <sub>2</sub> | V <sub>3</sub> | V <sub>4</sub> | V <sub>1</sub> | V <sub>2</sub> | V <sub>3</sub> | V <sub>4</sub> | V <sub>1</sub> | V <sub>2</sub> | V <sub>3</sub> | V <sub>4</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 47,21          | 51,17          | 41,80          | 23,12          | 20,29          | 46,83          | 11,70          | 46,20          | 47,56          | 45,15          | 20,10          | 32,98          |
| 40,17          | 51,91          | 33,75          | 38,18          | 48,58          | 17,13          | 28,93          | 33,54          | 70,13          | 26,37          | 30,71          | 21,49          |
| 45,47          | 39,54          | 48,89          | 37,22          | 37,04          | 30,06          | 26,31          | 45,99          | 31,84          | 37,34          | 37,88          | 53,51          |
| 34,41          | 50,49          | 31,04          | 36,43          | 42,58          | 29,13          | 41,15          | 19,12          | 52,87          | 25,19          | 44,46          | 17,75          |
| 32,17          | 32,40          | 25,23          | 33,44          | 43,19          | 37,10          | 21,40          | 45,56          | 53,01          | 41,58          | 44,82          | 33,14          |
| 30,28          | 58,88          | 34,11          | 37,85          | 47,17          | 32,39          | 35,40          | 23,60          | 42,54          | 34,67          | 31,93          | 18,11          |
| 49,10          | 42,11          | 31,24          | 42,17          | 29,53          | 34,20          | 34,84          | 31,53          | 27,05          | 44,98          | 38,24          | 31,08          |
| 45,26          | 35,81          | 40,66          | 36,37          | 46,46          | 31,04          | 34,97          | 18,68          | 51,63          | 25,65          | 31,88          | 24,29          |

Результати розрахунку статистичних характеристик для кожної підвибірки наведені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку статистичних характеристик розглянутих підвибірок

| Найменування статистичних характеристик | Значення       |                |                |                |
|-----------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                         | V <sub>1</sub> | V <sub>2</sub> | V <sub>3</sub> | V <sub>4</sub> |
| Середнє значення                        | 41,4921        | 38,5912        | 33,5149        | 33,0451        |
| Дисперсія середнього                    | 125,9540       | 124,6437       | 70,3427        | 103,7028       |
| Стандартне відхилення                   | 11,2229        | 11,1644        | 8,3871         | 10,1835        |
| Коефіцієнт коливності, %                | 27,05          | 28,93          | 25,02          | 30,02          |

Оскільки коефіцієнт коливності для зазначених підвибірок не перевищує граничні значення ( $K_k = 20 \dots 30 \%$ ), то можна рахувати, що дані підвибірки підпорядковуються нормальному розподілу і для тестування можна застосовувати параметричні методи.

## 2.3 Розрахунок проєктних вантажопотоків

Для визначення технологічних й економічних показників транспортно-складських процесів основним вихідним даним є вантажопотоки надходження на підприємство будівельних матеріалів, а також подальшого їхнього відправлення клієнтам. Для виконання технологічних розрахунків необхідно враховувати існуючу нерівномірність внаслідок стохастичного характеру вантажопотоку. Врахувати відхилення можна через коефіцієнт варіації, який обчислюється за відомою методикою, наведеною в [11].

Для встановлення значення коефіцієнту варіації були оброблені статистичні дані із загальних обсягів надходження будівельних матеріалів на підприємство і відправлення їх споживачам.

Після побудови статистичного та варіаційного рядів випадкових величин була проведена їх обробка методами математичної статистики, результати якої показано в табл. 2.5.

Аналогічно було проведено обробку статистичних даних з відвантаження будівельних матеріалів зі складського комплексу підприємства споживачам.

Отримані дані з прибуття та відправлення:

- математичне очікування:  $\bar{M}_{np} = 9,292$ ;  $\bar{M}_{відnp} = 1,824$ ;
- дисперсія випадкової величини:  $D_{np} = 24,402$ ;  $D_{відnp} = 0,996$ ;
- середньоквадратичне відхилення:  $\sigma_{np} = 4,94$ ;  $\sigma_{відnp} = 0,998$ ;
- коефіцієнт варіації:  $v_{np} = 0,532$ ;  $v_{відnp} = 0,547$ ;
- коефіцієнт нерівномірності:  $K_{np}^H = 1,532$ ;  $K_{відnp}^H = 1,547$ .

Таблиця 2.5 – Обробка варіаційного ряду по надходженню будівельних матеріалів на склад ТОВ «Торус-Буд»

| $N_k$         | $\bar{N}_k$ | $N$ | $P_k$ | Розрахункові дані |                       |                           |                            |
|---------------|-------------|-----|-------|-------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|
|               |             |     |       | $P_k \bar{N}_k$   | $\bar{N}_c - \bar{M}$ | $(\bar{N}_k - \bar{M})^2$ | $(\bar{N}_k - \bar{M})P_k$ |
| 0,00 - 2,41   | 1,21        | 11  | 0,092 | 0,111             | - 8,082               | 57,237                    | 5,266                      |
| 2,42 - 4,82   | 3,62        | 17  | 0,142 | 0,514             | - 3,300               | 10,890                    | 1,546                      |
| 4,83 - 7,24   | 6,04        | 12  | 0,100 | 0,604             | - 3,252               | 10,576                    | 1,058                      |
| 7,25 - 9,66   | 8,46        | 30  | 0,250 | 2,115             | - 0,832               | 0,692                     | 0,173                      |
| 9,67 - 12,08  | 10,88       | 10  | 0,083 | 0,903             | 1,588                 | 2,522                     | 0,209                      |
| 12,09 - 14,50 | 13,30       | 12  | 0,100 | 1,330             | 4,008                 | 16,064                    | 1,606                      |
| 14,51 - 16,92 | 15,72       | 12  | 0,100 | 1,572             | 6,428                 | 41,319                    | 4,132                      |
| 16,93 - 19,34 | 18,14       | 16  | 0,133 | 2,413             | 8,848                 | 78,287                    | 10,412                     |
|               |             | 120 | 1,0   | $\bar{M}=9,292$   |                       |                           | $D = 24,402$               |

З урахуванням визначених коефіцієнтів нерівномірності сумарний розрахунковий річний вантажопотік складе:

- по надходженню на складський комплекс «Торус-Буд»

$$Q_{річн}^{np} = Q_{річн} \cdot K_n, \quad (2.1)$$

$$Q_{річн}^{np} = 109200 \cdot 1,532 = 167295 \text{ т /рік};$$

- по відправленню зі складського комплексу «Торус-Буд»

$$Q_{річн}^{відпр} = 109200 \cdot 1,547 = 168932 \text{ т/рік.}$$

Із усього обсягу будівельних матеріалів, які надходять на складський комплекс «Торус-Буд» від виробників, лише частина (40... 45 % від загальної кількості) доставляється клієнтам у централізованому порядку. За даними табл. 1.2 зага-

льна кількість матеріалів, що відвантажується у централізованому порядку, склала 64200 т/рік.

Визначимо сумарні добові вантажопотоки будівельних матеріалів:

- по надходженню на складський комплекс

$$Q_{доб}^{np} = \frac{109200 \cdot 1,532}{300} = 557,65 \text{ т/добу};$$

- по відправленню зі складу

$$Q_{доб}^{відп} = \frac{109200 \cdot 1,547}{300} = 563,11 \text{ т/добу}.$$

У табл. 2.6 наведена та частина вантажопотоку надходження будівельних матеріалів на склад «Торус-Буд», що згодом доставляється клієнтам централізовано транспортом компанії.

Таблиця 2.6 – Розподіл вантажопотоків прибуття будівельних матеріалів в транспортних пакетах по видах транспорту

| Найменування матеріалу | Значення вантажопотоку   |       |                           |       |                           |        |
|------------------------|--------------------------|-------|---------------------------|-------|---------------------------|--------|
|                        | $Q_{річн}^{сер}$ , т/рік |       | $Q_{річн}^{розр}$ , т/рік |       | $Q_{доб}^{розр}$ , т/добу |        |
|                        | Залізн.                  | АТ    | Залізн.                   | АТ    | Залізн.                   | АТ     |
| 1. Цегла               | 22000                    | -     | 33704                     | -     | 112,35                    | -      |
| 2. Пісок фасований     | -                        | 8500  | -                         | 13022 | -                         | 43,92  |
| 3. Цемент              | 3600                     | 10000 | 5569                      | 15470 | 18,56                     | 51,57  |
| 4. Сухі суміші         | -                        | 12400 | -                         | 18997 | -                         | 63,32  |
| 5. Шифер               | -                        | 6000  | -                         | 9282  | -                         | 30,94  |
| Разом                  |                          |       |                           |       | 130,91                    | 189,76 |
| Загальна кількість     | 62500                    |       | 96044                     |       | 320,36                    |        |

Річні середні й розрахункові вантажопотоки основних видів продукції, перевезеної транспортними пакетами в централізованому порядку клієнтам, наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Річні вантажопотоки відвантаження будівельних матеріалів в транспортних пакетах клієнтам ТОВ «Торус-Буд» централізованим порядком

| Найменування матеріалу | Значення вантажопотоку   |                           |                          |                           |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                        | $Q_{річн}^{сер}$ , т/рік | $Q_{річн}^{розр}$ , т/рік | $Q_{доб}^{сер}$ , т/добу | $Q_{доб}^{розр}$ , т/добу |
| 1. Цегла               | 22000                    | 34034                     | 73,33                    | 113,44                    |
| 2. Пісок фасований     | 8500                     | 13150                     | 28,67                    | 43,83                     |
| 3. Цемент              | 13600                    | 21039                     | 45,33                    | 70,13                     |
| 4. Сухі суміші         | 12400                    | 19183                     | 41,33                    | 63,94                     |
| 5. Шифер               | 6000                     | 9282                      | 20,00                    | 30,94                     |
| Разом                  | 62500                    | 96688                     | 208,56                   | 322,28                    |

У централізованому порядку будівельні матеріали завозяться клієнтам Вознесенівського, Олександрівського, Шевченківського й Комунарського районів:

- ПСК «Фьюче ЛТД» (вул. Миру, 10);
- ТОВ «Січ-Інженерінг» (вул. Рекордна, 16);
- ЗАТ «Снабторг» (вул. Академіка Амосова, 115);
- ТОВ «Пласт» (вул. Фортечна, 56);
- НП «Шторм» (вул. Автострадна, 2);
- ТОВ «Ореанда» (вул. Магістральна, 94);
- ТОВ «Технобудіндустрія» (вул. Стартова, 1);
- ТОВ «Піраміда» (вул. Музична, 12);
- ТОВ «Будівельник» (вул. Космічна, 137);
- ТОВ «Камріс» (вул. Складська, 6).

Розподіл вантажопотоків будівельних матеріалів по основних клієнтах, що обслуговують у централізованому порядку, представлено в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Розподіл вантажопотоків відправлення клієнтам будівельної продукції транспортними пакетами

| Найменування одержувача | Значення вантажопотоку відвантаження клієнтам, т/добу |       |        |        |       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|-------|--------|--------|-------|
|                         | цегла                                                 | пісок | цемент | суміші | шифер |
| Фьюче ЛТД               | 7,43                                                  | 2,90  | 4,50   | 4,10   | 2,00  |
| Січ-Інженерінг          | 5,90                                                  | 2,30  | 3,60   | 3,80   | 1,60  |
| Снабторг                | 9,60                                                  | 3,70  | 5,90   | 5,10   | 2,60  |
| Пласт                   | 4,80                                                  | 3,17  | 5,00   | 4,50   | 2,20  |
| Шторм                   | 6,60                                                  | 2,60  | 4,10   | 4,20   | 1,80  |
| Ореанда                 | 7,00                                                  | 2,80  | 4,30   | 3,50   | 1,90  |
| Технобуд                | 6,30                                                  | 2,40  | 3,83   | 3,40   | 1,70  |
| Піраміда                | 8,60                                                  | 3,30  | 5,20   | 5,33   | 2,30  |
| Будівельник             | 10,20                                                 | 3,00  | 4,50   | 3,90   | 2,00  |
| Камріс                  | 6,90                                                  | 2,50  | 4,40   | 3,70   | 1,90  |
| Разом                   | 73,33                                                 | 28,67 | 45,33  | 41,33  | 20,00 |

Для розробки діаграми вантажопотоків у табл. 2.9 наведені дані по вантажопотоках відвантаження будівельних матеріалів по районах міста.

Таблиця 2.9 – Річні вантажопотоки відвантаження будівельних матеріалів в транспортних пакетах

| Найменування матеріалу | Значення вантажопотоку, т/рік |                |                  |                  |
|------------------------|-------------------------------|----------------|------------------|------------------|
|                        | Вознесен. район               | Олександр. р-н | Шевченків. район | Комунарск. район |
| 1. Цегла               | 4000                          | 4320           | 5970             | 7710             |
| 2. Пісок фасований     | 1560                          | 1920           | 2340             | 2640             |
| 3. Цемент              | 2430                          | 3270           | 3670             | 4230             |
| 4. Сухі суміші         | 2550                          | 3360           | 4310             | 3780             |
| 5. Шифер               | 1080                          | 1440           | 1860             | 1620             |
| Разом                  | 11620                         | 14346          | 18150            | 19980            |

На підставі даних таблиць 2.6 й 2.9 будуємо діаграму вантажопотоків, що наведена на рис. 2.12.

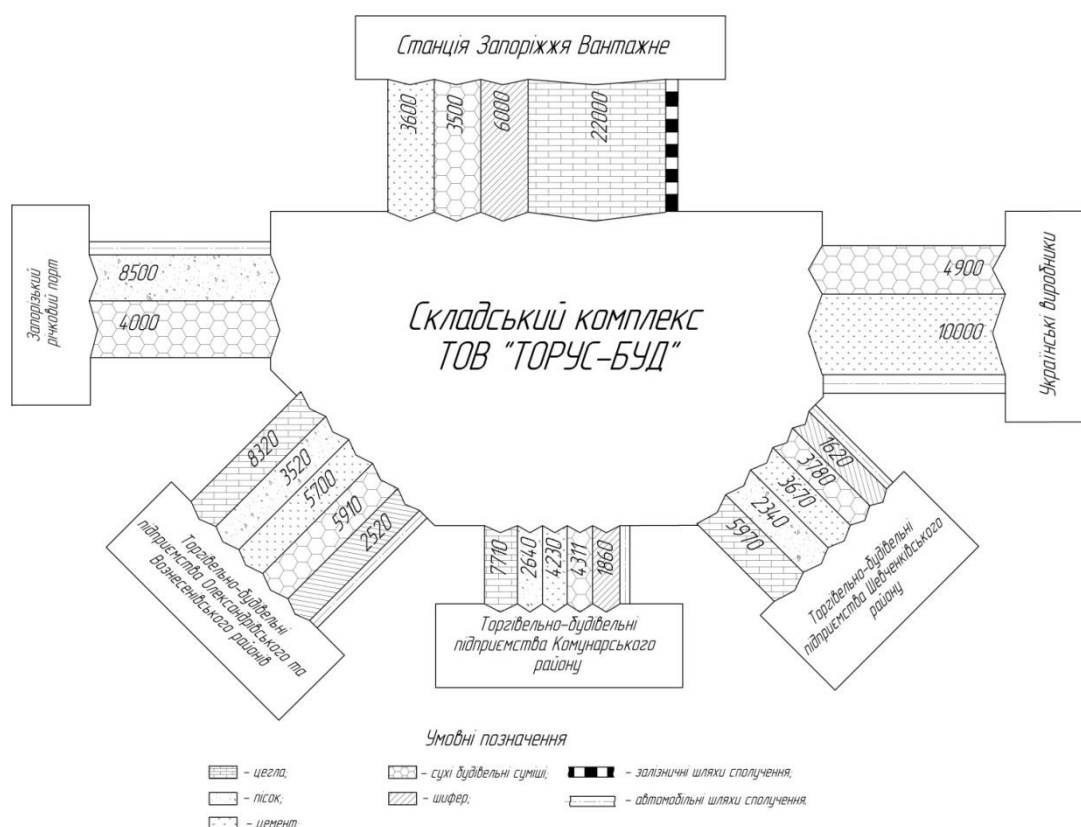


Рисунок 2.12 – Діаграма вантажопотоків будівельних матеріалів

## 2.4 Вибір транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу доставки вантажів і розрахунок норм їхнього завантаження

При розрахунку кількості транспортних засобів для доставки будівельних матеріалів клієнтам необхідно розрахувати норми завантаження транспортних засобів різними видами вантажів. Для розробки раціональної схеми розміщення вантажу в кузові автотранспортного засобу необхідно розглянути можливі варіанти розміщення й вибрати з них такий, котрий забезпечує повне завантаження.

Кількість одиниць вантажу, що розміщається по довжині  $L_{am}$ , ширині  $B_{am}$  та висоті  $H_{am}$  кузова автотранспортного засобу та їхня загальна кількість, визначається за формулами (4.15) – (4.21) [12].

Пропонується для доставки будівельних матеріалів використати автомобіль більшої вантажопідйомності та більш ефективний з точки зору витрати палива та маневреності: автомобіль MAN TGA 28.480, характеристика якого наведена в табл. 2.10 [13].

Таблиця 2.11 – Технічна характеристика автомобіля MAN TGA 28.480

| Найменування характеристики    | Значення параметра |
|--------------------------------|--------------------|
| Колісна формула                | 6×2                |
| Колісна база, мм               | 5650 + 1300        |
| Габаритні розміри, мм          | 12000×2500×4000    |
| Колія, мм: передня / задня     | 2040 / 1850        |
| Дозволена максимальна маса, кг | 27800              |
| Вантажопідйомність, кг         | 18000              |
| Стандартний розмір борта, мм   | 9700×2540×2500     |
| Витрата палива, л/100км        | 22,4               |
| Шини                           | 11,0×20-16PR       |
| Кількість коліс                | 10 + 1             |

Пропонується для завезення будівельних матеріалів від виробників використовувати більш сучасні транспортні засоби, які характеризуються більшою вантажопідйомністю та економічністю витрати палива – автопоїзд у складі тягача Mercedes Actros 1846 і напівпричепа Schmitz Cargobull, технічна характеристика якого наведена в табл. 2.11, 2.12 [14,15].

Таблиця 2.11 – Технічна характеристика тягача Mercedes Actros 1846

| Найменування параметра                            | Величина параметра |
|---------------------------------------------------|--------------------|
| Повна маса, кг                                    | 35000              |
| Споряджена маса у комплектації, кг                | 8000               |
| Вантажопідйомність, кг                            | 27000              |
| Висота навантаження, мм: з вантажем / без вантажу | 1245 / 1275        |
| Габаритні розміри напівпричепа, мм                | 13950×2600×4000    |
| Внутрішні розміри кузова усередині, мм            | 13415×2520×2650    |
| Кількість осей (коліс)                            | 3 (6 + 1)          |
| Шини                                              | 385/65R22,5        |

Таблиця 2.12 – Технічна характеристика напівпричепа Тягач Mercedes Actros 1846

| Найменування параметра            | Значення параметра |
|-----------------------------------|--------------------|
| Повна маса автомобіля, кг         | 34600              |
| Маса спорядженого автомобіля, кг  | 6500               |
| Номінальна вантажопідйомність, кг | 28500              |
| Об'єм кузова, м <sup>3</sup>      | 89,0               |
| Площа платформи, м <sup>2</sup>   | 33,8               |
| Габаритні розміри кузова, мм      | 13620×2480×2640    |
| Шини                              | 385/65R22,5        |
| Кількість осей / коліс            | 3/6+1              |

Для визначення фактичного завантаження транспортного засобу необхідно розробити схеми завантаження різними будівельними матеріалами.

При розробці схем виходимо з двох обмежень: номінальна вантажопідйомність та внутрішні габаритні розміри кузова. При узгодженні цих обмежень визначаємо два параметри: кількість будівельних матеріалів в кузові та його завантаження з урахуванням маси тари.

Визначимо норми завантаження автотранспорту різними видами будівельних матеріалів, що перевозяться транспортними пакетами.

1. Цегла надходить на складський комплекс, зберігається й відвантажується транспортними пакетами на піддонах 1000×1000 мм. Маса вантажу на піддоні – 850 кг, власна маса піддона – 30 кг. Розрахунок норм завантаження транспортних засобів по варіантах для цегли на піддонах наведений у табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Розрахунок норм завантаження транспортних засобів при перевезенні цегли

| Тип транспортного засобу      | Кількість па-<br>чок в АТЗ | Маса вантажу<br>в АТЗ, т | Завантаження<br>АТЗ, т |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Існуючий варіант              |                            |                          |                        |
| Автомобіль МАЗ-5336А5         | 8                          | 6800                     | 7040                   |
| Напівпричіп МАЗ-93802         | 18                         | 15300                    | 15840                  |
| Пропонований варіант          |                            |                          |                        |
| Автомобіль MAN TGA 28.480     | 18                         | 17100                    | 17640                  |
| Напівпричіп Schmitz Cargobull | 26                         | 22100                    | 22880                  |

2. Шифер надходить на складський комплекс, зберігається й відвантажується транспортними пакетами з використанням піддонів, стягнутих сталевією стрічкою. Розмір пакета – 1750×1120 мм. Маса одного листа шиферу – 21,6 кг, кількість листів шиферу в пачці – 100 од. Маса пачки шиферу: нетто – 2160 кг; брутто – 2240 кг.

Розрахунок норм завантаження автотранспорту для шиферу в пачках наведений у табл. 2.14.

Таблиця 2.14 – Розрахунок норм завантаження транспортних засобів при перевезенні шиферу

| Тип транспортного засобу | Кількість па-<br>чок в АТЗ | Маса вантажу<br>в АТЗ, т | Завантаження<br>АТЗ, т |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Існуючий варіант         |                            |                          |                        |
| Автомобіль МАЗ-5336А5    | 3                          | 6480                     | 6720                   |
| Напівпричіп МАЗ-93802    | 7                          | 15120                    | 15680                  |

Продовження таблиці 2.14

| Тип транспортного засобу      | Кількість па-<br>чок в АТЗ | Маса вантажу<br>в АТЗ, т | Завантаження<br>АТЗ, т |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Пропонований варіант          |                            |                          |                        |
| Автомобіль MAN TGA 28.480     | 8                          | 17280                    | 17920                  |
| Напівпричіп Schmitz Cargobull | 12                         | 25920                    | 26880                  |

3. Черепиця надходить на складський комплекс, зберігається й відвантажується транспортними пакетами, які стягнуті полімерною стрічкою. Розмір пакета – 2000×1000 мм. Маса одного листа черепиці – 10,5 кг, кількість листів черепиці в пачці – 70 од. Маса пачки черепиці 735 кг. Перевозиться черепиця в пачках у кузові у два ряди по висоті. Кожен ряд перекладається дерев'яними підкладками.

Розрахунок норм завантаження транспортних засобів для черепиці в пачках наведений у табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Розрахунок норм завантаження транспортних засобів при перевезенні черепиці

| Тип транспортного засобу      | Кількість па-<br>чок в АТЗ | Маса вантажу<br>в АТЗ, т | Завантаження<br>АТЗ, т |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Існуючий варіант              |                            |                          |                        |
| Автомобіль МАЗ-5336А5         | 9                          | 6615                     | 6615                   |
| Напівпричіп МАЗ-93802         | 26                         | 19110                    | 19110                  |
| Пропонований варіант          |                            |                          |                        |
| Автомобіль MAN TGA 28.480     | 24                         | 17640                    | 17640                  |
| Напівпричіп Schmitz Cargobull | 38                         | 27930                    | 27930                  |

4. Сухі будівельні суміші надходять на складський комплекс на піддонах транспортними пакетами залізничним й автомобільним транспортом. З порту імпорتنі будівельні суміші надходять в big-bag.

Цемент у пакетованому виді також надходить на піддонах залізничним й автомобільним транспортом. Якщо цемент завозиться транспортними засобами на-

валом, то на складі «Торус-Буд» згодом його фасують у паперові мішки масою по 25 кг під торговельною маркою «Градоліт», а потім доставляють клієнтам.

Річковий пісок по існуючому варіанті завозиться на базу самоскидами.

В роботі пропонується пісок завозити універсальним рухомим складом у м'яких контейнерах big-bag. На складі «Торус-Буд» сухий насипний пісок також фасується в паперові мішки масою 25 кг під торговельною маркою «Градоліт». Відвантажується пісок замовникам на піддонах.

Для всіх перерахованих вантажів середня маса вантажу на піддоні – 950 кг, власна маса піддона – 30 кг.

Розрахунок норм завантаження транспортних засобів для сухих будівельних сумішей, цементу й піску на піддонах наведений у табл. 2.16.

Таблиця 2.16 – Розрахунок норм завантаження транспортних засобів при доставці будівельних сумішей, цементу й піску на піддонах

| Тип транспортного засобу      | Кількість піддонів в АТЗ | Маса вантажу в АТЗ, т | Завантаження АТЗ, т |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| Існуючий варіант              |                          |                       |                     |
| Автомобіль МАЗ-5336А5         | 7                        | 6650                  | 6860                |
| Напівпричіп МАЗ-93802         | 18                       | 17100                 | 17680               |
| Пропонований варіант          |                          |                       |                     |
| Автомобіль MAN TGA 28.480     | 20                       | 19000                 | 19600               |
| Напівпричіп Schmitz Cargobull | 28                       | 26600                 | 27440               |

У всіх випадках номінальна вантажопідйомність транспортних засобів не перевищується.

Завезення піску з річкового порту в цей час здійснюється автомобілями-самоскидами Камаз-5513, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.3. Визначимо кількість наливного піску, що перевозиться за один оборот автомобілем по формулі [12]:

$$q_{\text{вант}} = V \cdot \varphi \cdot \rho, \quad (2.1)$$

де  $V$  - ємність кузова самоскида за технічною характеристикою,  $\text{м}^3$ ;  $V = 0,78 \cdot 2,34 \cdot 1,16 = 12,97 \text{ м}^3$ ;

$\varphi$  - коефіцієнт заповнення кузова наливним піском;

$\rho$  - насипна щільність наливного піску,  $\text{т/м}^3$ ;  $\rho = 1,35 \text{ т/м}^3$ .

$$q_{\text{вант}} = 12,97 \cdot 0,8 \cdot 1,35 = 14,0 \text{ т.}$$

Вантажопідйомність автомобіля 11,0 т, то й кількість піску, перевезена за один рейс, також становить 11,0 т, тому що в протилежному випадку перевищується його номінальна вантажопідйомність.

Пропонується пісок завозити з порту не навалом, а в м'яких контейнерах для сипких вантажів. Це дасть можливість на перевезеннях піску використати універсальні транспортні засоби, які можна буде завантажувати вантажем в обох напрямках: прямому й зворотному. У прямому напрямку автотранспорт буде доставляти вантаж клієнтам, а у зворотному – завозити пісок на складський комплекс ТОВ «Торус-Буд». В бортових транспортних засобах технічно можливо перевозити й м'які контейнери, і вантажі на піддонах або в пачках.

Габаритні розміри м'якого контейнера в завантаженому стані  $980 \times 980 \times 1250$  мм. Кількість піску в big-bag визначимо по формулі (2.7):

$$q_{\text{пісок}} = (0,98 \cdot 0,98 \cdot 1,25) \cdot 0,8 \cdot 1,35 = 1,3 \text{ т.}$$

Завантаження транспортних засобів м'якими контейнерами big-bag з піском по проектному варіанті наведені в табл. 2.17.

Таблиця 2.17 – Розрахунок норм завантаження транспортних засобів при доставці піску в м'яких контейнерах для сипких вантажів

| Тип транспортного засобу      | Кількість<br>big-bag в АТЗ | Маса вантажу<br>в АТЗ, т | Завантаження<br>АТЗ, т |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Пропонований варіант          |                            |                          |                        |
| Автомобіль MAN TGA 28.480     | 20                         | 19000                    | 19600                  |
| Напівпричіп Schmitz Cargobull | 28                         | 26600                    | 27440                  |

Всі розраховані дані по визначенню кількості вантажу в транспортних засобах будемо використати при визначенні часу простою під вантажними операціями.

## 2.5 Розрахунок кількості транспортної тари для організації доставки будівельних матеріалів споживачам

Для зберігання на складі й централізованих перевезень будівельних матеріалів транспортними пакетами клієнтам компанії застосувати пластикові піддони, які мають знані переваги у порівнянні із звичайними дерев'яними, до яких ставляться:

- тривалість експлуатації 10 років і більше;
- температурний режим експлуатації: від -30°C до +80°C;
- висока опірність кислотним і лужним середовищам;
- не піддаються гниттю, не втримують і не убирають вологу;
- відсутні цвяхи, гострі кути, чим підвищується безпека роботи;
- витримують статичне навантаження до 7500 кг.

Технічна характеристика піддона наведена в табл. 2.18 [16].

Таблиця 2.18 – Технічна характеристика пластикового піддона

| Найменування параметра                          | Величина параметра |
|-------------------------------------------------|--------------------|
| 1. Номенклатура піддона                         | 33-1208-634R       |
| 2. Габаритні розміри, мм                        | 1200×800×160       |
| 3. Власна маса, кг                              | 16,0               |
| 4. Максимальні навантаження, що витримують, кг: |                    |
| - у статиці                                     | 5000               |
| - у динаміці                                    | 1500               |

Середнє завантаження одного піддона будівельними матеріалами залежить від величини замовлення й від виду продукції. При розрахунках середня кількість вантажу, покладеного на піддоні, приймаємо 950 кг.

Загальна кількість пластикових піддонів, яка повинна бути для забезпечення технологічного процесу доставки будівельних матеріалів споживачам, визначається за методикою, наведеною в [17]. При розрахунках визначаємо необхідну кількість засобів пакування для перевезення, для зберігання і для обміну на вантажних пунктах. За даними таблиці 2.8 річний вантажопотік по основних видах будівельних матеріалів склав:

- пісок – 8500 т/рік; цемент – 13600 т/рік; будівельні суміші – 12400 т/рік;
- сумарний вантажопотік  $Q_{річн}^{заг} = 34500$  т/рік.

Максимальний розмір одноразової поставки (кількість вантажу в кузові автомобіля), т; за даними табл. 2.16  $Q_{max}^{noc} = 19,0$  т.

Нормативний запас зберігання будівельних матеріалів на складському комплексі ТОВ «Торус-Буд» розрахований на 5 діб.

Визначимо необхідну кількість пластикових піддонів для організації зберігання й централізованого завезення будівельних матеріалів транспортними пакетами» по формулах (2.16) - (2.19) [15]:

$$N_{під}^{nep} = \frac{34500 \cdot 1}{0,95 \cdot 300} = 121 \text{ піддон}; \quad N_{під}^{of} = \frac{19,0 \cdot 1,547}{0,95} = 31 \text{ піддон};$$

$$N_{під}^{збер} = \frac{34500 \cdot 5}{365 \cdot 0,95} = 497 \text{ піддонів}; N_{під}^{заг} = 121 + 31 + 497 = 649 \text{ піддонів.}$$

Таким чином, для реалізації проектних пропозицій по формуванню замовлень для завезення на підприємства клієнтів необхідно придбати 650 пластикових піддонів.

За цими ж формулами розрахуємо кількість м'яких контейнерів big-bag для завезення з річкового порту піску й тимчасового зберігання його на складі:

$$N_{b-b}^{пер} = \frac{8500 \cdot 1}{1,3 \cdot 300} = 22 \text{ big-bag}; N_{b-b}^{оф} = \frac{19,0 \cdot 1,547}{1,3} = 23 \text{ big-bag};$$

$$N_{b-b}^{збер} = \frac{34500 \cdot 5}{365 \cdot 1,3} = 364 \text{ big-bag}; N_{b-b}^{заг} = 22 + 23 + 364 = 409 \text{ big-bag.}$$

Для реалізації пропозицій по завезенню піску із другого вантажного району річкового порту на складський комплекс «Торус-Буд» у затареному виді необхідно придбати 410 big-bag.

## **2.6 Забезпечення технічної оснащеності вантажних фронтів складського комплексу «Торус-Буд»**

В роботі розглядаються питання вдосконалення технологічного процесу доставки будівельних матеріалів, перевезених транспортними пакетами. Вантажі, що надходять на піддонах, прибувають у критих транспортних засобах і розвантажуються через рампу навантажувачами, які оснащені виделковими захватами.

Технічна характеристика навантажувачів, використовуваних на складі «Торус-Буд» наведена в табл. 2.19.

Таблиця 2.19 – Технічна характеристика навантажувача Komatsu FB-1012

| Найменування характеристики                          | Значення       |
|------------------------------------------------------|----------------|
| Тип приводу                                          | електричний    |
| Вантажопідйомність, кг                               | 1000           |
| Висота підйому, мм                                   | 3000           |
| Нахил щогли, град., уперед / назад                   | 8/10           |
| Габаритні розміри, мм                                | 2825×1100×1995 |
| Швидкість підйому вив, м/с: з вантажем / без вантажу | 0,44/0,32      |
| Швидкість пересування, км/ч                          | 13,5           |
| Зовнішній радіус повороту, мм                        | 1750           |

Вантажі, що прибувають у відкритому рухомому складі – цегла й шифер – вивантажуються на відкритій площадці козловим краном, технічна характеристика якого наведена в табл. 2.20.

Таблиця 2.20 – Технічна характеристика козлового крана

| Найменування характеристики    | Значення |
|--------------------------------|----------|
| Вантажопідйомність, т          | 6,0      |
| База крана, м                  | 10,0     |
| Проліт, м                      | 16,0     |
| Виліт консолі, м               | 4,5      |
| Висота підйому вантажу, м      | 9,0      |
| Ширина просвіту між опорами, м | 5,5      |
| Швидкість, м/хв:               |          |
| - підйому вантажу              | 20,0     |
| - пересування візка            | 90,0     |
| - пересування крана            | 60,0     |

Для розвантаження пакетів цегли використовують захват-скобу, а для перевантаження шиферу кран обладнається траверсою із гнучкими гілками.

Для розвантаження піску в м'яких контейнерах big-bag також використаємо козловий кран, обладнаний строповим захватом.

Кількість механізмів, необхідних для виконання робіт з навантаження й вивантаження транспортних засобів, визначається за формулою (2.25) [17]. Основні параметри, від яких залежить кількість механізмів, – величина вантажопотоку і продуктивність, яка розраховується за формулою (2.20) [17].

Продуктивність машин періодичної дії залежить кількості циклів, що виконується за одиницю часу, та кількості вантажу, перероблюваного за один цикл.

Значення тривалості циклу для навантажувачів розраховуємо за формулами (14) – (16) [18], а для козлового крану – за формулою (20) [18].

Розрахуємо тривалість циклу навантажувача:

- час переміщення навантажувача при виконанні операцій на складському комплексі:

$$t_3 = t_{10} = 20/2,22 + 3 = 12 \text{ с};$$

- час на підйом й опускання вантажу при виконанні вантажних робіт:

$$t_5 = t_8 = 1,0/0,42 + 3 = 6,0 \text{ с};$$

- загальна тривалість циклу навантажувача при виконанні робіт на складському комплексі:

$$t_{\text{ц}} = 0, \cdot (10 + 8 + 12 + 5 + 6 + 6 + 2 + 6 + 8 + 12 + 8) = 66,4 \text{ с}.$$

Розрахуємо технічну та експлуатаційну продуктивність навантажувача при переробці будівельних матеріалів на піддонах:

$$P_{\text{техн}}^{\text{пер}} = \frac{0,95 \cdot 3600}{66,4} = 51,5 \text{ т/год.}; \quad P_{\text{експл}}^{\text{пер}} = 51,5 \cdot 0,85 = 43,78 \text{ т/год.}$$

Сумарний добовий вантажопотік будівельних матеріалів на піддонах становить (за даними табл. 2.8):

$$Q_{доб}^{nid} = 43,83 + 70,13 + 63,94 = 177,90 \text{ т/добу.}$$

Розрахуємо необхідну кількість навантажувачів для забезпечення виконання вантажних операцій з будівельними матеріалами на піддонах:

$$N_{нав} = \frac{177,90 \cdot 3}{43,78 \cdot 1,8} = 1,52; \text{ приймаємо 2 навантажувача.}$$

Розрахуємо тривалість циклу козлового крана при виконанні вантажних операцій з різними вантажами:

- при навантаженні-розвантаженні цегли пакетами

$$t_y = 5 + 5 + \left( \frac{4 \cdot 3,0}{0,33} + \frac{2 \cdot 20}{1,0} + \frac{2 \cdot 12,5}{1,5} \right) \cdot 0,8 = 85 \text{ с;}$$

- при навантаженні-розвантаженні шиферу в пачках

$$t_y = 16 + 18 + \left( \frac{4 \cdot 5,0}{0,33} + \frac{2 \cdot 20}{1,0} + \frac{2 \cdot 12,5}{1,5} \right) \cdot 0,8 = 128 \text{ с;}$$

- при розвантаженні піску в big-bag

$$t_y = 7 + 8 + \left( \frac{4 \cdot 5,0}{0,33} + \frac{2 \cdot 20}{1,0} + \frac{2 \cdot 12,5}{1,5} \right) \cdot 0,8 = 108 \text{ с.}$$

Технічна та експлуатаційна продуктивність козлового крана при виконанні операцій з різними вантажами складе:

- при навантаженні-розвантаженні цегли

$$P_{цегла}^{техн} = \frac{0,85 \cdot 3600}{85,0} = 36,0 \text{ т/год.}; \quad P_{цегла}^{експл} = 36,0 \cdot 0,85 = 30,6 \text{ т/год.};$$

- при навантаженні-розвантаженні шиферу

$$P_{техн}^{шифер} = \frac{2,16 \cdot 3600}{128,0} = 60,75 \text{ т/Год.}; \quad P_{експл}^{шифер} = 60,75 \cdot 0,85 = 71,47 \text{ т/Год.};$$

- при розвантаженні піску в big-bag

$$P_{техн}^{big-bag} = \frac{1,3 \cdot 3600}{108,0} = 43,33 \text{ т/Год.}; \quad P_{експл}^{big-bag} = 43,33 \cdot 0,85 = 36,83 \text{ т/Год.}$$

Добовий вантажопотік перерахованих вантажів приймаємо за даними табл. 2.8. Розрахуємо необхідну кількість козлових кранів при організації вантажно-розвантажувальних робіт з вантажами відкритого зберігання (цегла, шифер – розвантаження й навантаження; пісок – вивантаження):

$$N_{кк} = \frac{113,44 \cdot 2}{30,6 \cdot 1 \cdot 12} + \frac{30,94 \cdot 2}{71,47 \cdot 1 \cdot 12} + \frac{43,92}{36,83 \cdot 1 \cdot 12} = 0,97; \text{ приймаємо 1 кран.}$$

## 2.7 Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій

Загальний час знаходження автотранспортних засобів на вантажному фронті окрім безпосередньо вантажної операції включає також і час на виконання підготовчих і заключних операцій та розраховується за формулами (2.26) – (2.27) [17].

Для подальших розрахунків елементів перевізного процесу при обслуговуванні клієнтів ТОВ «Торус-Буд» визначимо час простою під навантаженням-вивантаженням транспортних засобів по варіантах.

### 1. Існуючий варіант

По існуючому варіанті доставка будівельних вантажів клієнтам здійснюється автомобілями МАЗ-5336А5. Знаючи норму завантаження транспортного засобу різними видами вантажів (табл. 2.14 - 2.18) і продуктивність механізмів, визначимо час простою автомобіля під навантаженням – розвантаженням.

Будівельні матеріали в мішках і пакетах завантажуються окремими вантажними одиницями вручну або за допомогою ручного гідравлічного візка. По даним хронометражних спостережень тривалість простою під завантаженням – 1,0 година. Результати розрахунків зводимо в табл. 2.21.

Таблиця 2.21 – Тривалість простою транспортних засобів під вантажними операціями по існуючому варіанті

| Найменування<br>вантажу                                                         | $q_{\text{вант}}^{\text{ат}}$ ,<br>т | $P_{\text{експл}}$ ,<br>т/ГОД. | Тривалість операції, хв.           |                   |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------|------------------|
|                                                                                 |                                      |                                | $t_{\text{підг}}, t_{\text{закл}}$ | $t_{\text{вант}}$ | $T_{\text{заг}}$ |
| Автомобіль МАЗ-5336А5                                                           |                                      |                                |                                    |                   |                  |
| Цегла                                                                           | 6,80                                 | 30,60                          | 15,0                               | 15,0              | 30,0 = 0,50 год. |
| Шифер, черепиця                                                                 | 6,48                                 | 71,47                          | 15,0                               | 12,0              | 27,0 = 0,45 год. |
| Суміші, цемент, пісок                                                           | 6,65                                 |                                | 15,0                               | 45,0              | 60,0 = 1,00 год. |
| Автопоїзд у складі тягача Mercedes Actros 1846 і напівпричепи Schmitz Cargobull |                                      |                                |                                    |                   |                  |
| Цегла                                                                           | 15,30                                | 30,60                          | 20,0                               | 30,0              | 50,0 = 0,85 год. |
| Шифер                                                                           | 15,12                                | 71,47                          | 20,0                               | 20,0              | 40,0 = 0,70 год. |
| Сухі суміші                                                                     | 17,10                                | 43,78                          | 20,0                               | 24,0              | 45,0 = 0,75 год. |
| Цемент                                                                          | 17,50                                |                                | 20,0                               | 55,0              | 75,0 = 1,25 год. |

На цей час для доставки будівельних матеріалів із заводів-виробників використовуються автопоїзди. Розвантаження автопоїздів із шифером і цеглою виконується механізованим образом із застосуванням козлового крана. Вивантаження сухих будівельних сумішей на піддонах виконуються також механізованим способом – навантажувачами. Цемент, що надходить у мішках, вивантажується із застосуванням ручних гідравлічних візків.

## 2. Пропонований варіант

За пропонованим варіантом доставка клієнтам будівельних матеріалів транспортними пакетами здійснюється автомобілями MAN TGA 28.480. Навантаження на складі виконуються навантажувачами. Розрахунок норм часу на вантажні операції з автомобілями наведений у табл. 2.22.

Для завезення будівельних матеріалів з підприємств-постачальників пропонується використати автопоїзди в складі тягача Mercedes Actros 1846 і напівпричепа Schmitz Cargobull. Тривалість виконання вантажних операцій з автопоїздами також в табл. 2.22.

Таблиця 2.22 – Тривалість простою транспортних засобів під вантажними операціями по проектному варіанті

| Найменування<br>вантажу                                                         | $q_{\text{вант}}^{\text{ат}}$ ,<br>т | $P_{\text{експл}}$ ,<br>т/ГОД. | Тривалість операції, хв.           |                   |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------|------------------|
|                                                                                 |                                      |                                | $t_{\text{підг}}, t_{\text{закл}}$ | $t_{\text{вант}}$ | $T_{\text{заг}}$ |
| Автомобіль MAN TGA 28.480                                                       |                                      |                                |                                    |                   |                  |
| Цегла                                                                           | 17,10                                | 30,60                          | 15,0                               | 34,0              | 50,0 = 0,85 год. |
| Шифер, черепиця                                                                 | 17,28                                | 71,47                          | 15,0                               | 15,0              | 30,0 = 0,50 год. |
| Суміші, цемент, пісок                                                           | 19,00                                | 43,78                          | 15,0                               | 27,0              | 42,0 = 0,70 год. |
| Автопоїзд у складі тягача Mercedes Actros 1846 і напівпричепа Schmitz Cargobull |                                      |                                |                                    |                   |                  |
| Цегла                                                                           | 22,10                                | 30,60                          | 20,0                               | 44,0              | 65,0 = 1,08 год. |
| Шифер                                                                           | 25,92                                | 71,47                          | 20,0                               | 20,0              | 40,0 = 0,70 год. |
| Сухі суміші                                                                     | 26,60                                | 43,78                          | 20,0                               | 24,0              | 45,0 = 0,75 год. |

Розраховані значення часу виконання вантажних операції будемо використати при розрахунках елементів перевізного процесу для маршрутів доставки будівельних матеріалів по варіантах.

## 2.8 Розрахунок параметрів критого складу для зберігання будівельних матеріалів в транспортних пакетах

На території складського комплексу будівельних матеріалів ТОВ «Торус-Буд» перебувають криті склади й відкрита площадка.

Блок критих складів спеціалізований по номенклатурі збережених вантажів:

- склад оздоблювальних матеріалів;
- склад вантажів сухого будівництва;
- склад покрівельних і пиломатеріалів;
- склад лакофарбової продукції й металовиробів.

Розглянуті вантажі – сухі будівельні суміші, цемент у мішках і фасований пісок – зберігаються в складі вантажів сухого будівництва. У цьому ж складі зберігаються гіпсокартонні системи.

Загальна площа існуючого складу сухого будівництва (з урахуванням проходів і проїздів) становить  $1632 \text{ м}^2$ ; габаритні розміри складу  $68,0 \times 24,0 \text{ м}$ .

Пропонується склад обладнати круговим палетоформувальником для нанесення stretch плівки на піддони з формованими замовленнями, необхідно перевірити чи досить наявної площі для організації ділянки попередньої комплектації замовлень.

Всі розрахункові параметри складу для зберігання вантажів в транспортних пакетах визначаються за методикою, наведеною в підрозділі 3.5 [19].

Площі всіх ділянок складу розраховуємо за методом елементарних площадок, якою в нашому випадку є піддон з вантажем габаритними розмірами в плані  $1200 \times 800 \text{ мм}$ .

Площа, яку займає елементарна площадка з урахуванням зазорів між вантажними одиницями, складе:

$$\Delta F = (1,2 + 0,1) \cdot (0,8 + 0,1) = 1,17 \text{ м}^2.$$

Ємність складу розраховуємо на нормативний строк зберігання рівний 7 діб, тому що такий норматив прийнятий на підприємстві.

$$E_{скл} = (43,83 + 70,13 + 63,94) \cdot 7 = 1306,69 \text{ т};$$

Кількість елементарних площадок складу будівельних матеріалів:

$$n_{пл} = \frac{1306,69}{1,17 \cdot 1,9} = 492 \text{ площадки.}$$

Корисна площа складу для зберігання будівельних матеріалів транспортними пакетами та площа проходів і проїздів для штабелюючих машин складе:

$$S_{кор} = \Delta F \cdot Z = 1,17 \cdot 492 = 576 \text{ м}^2; \quad S_{пр} = 576 \cdot 1,4 = 806 \text{ м}^2.$$

Площа службових приміщень для працівників складу розраховувати не будемо, оскільки на існуючому складі для цього виділена окрема секція загальною площею 57 м<sup>2</sup>.

Всі будівельні матеріали, які надходять на склад від виробників і постачальників, спочатку знаходяться на ділянці прийому та сортування, ємність якої залежить від значення річного вантажопотоку та терміну знаходження вантажів на цій ділянці. Річний вантажопотік вантажів сухого будівництва становить:

$$Q_{год} = 13600 + 14000 + 8600 = 36200 \text{ т/рік.}$$

Термін знаходження прибулих будівельних матеріалів на ділянці прийому та сортування за даними спостережень в середньому складає 0,5 доби.

$$E_c = \frac{36200 \cdot 1,532 \cdot 0,5}{300} = 92,4 \text{ т.}$$

При габаритних розмірах транспортних пакетів  $1,4 \times 1,0 \times 1,35$  мм;  $f_m = 0,95$ ;  $\rho = 0,95$  т/м<sup>3</sup>;  $f = 0,96$  площа на ділянці прийому й сортування для тимчасового зберігання прибулих вантажів для розрахованої ємності складе:

$$S_{сорт}^{збер} = \frac{92,4}{1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,96} = 57 \text{ м}^3.$$

При загальному вантажопотоці 36200 т/рік з урахуванням коефіцієнта нерівномірності прибуття 1,547 протягом робочої зміни необхідно сформувати таку кількість піддонів для відвантаження клієнтам компанії:

$$N_{комп} = \frac{36200 \cdot 1,547}{300 \cdot 0,95} = 196 \text{ піддонів.}$$

Кількість піддонів, що комплектується за зміну одним робітником (при нормі на комплектування одного піддона 10 хвилин) складе:

$$R_{комп} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 1,532 \cdot 1}{10} = 74 \text{ піддона.}$$

Тоді площа для роботи комплектувальників (при нормі площі для розміщення одного комплектувальника  $10 \text{ м}^2$ ) за площа, яку необхідно виділити для тимчасового знаходження на ділянці вже укомплектованих піддонів, складуть:

$$S_{комп}^p = (196/74) \cdot 10 = 27 \text{ м}^2; \quad S_{комп}^{збер} = \frac{1,5 \cdot 196 \cdot 0,5}{1,04 \cdot 2} = 71 \text{ м}^2.$$

Загальна площа ділянки комплектації складе:

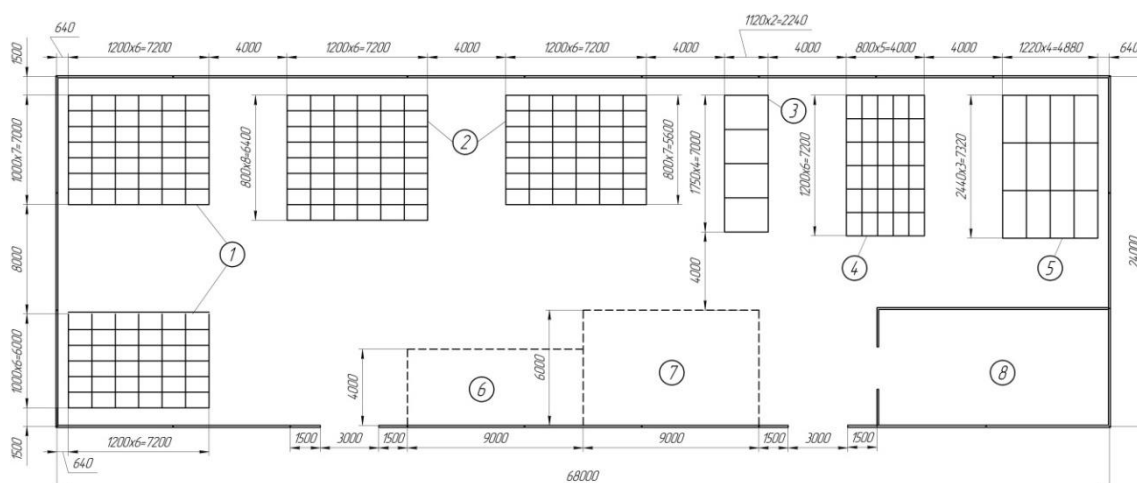
$$S_{комп} = 71 + 27 = 98 \text{ м}^2.$$

Загальна площа критого складу сухого будівництва визначиться за сумою розрахованих значень:

$$S_{\text{заг}} = 576 + 806 + 57 + 98 = 1537 \text{ м}^2.$$

Розрахункова площа складу відповідає значенню існуючих площ (1632 м<sup>2</sup>) складу сухого будівництва.

Отже, даний склад здатний прийняти всю кількість вантажів сухого будівництва, що надходять від постачальників, на тимчасове зберігання й складську переробку, яка включає формування партій для відправлення клієнтам компанії. Схема критого складу сухого будівництва ТОВ «Торус-Буд» наведена на рис. 2.13.



#### Технічна характеристика:

|                                                  |       |
|--------------------------------------------------|-------|
| 1. Довжина, мм                                   | 68000 |
| 2. Ширина, мм                                    | 24000 |
| 3. Висота, мм                                    | 6500  |
| 4. Загальна площа складу, м <sup>2</sup>         | 1426  |
| 5. Корисна площа складу, м <sup>2</sup>          | 504   |
| 6. Об'єм складу, м <sup>3</sup>                  | 6318  |
| 7. Коефіцієнт використання корисної площі складу | 0,268 |

#### Спеціалізація складських ділянок:

- 1 – зона зберігання сухих будівельних сумішей "Polimin";
- 2 – зона зберігання сухих будівельних сумішей "Knauf";
- 3 – зона зберігання сухих будівельних сумішей "BUDMAJSTER";
- 4 – зона зберігання сухих будівельних сумішей "KREISEL"; "ABS"; "PLATO";
- 5 – зона зберігання цементу в мішках;
- 6 – зона приймання та сортування;
- 7 – зона комплектації замовлень;
- 8 – службові приміщення.

Рисунок 2.13 – Схема критого складу сухого будівництва компанії ТОВ «Торус-Буд»

## **2.9 Організація перевезень будівельних матеріалів компанії «Торус-Буд» в транспортних пакетах**

### **2.9.1 Розробка й розрахунок маршрутів перевезення будівельних матеріалів з підприємств-виробників на склад ТОВ «Торус-Буд»**

Для рішення питань з підвищення ефективності транспортного обслуговування при доставці будівельних матеріалів з підприємства-виробників на склад ТОВ «Торус-Буд» необхідно розробити проєктні маршрути руху, які дозволять максимально підвищити продуктивність автотранспорту за рахунок застосування транспортних засобів більшої вантажопідйомності й місткості.

Для спрощення процесу розробки маршрутів і подальших технологічних розрахунків необхідно визначити значення таропотоків по кожному вантажному пункті відправлення будівельних матеріалів.

На підставі даних, наведених у табл. 1.1, складаємо відомість таропотоків по всіх видах будівельних матеріалів, які надходять транспортними пакетами на склад ТОВ «Торус-Буд» автотранспортом.

У таблиці також зазначена кількість оборотів автопоїзда, які необхідно виконати, щоб завезти весь обсяг будівельних матеріалів на склад, по варіантах. При розрахунку враховуємо дані по завантаженню транспортних засобів, наведені в таблицях 2.14 - 2.16.

Для доставки будівельних матеріалів по *існуючому варіанті* використовується автопоїзд у складі тягача МАЗ-5432А3 і напівпричепа МАЗ-93802, а за пропозиціями – автопоїзд у складі тягача Mercedes Actros 1846 і напівпричепа Schmitz Cargobull.

Відомість таропотоків надходження будівельних матеріалів транспортними пакетами на склад «Торус-Буд» наведена в табл. 2.23.

Таблиця 2.23 – Таропотоки надходження автотранспортом будівельних матеріалів транспортними пакетами на склад «Торус-Буд»

| Найменування вантажу й відправника | $Q_{год}$ ,<br>т/рік | $N_{год}$ ,<br>пак. /рік | Річна кількість оборотів АТ |     |
|------------------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|-----|
|                                    |                      |                          | існ.                        | пр. |
| 1 Цегла (Токмак)                   | 7000                 | 8235                     | 458                         | 317 |
| 2 Суміші «Knauf» (Київ)            | 4000                 | 4210                     | 234                         | 150 |
| 3 Суміші «Альфапол» (Дніпро)       | 2500                 | 2105                     | 117                         | 75  |
| 4 Суміші «Polimin» (Олешки)        | 3500                 | 3684                     | 205                         | 132 |
| 5 Суміші «BUDMAJSTER» (Павлоград)  | 4000                 | 4210                     | 234                         | 150 |
| 6 Шифер (Балаклея)                 | 2800                 | 1297                     | 186                         | 108 |
| 7 Черепиця (Дніпро)                | 4200                 | 4000                     | 154                         | 105 |

Сумарна кількість оборотів при завезенні будматеріалів із Дніпропетровська по варіантах складе: існуючий – 271 об.; пропонований – 180 об.

Завезення будівельних матеріалів на склад ТОВ «Торус-Буд» відбувається по маятникових маршрутах, для яких необхідно визначити елементи перевізного процесу, до яких ставляться:

- тривалість руху на певному маршруті;
- час на виконання вантажних операцій;
- тривалість відпочинків водія протягом процесу руху та тривалі нічні відпочинки.

У цей час на перевезеннях будівельних матеріалів із заводів-виробників на склад ТОВ «Торус-Буд» використовуються автопоїзди в складі тягача МАЗ-543119 і напівпричепа МАЗ-93802 загальною кількістю 7 од.

Показники роботи автопоїздів по *існуючому варіанті*:

- річний пробіг:  $L_{річн}^{існ} = 596790$  км;
- час роботи на маршрутах:  $T_{річн}^{існ} = 19620$  год.

Розрахунок показників маршрутів для транспортних засобів за пропонованим варіантом для кожного з маршрутів наведений у табл. 2.24.

Таблиця 2.24 – Розрахунок маршрутів завезення будівельних матеріалів від постачальників на склад «Торус-Буд» за пропонованим варіантом

| Пункт відвантаження | $n_{об}^{річн}$            | Відстань, км          |                | Час виконання операції, год. |                  |                   |                 |            | $N_{ам}$ |
|---------------------|----------------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------|----------|
|                     |                            | $\Sigma L_{м}^{рейс}$ | $L_{м}^{річн}$ | $\Sigma t_{рух}$             | $\Sigma t_{н-р}$ | $\Sigma t_{відп}$ | $\Sigma T_{об}$ | $T_{річн}$ |          |
| Токмак              | 317                        | 100                   | 31700          | 2,0                          | 2,0              | 1,0               | 5,0             | 1585       | 0,79     |
| Київ                | 150                        | 1000                  | 150000         | 20,0                         | 2,0              | 15,0              | 37,0            | 5550       | 0,77     |
| Дніпро              | 180                        | 210                   | 37800          | 4,2                          | 2,0              | 1,0               | 7,2             | 1296       | 0,65     |
| Олешки              | 132                        | 576                   | 76032          | 11,5                         | 2,0              | 1,5               | 15,0            | 1980       | 0,99     |
| Павлоград           | 150                        | 280                   | 27500          | 5,6                          | 2,0              | 1,5               | 5,1             | 765        | 0,38     |
| Балаклея            | 108                        | 680                   | 73440          | 13,6                         | 2,0              | 14,0              | 29,6            | 3197       | 0,44     |
| Разом               | $L_{м}^{річн} = 393472$ км |                       |                | $T_{річн} = 14373$ год.      |                  |                   |                 |            | 4,02     |

В таблиці 2.24 позначено:

$n_{об}^{річн}$  - річна кількість оборотів для кожного пункту;

$\Sigma L_{м}^{рейс}$  - пробіг автопоїзда за один оборотний рейс;

$L_{м}^{річн}$  - загальний річний пробіг автопоїздів при завезенні будівельних матеріалів від постачальників на складський комплекс «Торус-Буд»;

$\Sigma t_{рух}$  - часу руху автопоїзда на кожному маршруті при виконанні перевезення;

$\Sigma t_{н-р}$  - загальний час на виконання вантажних операцій за оборотний рейс;

$\Sigma t_{відп}$  - загальний час за оборотний рейс на відпочинки: короткі перерви, передбачені вимогами до організації робочого часу водіїв, обідні перерви та нічний відпочинок на маршрутах із значною відстанню перевезення;

$\Sigma T_{об}$  - загальний час одного оборотного рейсу;

$T_{річн}$  - загальний час, відпрацьований на всіх маршрутах протягом року.

Для завезення будівельних матеріалів, які надходять транспортними пакетами, на склад з підприємства-виробників за *пропонованим варіантом* приймаємо кількість автопоїздів у складі тягача Mercedes Actros 1846 і напівпричепа Schmitz Cargobull – 4 од.

## 2.9.2 Розробка маршрутів доставки будівельних матеріалів транспортними пакетами зі складського комплексу ТОВ «Торус-Буд» клієнтам

Для розробки маршрутів необхідно визначити кількість вантажних місць із будівельними матеріалами, які необхідно доставити кожному одержувачеві, по формулі (3.52) [19].

Розрахунок виконуємо для цегли, шиферу й продукції на піддонах (цемент, пісок, будівельні суміші). Розрахункові значення кількості перевезених вантажних місць по кожному одержувачу наведені в табл. 2.25.

Таблиця 2.25 – Проектні вантажопотоки відвантаження будівельних матеріалів для централізованої доставки клієнтам

| Найменування вантажоодержувача | Найменування вантажу |                    |           |                    |                    |                    |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                | Цегла                |                    | Шифер     |                    | Вантажі на піддоні |                    |
|                                | $Q_{доб}$            | $n_{доб}^{ван.м.}$ | $Q_{доб}$ | $n_{доб}^{ван.м.}$ | $Q_{доб}$          | $n_{доб}^{ван.м.}$ |
| ПСК «Фьюче ЛТД»                | 7,43                 | 9                  | 2,0       | 1                  | 9,80               | 10                 |
| ТОВ «Січ-Інженерінг»           | 5,90                 | 7                  | 1,6       | 1                  | 9,70               | 10                 |
| ЗАТ «Снабторг»                 | 9,60                 | 11                 | 6,5       | 1                  | 11,20              | 12                 |
| ТОВ «Пласт»                    | 4,80                 | 5                  | 2,3       | 1                  | 7,50               | 8                  |
| ТОВ «Ореанда»                  | 6,60                 | 8                  | 1,8       | 1                  | 9,40               | 10                 |
| НП «Шторм»                     | 7,00                 | 8                  | 1,9       | 1                  | 9,50               | 10                 |
| ТОВ «Технобудіндустрія»        | 6,30                 | 7                  | 1,7       | 1                  | 13,30              | 14                 |
| ТОВ «Піраміда»                 | 8,60                 | 10                 | 2,3       | 1                  | 17,10              | 20                 |
| ТОВ «Будівельник»              | 10,20                | 12                 | 2,0       | 1                  | 6,55               | 7                  |
| ТОВ «Камріс»                   | 6,90                 | 8                  | 1,9       | 1                  | 10,60              | 11                 |

При розробці проектних маршрутів необхідно враховувати, що за пропонованим варіантом із Запорізького річкового порту на склад ТОВ «Торус-Буд» завозяться:

- сухі будівельні суміші в big-bag з 1 вантажного району;

- пісок в big-bag з 2 вантажні райони.

Вантажопотоки надходження цих вантажів на склад наведені в табл. 2.26.

Таблиця 2.26 – Вантажопотоки надходження піску й будівельних сумішей з порту на склад ТОВ «Торус-Буд»

| Найменування вантажу | 1 вантажний район |                    | 2 вантажний район |                    |
|----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|                      | $Q_{доб}$         | $n_{доб}^{ван.м.}$ | $Q_{доб}$         | $n_{доб}^{ван.м.}$ |
| Будівельні суміші    | 13,33             | 14                 | -                 | -                  |
| Пісок в big-bag      | -                 | -                  | 28,67             | 20                 |

Критерієм оптимальності при розробці маршрутів є мінімальний пробіг автомобілів, а, отже, і найкоротший час руху між вантажними пунктами.

Схема розміщення вантажних пунктів при перевезенні будівельних матеріалів транспортними пакетами наведена на рис. 2.14.

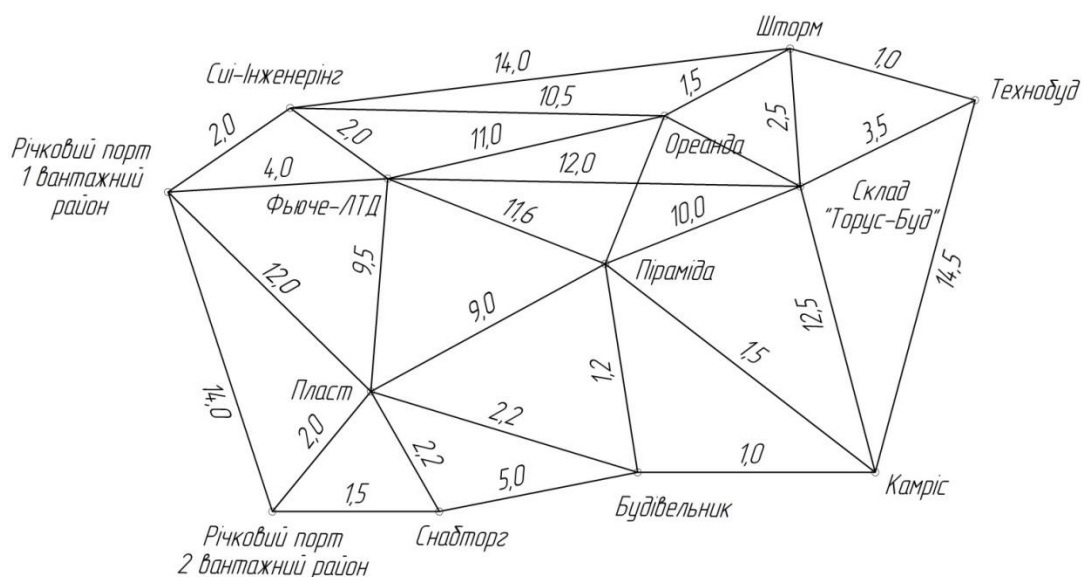


Рисунок 2.14 – Схема розташування вантажних пунктів клієнтів «Торус-Буд»

Кількість вантажних місць, що завозиться або вивозиться по кожному вантажному пункті, указуємо в табл. 2.27, в якій зазначено:

- 1 цифра: кількість піддонів цегли;

- 2 цифра: кількість пачок шиферу;
- 3 цифра: кількість піддонів з будівельними матеріалами.

Ці дані будемо враховувати при наборі вантажних пунктів у маршрути, тому що шифер, цегла й пісок в big-bag перевозяться бортовими транспортними засобами, а сухі будівельні суміші й інші вантажі в транспортних пакетах – критими (тент або фургон).

Таблиця 2.27 – Завезення-вивезення будівельних матеріалів по вантажних пунктах

| Найменування вантажних пунктів             | Кількість вантажних місць, ед. |                 |
|--------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
|                                            | Завезення                      | Вивіз           |
| Вознесенівський і Олександрівський райони  |                                |                 |
| ПСК «Фьюче ЛТД»                            | 9 / 1 / 10                     | -               |
| ТОВ «Січ-Інженерінг»                       | 7 / 1 / 10                     | -               |
| ЗАТ «Снабторг»                             | 11 / 1 / 12                    | -               |
| ТОВ «Пласт»                                | 5 / 1 / 8                      | -               |
| 1 вантажний район (сухі будівельні суміші) | -                              | - / - / 14      |
| 2 вантажний район (пісок в big-bag)        | -                              | 20 b-b          |
| Усього                                     | 32 / 4 / 50                    | - / 14 / 20 b-b |
| Комунарський район                         |                                |                 |
| ТОВ «Піраміда»                             | 10 / 1 / 20                    | -               |
| ТОВ «Будівельник»                          | 12 / 1 / 7                     | -               |
| ТОВ «Камріс»                               | 8 / 1 / 11                     | -               |
| Усього                                     | 30 / 3 / 37                    | -               |
| Шевченківський район                       |                                |                 |
| ТОВ «Ореанда»                              | 8 / 1 / 10                     | -               |
| НП «Шторм»                                 | 8 / 1 / 10                     | -               |
| ТОВ «Технобудіндустрія»                    | 7 / 1 / 14                     | -               |
| Усього                                     | 23 / 3 / 33                    | -               |

Для розробки маршрутів знаходимо найкоротшу єднальну мережу, що поєднує всі вантажні пункти клієнтів і складський комплекс компанії. Це незамкну-

та мережа, що єднає дві й більше вершини транспортної мережі з мінімальною сумарною довжиною всіх її ланок. Матриця відстаней між вантажними пунктами маршрутів наведена в додатку Б.

Побудову найкоротшої єднальної мережі виконуємо за методикою, викладеною в [20], а розроблена найкоротша єднальна мережа показана на рис. 2.15.

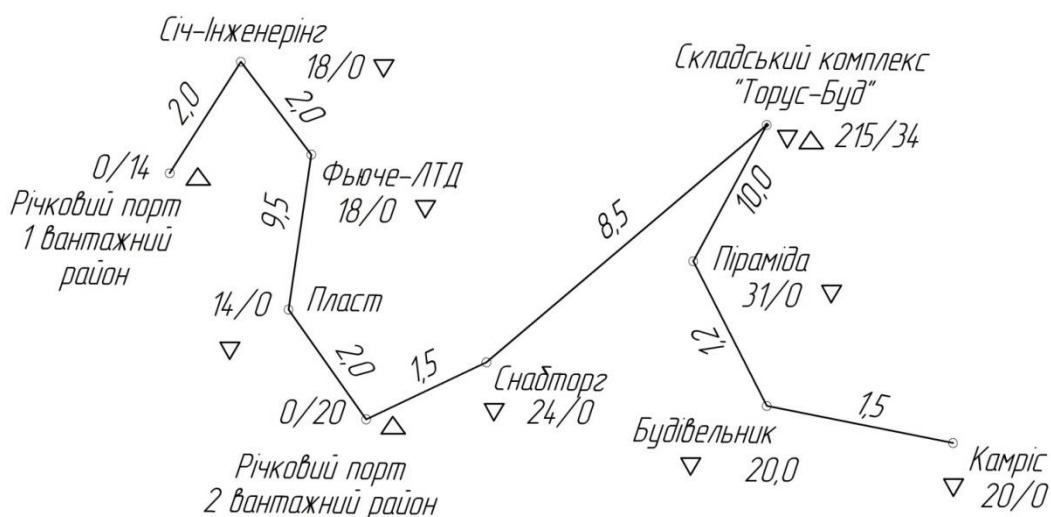


Рисунок 2.15 – Розроблена найкоротша єднальна мережа між вантажними пунктами

Розробляємо маршрути перевезення будівельних матеріалів.

Маршрут 1:

Склад – Снабторг – Пласт – Порт (2 гр. район) – Склад.

У прямому напрямку розвозимо будівельні матеріали на піддонах, а у зворотному – завозимо пісок в big-bag з другого вантажного району річкового порту.

Кількість транспортних пакетів, перевезених у прямому : 20 (7+13); у зворотному напрямку – 15. Перевезення виконуємо критим автомобілем MAN TGA 280.440 (перед навантаженням піску в big-bag тент кузову автомобіля зсувається).

Оскільки маршрут включає більш трьох вантажних пунктів, необхідно визначити черговість об'їзду пунктів маршруту. Для цього використаємо метод сум, а для початку будуємо таблицю – симетричну матрицю.

Для маршруту 1 симетрична матриця показана в табл. 2.23.

По діагоналі розставляємо вантажні пункти, включені в маршрут (табл. 2.23), а числами показуємо найменшу відстань між пунктами. У підсумковому рядку пвказуємо суму відстаней по кожному стовпці.

Таблиця 2.23 – Симетрична матриця для маршруту 1

|       |          |       |               |
|-------|----------|-------|---------------|
| Склад | 10,0     | 8,7   | 10,0          |
| 10,0  | Снабторг | 2,2   | 1,5           |
| 8,7   | 2,2      | Пласт | 2,0           |
| 10,0  | 1,5      | 2,0   | 2 вант. район |
| 28,7  | 13,7     | 12,9  | 13,5          |

Будуємо початковий маршрут для трьох пунктів, що мають максимальну суму по своїх стовпцях, а потім у цей маршрут включаємо наступний пункт із максимальною сумою. Цей пункт включається в черговість об'їзду між тією парою сусідніх пунктів початкового маршруту, де збільшення відстані мінімальне.

Величина збільшення  $\Delta S$  знаходиться по формулі [20]:

$$\Delta S_{kp} = S_{ki} + S_{pi} - S_{pk}, \quad (2.2)$$

де  $S$  - відстань, км;

$k$  - перший сусідній пункт;

$p$  - другий сусідній пункт;

$i$  - включає пункт, що.

Для пунктів Склад – Снабторг:  $\Delta S = 8,7 + 2,2 - 10,0 = 0,9$  км.

Для пунктів Снабторг – 2 вант. район:  $\Delta S = 8,7 + 1,5 - 10,0 = 0,2$  км.

Для пунктів 2 вант. район – Склад:  $\Delta S = 8,7 + 2,0 - 10,0 = 0,7$  км.

Мінімальне значення дає пара Снабторг – 2 вант. район, отже, між ними вставляємо Пласт. Одержимо маршрут:

Склад – Снабторг – Пласт – 2 вантажний район – Склад.

Таким чином, отримано остаточний маршрут руху. Відстань руху по маршруті 1 за оборот складе:

$$S^1 = 10,0 + 2,2 + 2,0 + 10,0 = 24,2 \text{ км.}$$

Перевезення будівельних матеріалів транспортними пакетами виконуємо критим автомобілем. На маршруті 1 виконується ще один оборот, тільки вже автомобілем з відкритим кузовом: перевозиться цегла, шифер, а в зворотному напрямку – пісок в big-bag. Схему маршруту 1 показано на рис. 2.16.

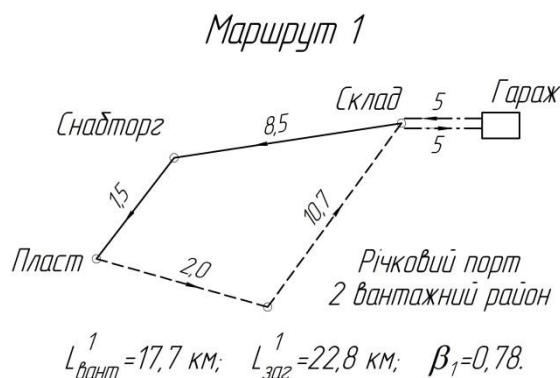


Рисунок 2.16 – Схема маршруту 1

Маршрут 2:

Склад – Фьюче ЛТД – Січ Інженерінг – 1 вантаж. район – Склад.

У прямому напрямку розвозимо будівельні матеріали на піддонах, а у зворотному напрямку – завозимо сухі будівельні суміші з 1 вантажного району річкового порту. Перевезення виконуємо критим автомобілем MAN TGA 280.440.

Порядок об'їзду вантажних пунктів виконуємо аналогічно маршруту 1. У результаті одержимо остаточний маршрут:

Склад – Фьюче ЛТД – Січ Інженерінг – 1 вантажний район – Склад.

Відстань руху на маршруті 2 (рис. 2.17) за оборот складе:

$$S^2 = 12,0 + 2,0 + 2,0 + 15,0 = 34,0 \text{ км.}$$

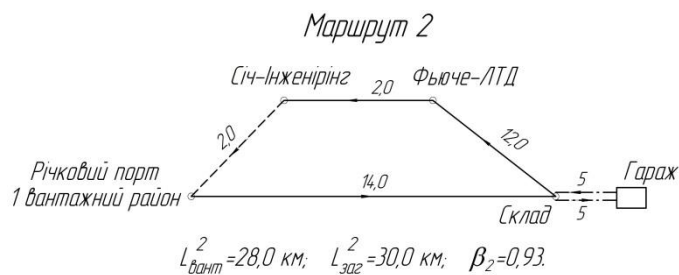


Рисунок 2.17 – Схема маршруту 2

Маршрут 3:

Склад – Фьюче ЛТД – Січ Інженерінг – 2 вантаж. район – Склад.

У прямому напрямку розвозимо цеглу (16 пакетів) і шифер (2 пакети), а у зворотному – вивозимо пісок в big-bag (5 big-bag) з другого вантажного району річкового порту. Перевезення виконуємо автомобілем MAN TGA 280.440 с відкритим кузовом. Порядок об'їзду вантажних пунктів виконуємо аналогічно маршруту 1. У результаті розрахунків отримуємо остаточний маршрут:

Склад – Фьюче ЛТД – Січ Інженерінг – 2 вантажний район – Склад.

Відстань руху по маршруту 3 (рис. 2.18) за оборот складе:

$$S^3 = 12,0 + 2,0 + 10,5 + 10,0 = 34,5 \text{ км.}$$

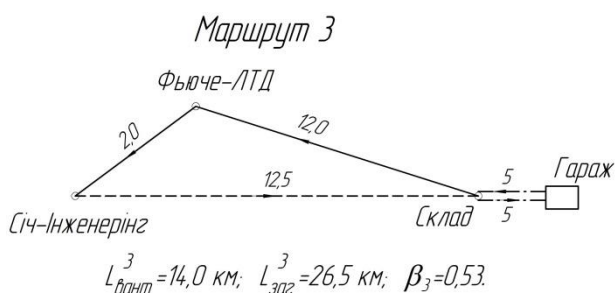


Рисунок 2.18 – Схема маршруту 3

Маршрут 4:

Склад – Будівельник – Камріс – Склад.

У прямому напрямку розвозимо будівельні матеріали транспортними пакетами (7+11 піддонів), а у зворотному – порожній пробіг. Перевезення виконуємо автомобілем MAN TGA 280.440 с критим кузовом. Порядок об'їзду не виконуємо, тому що в маршрут входить тільки 2 пункти вивантаження.

Відстань руху по маршруту 4 (рис.2.19) за оборот складе:

$$S^4 = 11,0 + 1,0 + 12,5 = 24,5 \text{ км.}$$

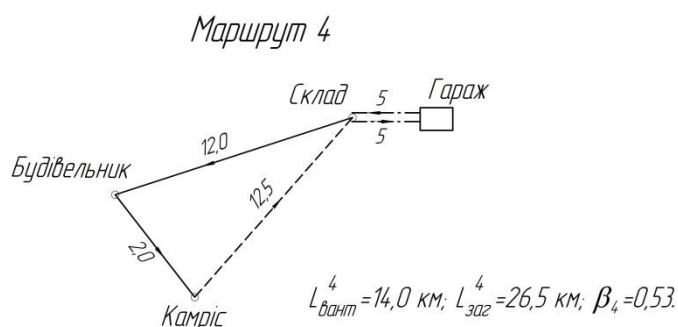


Рисунок 2.19 – Схема маршруту 4

Маршрут 5:

Склад – Піраміда – Камріс – Склад.

У прямому напрямку розвозимо шифер і цеглу (18 пакетів цегли й 2 пакети шиферу), а у зворотному – порожній пробіг. Перевезення виконуємо автомобілем MAN TGA 280.440 с відкритим кузовом. Порядок об'їзду не виконуємо, тому що в маршрут входить тільки 2 пункти вивантаження.

Відстань руху по маршруті 5 за оборот складе:

$$S^5 = 10,0 + 1,5 + 12,5 = 24,0 \text{ км.}$$

Схему маршруту 5 показано на рис. 2.20.

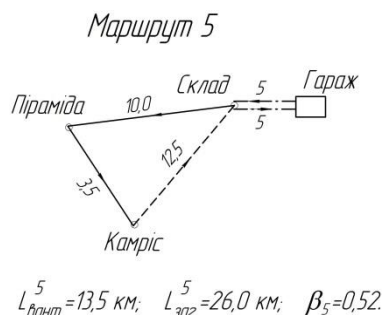


Рисунок 2.20 – Схема маршруту 5

Маршрут 6:

Склад – Піраміда – Склад.

Маятниковий маршрут зі зворотним порожнім пробігом. У прямому напрямку завозимо будівельні матеріали (20 піддонів), а у зворотному – порожній пробіг. Перевезення виконуємо автомобілем MAN TGA 280.440 с критим кузовом. Відстань руху по маршруті 6 за оборот складе:

$$S^6 = 10,0 + 10,0 = 20,0 \text{ км.}$$

Маршрут 7:

Склад – Будівельник – Склад.

Маятниковий маршрут зі зворотним порожнім пробігом. У прямому напрямку завозимо цеглу (12 пакетів) і шифер (1 пакет), а у зворотному – порожній пробіг. Перевезення виконуємо автомобілем MAN TGA 280.440 с відкритим кузовом. Відстань руху по маршруті 7 за оборот складе:

$$S^7 = 11,0 + 11,0 = 22,0 \text{ км.}$$

Для маятникових маршрутів 6 і 7 схеми не приводимо, бо перевезення здійснюється по маятникових маршрутах із зворотнім порожнім пробігом.

Маршрут 8:

Склад – Ореанда – Шторм – Технобудіндустрія – Склад.

У прямому напрямку розвозимо цеглу (23 пакета), а у зворотному – виконуємо порожній пробіг. Перевезення виконуємо автомобілем MAN TGA 280.440 с відкритим кузовом. Порядок об'їзду вантажних пунктів виконуємо аналогічно маршруту 1. У результаті розрахунків одержуємо остаточний маршрут:

Склад – Ореанда – Шторм – Технобудіндустрія – Склад.

Відстань руху по маршруті 8 (рис. 2.21) за оборот складе:

$$S^8 = 2,3 + 1,5 + 1,0 + 3,5 = 8,3 \text{ км.}$$

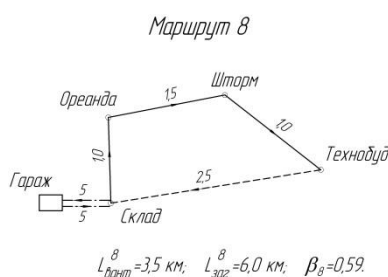


Рисунок 2.21 – Схема маршруту 8

Маршрут 9:

Склад – Ореанда – Шторм – Склад.

У прямому напрямку розвозимо будівельні матеріали (20 піддонів), а у зворотному – виконуємо порожній пробіг. Перевезення виконуємо автомобілем MAN TGA 280.440 с критим кузовом. Відстань руху по маршруту 9 за оборот складе:

$$S^9 = 2,3 + 1,5 + 2,5 = 6,3 \text{ км.}$$

Маршрут 10:

Склад – Технобудіндустрія – Склад.

Маятниковий маршрут зі зворотним порожнім пробігом. У прямому напрямку завозимо будівельні матеріали (14 піддонів), а у зворотному – порожній про-

біг. Перевезення виконуємо автомобілем MAN TGA 280.440 с критим кузовом. Відстань руху по маршруту 10 за оборот складе:

$$S^{10} = 3,5 + 3,5 = 7,0 \text{ км.}$$

Таким чином, при розробці проєктних маршрутів вибрані всі вантажні пункти. Перевезення на маршрутах 1, 2, 4, 6, 9, 10 виконуємо автомобілями MAN TGA 280.440 із критим кузовом, а на маршрутах 3, 5, 7, 8 – автомобілем з відкритим кузовом. На маршруті 1 виконується 2 обороти.

### 2.9.3 Розрахунок маршрутів доставки будівельних матеріалів зі складу ТОВ «Торус-Буд» клієнтам

#### *Існуючий варіант*

У цей час на міських перевезеннях будівельних матеріалів використовуються автомобілі МАЗ-5336А5. Загальна кількість автомобілів – 7 од.

Показники роботи автомобіля МАЗ-5336А5 на маршрутах міських перевезень за *існуючим варіантом*:

- річний пробіг:  $L_{річн}^{існ} = 150875 \text{ км;}$
- час роботи на маршрутах:  $T_{річн}^{існ} = 14250 \text{ год.}$

Крім того, для завезення піску із запорізького річкового порту на склад ТОВ «Торус-Буд» використовуються орендовані автомобілі-самоскиди Камаз-5513. Кількість автомобілів – 2 од.

Показники роботи автомобілів-самоскидів КамАЗ-5513 при завезенні піску з річкового порту за *існуючим варіантом*:

- річний пробіг:  $L_{річн}^{існ} = 38730 \text{ км;}$
- час роботи на маршруті протягом року:  $T_{річн}^{існ} = 2910 \text{ год.}$



Таким чином, для транспортного обслуговування клієнтів компанії «Торус-Буд» при перевезеннях будівельних матеріалів транспортними пакетами необхідно придбати 4 автомобілі MAN TGA 28.480.

Загальний пробіг автомобілів MAN TGA 28.480 за добу (на маршруті 1 виконується 2 обороти за зміну):

$$\Sigma L_m = 24,2 \cdot 2 + 34,0 + 34,5 + 24,5 + 24,0 + 20,0 + 22,0 + 8,3 + 6,2 + 7,0 = 228,9 \text{ км.}$$

Загальний час роботи автомобілів MAN TGA 28.480 за добу (на маршруті 1 виконується 2 обороти за зміну):

$$\Sigma t_{об} = 4,7 \cdot 2 + 3,75 + 2,6 + 3,52 + 2,3 + 1,83 + 2,42 + 2,85 + 1,81 + 1,29 = 31,77 \text{ год.}$$

Загальні річні показники роботи автомобіля MAN TGA 28.480 на маршрутах міських перевезень за *пропонованим варіантом*:

- річний пробіг:  $L_{річн}^{np} = 229,0 \cdot 300 = 68700 \text{ км;}$
- час роботи на маршрутах:  $T_{річн}^{np} = 32,0 \cdot 300 = 9600 \text{ год.}$

## 2.10 Розробка графіків роботи транспортних засобів

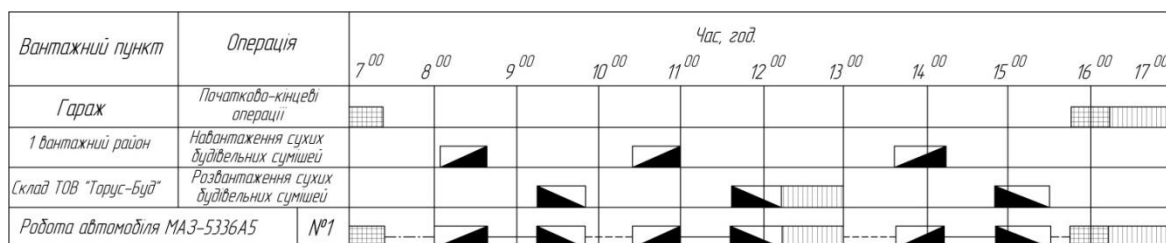
Для підтвердження виконаних розрахунків та для отримання наявних результатів стосовно ефективності використання автотransпортних засобів при перевезенні будівельних матеріалів компанії «Торус-Буд» розробляємо графіки руху за варіантами.

На графіку, показаному на рис. 2.22, показана робота за зміну автомобілів МАЗ-5336А5 при доставці будівельних матеріалів зі складу «Торус-Буд» клієнтам Вознесенівського й Олександрівського районів за існуючим варіантом. Для пере-



Загальна кількість автомобілів МАЗ-5336А5, які виконують перевезення вантажів компанії, складає 7 од.

Загальний річний час роботи автомобілів МАЗ-5336А5 за подорожніми листами склав  $T_{річн}^{існ} = 14250$  год., а річний пробіг на маршрутах –  $L_{річн}^{існ} = 150875$  км.



Умовні позначення:

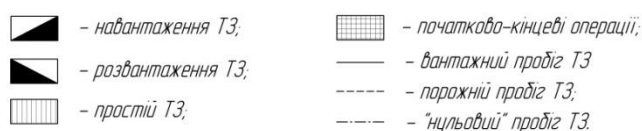
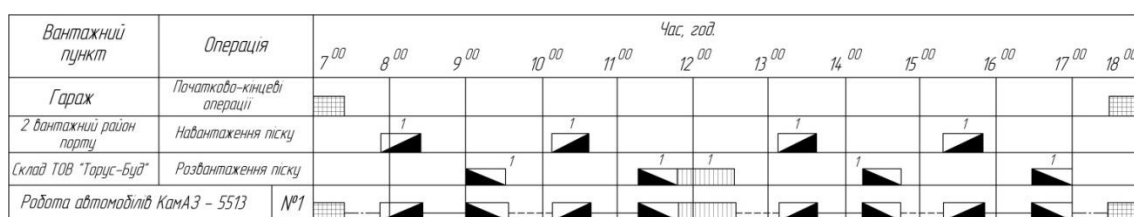


Рисунок 2.23 – Існуючий графік заванезення імпортованих будівельних сумішей з першого вантажного району річкового порту автомобілями МАЗ-5336А5

На рис. 2.24 показаний графік роботи орендованих автомобілів-самоскидів КамАЗ-5513 при заванезенні на склад ТОВ «Торус-Буд» піску з другого вантажного району Запорізького річкового порту.



Умовні позначення:



Рисунок 2.24 – Графік роботи орендованих автомобілів-самоскидів КамАЗ-5513 при заванезенні намівного піску з другого вантажного району

На складський комплекс компанії завозиться сухий намівний пісок, який потім фасується у споживчі мішки і реалізується клієнтам під торговельною маркою «Градоліт». Перевезення виконуються протягом року. Загальний річний час роботи самоскидів за подорожніми листами склав  $T_{річн}^{існ} = 2910$  год., а річний пробіг на маршруті –  $L_{річн}^{існ} = 38730$  км.

На рис. 2.25 показана робота автомобілів MAN TGA 28.480 на проєктних маршрутах, які також розроблені для обслуговування вантажних пунктів цих же районів.

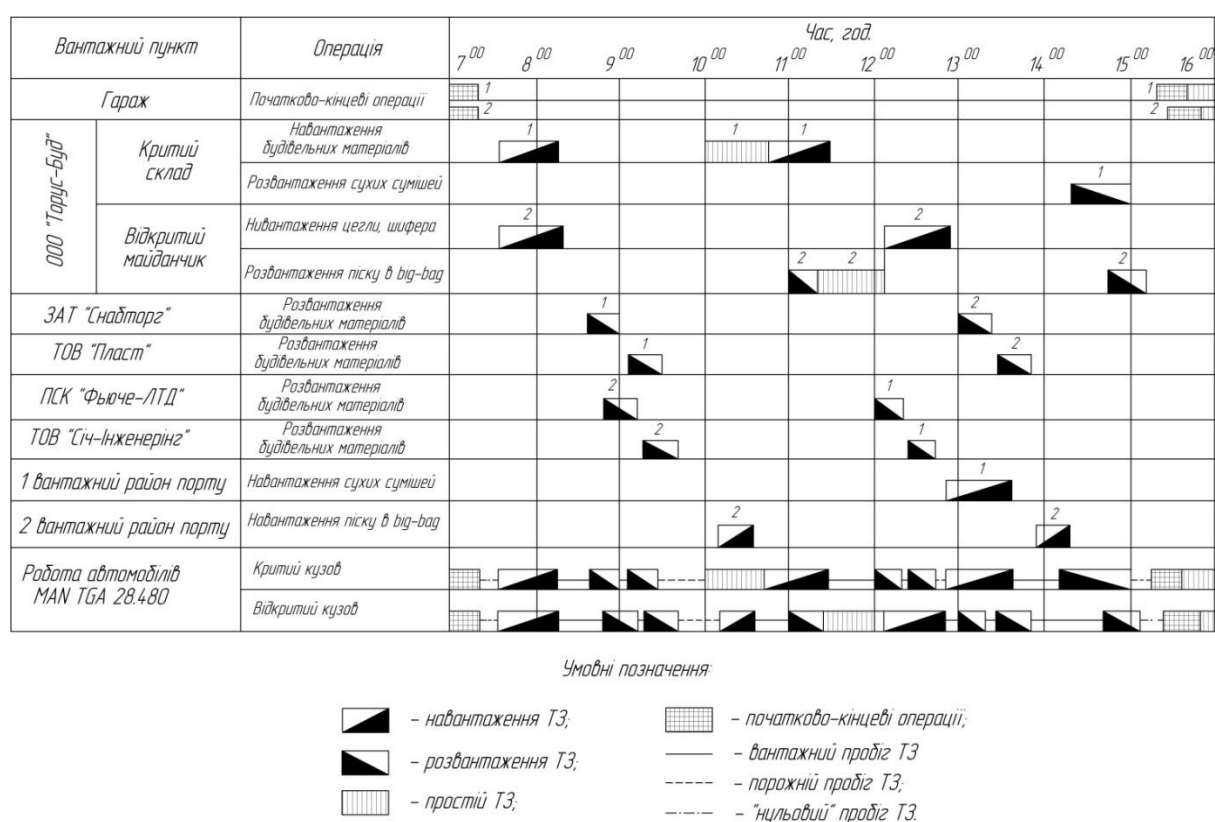


Рисунок 2.25 – Графік роботи автомобілів MAN TGA 28.480 на проєктних маршрутах перевезення вантажів компанії «Торус-Буд»

Автомобіль MAN TGA 28.480 має більшу вантажопідйомність і місткість кузова, чим автомобіль МАЗ-5336А5, і за один оборот може перевозити більшу кількість вантажу, а виходить, і обслуговувати більше клієнтів.

Крім того, проєктні маршрути передбачають використання автомобілів MAN TGA 28.480 в обох напрямках: і для доставки будівельних матеріалів зі складу ТОВ «Торус-Буд» на підприємства замовників, і для заведення на склад вантажів із Запорізького річкового порту.

Побудова графіка показало, що для забезпечення всього обсягу перевезень на заданих напрямках досить використати 2 автомобілі MAN TGA 28.480. Крім того, відпадає необхідність орендувати автомобілі-самоскиди для заведення піску, тому що за пропозиціями заведення піску з другого вантажного району річкового порту здійснюється в м'яких контейнерах.

Загальний річний час роботи автомобілів MAN TGA 28.480 за розрахунками склав  $T_{річн}^{np} = 9600$  год., а річний пробіг на маршрутах –  $L_{річн}^{np} = 68700$  км.

За пропонованою організацією перевізного процесу вантажів компанії бачимо підвищення ефективності за рахунок скорочення і часу роботи автотранспортних засобів і загального річного часу їх роботи:

$$\Delta L = L_{річн}^{існ} - L_{річн}^{np} = 189605 - 68700 = 120905 \text{ км};$$

$$\Delta T = T_{річн}^{існ} - T_{річн}^{np} = 17160 - 9600 = 7560 \text{ год.}$$

Розробка графіків показала, що за рахунок застосування транспортних засобів більшої вантажопідйомності значно зменшується потреба в них.

Розроблені графіки підтвердили правильність виконаних розрахунків щодо необхідної кількості транспортних засобів для забезпечення перевізного процесу та підтвердили ефективність зроблених пропозицій щодо підвищення ефективності транспортного обслуговування клієнтів компанії «Торус-Буд».

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Вихідні дані для розрахунку

В роботі розглядаються питання підвищення ефективності транспортно-складського обслуговування при доставці будівельних матеріалів транспортними пакетами компанії ТОВ «Торус-Буд».

На підприємство надходять для подальшої реалізації клієнтам найрізноманітніші будівельні матеріали. В роботі досліджувалися тільки питання вдосконалення транспортно-складських процесів з переробки матеріалів в транспортних пакетах: цегла, шифер, черепиця, сухі будівельні суміші, а також фасований пісок і цемент.

На цей час завезення сухих будівельних сумішей від виробників і постачальників здійснюється автопоїздами в складі тягача МАЗ-5432А3 і напівпричепа МАЗ-93802. Кількість таких автопоїздів – 7 од. Для завезення намівного піску з річкового порту на складський комплекс компанії зараз використовуються орендовані автомобілі-самоскиди Камаз-5513.

Запропоновано завозити пісок на підприємство не в насипному виді, а в м'яких контейнерах типу big-bag. Це дає можливість використати для перевезення універсальний рухомий склад, який можна залучати для перевезення в обох напрямках – у прямому завозити будівельні матеріали клієнтам, а у зворотному – пісок з річкового порту на склад ТОВ «Торус-Буд». За розрахунками необхідна кількість м'яких контейнерів склала 410 од.

Запропоновано впровадити для завезення будівельних матеріалів від постачальників застосування автопоїздів у складі тягача Mercedes Actros 1846 і напівпричепа Schmitz Cargobull, які є більш економічними. По розрахунках необхідна кількість автопоїздів склала 4 од.

Доставка матеріалів зі складу «Торус-Буд» клієнтам у цей час здійснюється автомобілями МАЗ-5336А5. Для централізованої доставки використовується 7 автомобілів. Запропоновано для транспортного обслуговування клієнтів використати

автомобілі більшої вантажопідйомності та ємності – MAN TGA 28.480. По розрахунках необхідна кількість таких автомобілів склала 4 од.

Для підготовки сухих будівельних сумішей, фасованого піску й цементу до транспортування пропонується круговий палетоформувальник для пакетування будівельних матеріалів і для нанесення stretch плівки. Це дозволить формувати вантажне місце відповідно до замовлення клієнта з матеріалів різних асортиментів. Крім того, передбачено придбання піддонів. Необхідна кількість піддонів по розрахунках склала 650 од. Передбачаємо покупку пластикових піддонів, які більш довговічні, міцніше звичайних дерев'яних піддонів та забезпечують високу схоронність вантажів.

Розрахунок показав, що для механізованого завантаження транспортних засобів і переробки транспортних пакетів на складі необхідно використати 2 навантажувачі, у той час, як зараз експлуатується 3 навантажувачі.

У даному розділі необхідно зробити розрахунок додаткових капітальних вкладень на придбання нового рухомого складу й устаткування, експлуатаційних витрат і визначити економічну ефективність пропонованих заходів.

### 3.2 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Додаткові капітальні вкладення розраховуються по формулі [22]:

$$K_{\text{доо}} = K_{\text{пал}} + K_{\text{під}} + K_{\text{рс}} + K_{\text{мк}}, \quad (3.1)$$

де  $K_{\text{пал}}$  - вартість палетоформувальника, грн.;

$K_{\text{під}}$  - витрати на придбання піддонів, грн.;

$K_{\text{рс}}$  - витрати на придбання нового рухомого складу, грн.;

$K_{\text{мк}}$  - витрати на придбання м'яких контейнерів, грн.

Вартість устаткування для складу:

- палетоформування: 265000 грн.;
- піддони пластикові:  $925 \cdot 650 = 601250$  грн.;
- м'які контейнери big-bag:  $270 \cdot 410 = 110700$  грн.;
- сумарні витрати на транспортну тару:  $601250 + 110700 = 711950$  грн.

Вартість придбаного рухомого складу автомобільного транспорту:

- тягачі Mercedes Actros 1846:  $1950000 \cdot 4 = 7800000$  грн.;
- напівпричепи Schmitz Cargobull:  $850000 \cdot 4 = 3400000$  грн.;
- автомобілі MAN TGA 28.480:  $1250000 \cdot 4 = 5000000$  грн.;
- сумарні витрати на автотransпортні засоби:

$$7800000 + 3400000 + 5000000 = 16200000 \text{ грн.}$$

Загальна сума додаткових вкладень складе:

$$\Sigma K_{\text{доп}} = 711950 + 16200000 = 16911950 \text{ грн.}$$

Балансова вартість пристроїв й устаткування складу сухого будівництва, а також транспортних засобів, використовуваних для доставки будівельних вантажів у централізованому порядку, наведена в табл. 3.1.

Вартість експлуатованих транспортних засобів становить:

- автомобілі МАЗ-5336А5:  $430000 \cdot 7 = 3010000$  грн.;
- тягачі МАЗ-5432А3:  $850000 \cdot 7 = 5950000$  грн.;
- напівпричепи МАЗ-93802:  $290000 \cdot 7 = 2030000$  грн.

Загальна вартість транспортних засобів, які експлуатуються на цей час:

$$3010000 + 5950000 + 2030000 = 10990000 \text{ грн.}$$

Вартість навантажувача складає 340000 грн.

Балансова вартість навантажувачів складає:

- існуючий варіант:  $340000 \cdot 3 = 1020000$  грн.;
- пропонується варіант:  $340000 \cdot 2 = 680000$  грн.

### 3.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

#### 3.3.1 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на складську переробку будівельних матеріалів в транспортних пакетах

Річні експлуатаційні витрати на переробку будівельних матеріалів на складі компанії «Торус-Буд» розраховуються по формулі (4.1) [22]. Вони включають різні витрати: на оплату праці робітників, амортизацію, паливо та мастильні матеріали, електроенергію, ремонт тощо.

Витрати на оплату заробітної плати працюючих по тарифних окладах, визначається по формулі [14]:

$$B_{з.пл.} = n \cdot 12 \cdot C \cdot K_{дон}, \quad (3.3)$$

де  $n$  - кількість працюючих по тарифних окладах, чіл.;

$C$  - оклад працюючого за штатним розкладом грн.;

$K_{дон}$  - коефіцієнт доплат до посадового окладу;  $K_{дон} = 1,4$ .

Витрати на заробітну плату працюючих по годинній тарифній ставці визначається по формулі [14]:

$$B_{з.пл.} = T_{річн} \cdot C_{з.пл.}^{год}, \quad (3.4)$$

де  $T_{річн}$  - річна нормативна кількість годин, встановлена КМ України; для шестиденного робочого тижня  $T_{річн} = 2000$  год.;

$C_{з.пл.}^{год}$  - годинна заробітна плата працюючого певної професії, грн.

Годинна заробітна плата залежить від годинної тарифної ставки і доплат:

- за інтенсивність роботи – 15%;
- за класність в залежності від професії: водій навантажувача – 25%; комплектувальники і вантажники – 15%;
- крім того враховуються преміальні виплати.

На складі, де зберігаються і переробляються будівельні матеріали транспортними пакетами, працюють 10 вантажників, 6 комплектувальників, 3 водія навантажувача.

Після впровадження пропозицій кількість працюючих складе: 4 вантажника, 4 комплектувальника, 2 водія навантажувача.

Годинна заробітна плата працюючих по годинній тарифній ставці:

- водій навантажувача

$$C_{год}^{вод} = (49,1 + 49,1 \cdot 0,15 + 49,1 \cdot 0,25) \cdot 1,4 = 96,24 \text{ грн.};$$

- вантажник, комплектувальник

$$C_{річн}^{вант} = (46,0 + 46,0 \cdot 0,15 + 46,0 \cdot 0,15) \cdot 1,4 = 83,72 \text{ грн.}$$

Річні витрати на заробітну плату працюючих за тарифними ставками:

- за існуючим варіантом

$$B_{з.пл}^{існ} = (96,24 \cdot 3 + 83,72 \cdot 16) \cdot 2000 = 3256456 \text{ грн.};$$

- за пропонованим варіантом

$$B_{з.пл}^{пр} = (96,24 \cdot 2 + 83,72 \cdot 8) \cdot 2000 = 1724464 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на заробітну плату для працюючих за тарифними окладами наведений в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок витрат на заробітну плату працюючих за посадовими окладами та загальну річну заробітну плату

| Професія працівника                                       | Оклад, грн. | n, осіб | Зарплата, грн. |           | Сума, грн. |
|-----------------------------------------------------------|-------------|---------|----------------|-----------|------------|
|                                                           |             |         | основна        | додаткова |            |
| Існуючий варіант                                          |             |         |                |           |            |
| Логіст                                                    | 8200,0      | 1       | 98400          | 39360     | 137760     |
| Оператор                                                  | 7500,0      | 4       | 360000         | 144000    | 504000     |
| Комірник                                                  | 7700,0      | 4       | 369600         | 147840    | 517440     |
| Заробітна плата працюючих за посадовими окладами          |             |         |                |           | 1159200    |
| Заробітна плата працюючих за годинними тарифними ставками |             |         |                |           | 3256456    |
| Загальні витрати на заробітну плату                       |             |         |                |           | 4415656    |
| Проектний варіант                                         |             |         |                |           |            |
| Логіст                                                    | 8200,0      | 2       | 196800         | 78720     | 275520     |
| Оператор                                                  | 7500,0      | 2       | 180000         | 72000     | 252000     |
| Комірник                                                  | 7700,0      | 2       | 184800         | 73920     | 258720     |
| Заробітна плата працюючих за посадовими окладами          |             |         |                |           | 786240     |
| Заробітна плата працюючих за годинними тарифними ставками |             |         |                |           | 1724464    |
| Загальні витрати на заробітну плату                       |             |         |                |           | 2510704    |

Розмір єдиного соціального внеску, який сплачують роботодавці, залежить від заробітної плати і складає 22 %:

$$B_{ECB}^{ich} = 4415656 \cdot 0,22 = 9714444 \text{ грн.};$$

$$B_{ECB}^{np} = 2510704 \cdot 0,22 = 552355 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування залежать від балансової вартості обладнання, пристосувань тощо та норм відрахувань, які складають: для складського встаткування – 24 % річних; для тари – 15 % річних.

Розрахунок витрат на амортизацію встаткування наведений у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Амортизаційні витрати на встаткування

| Устаткування                    | Балансова вартість, грн. |        |        |        | Амортизація, грн. |       |       |       |
|---------------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|-------------------|-------|-------|-------|
|                                 | 1 кв.                    | 2 кв.  | 3 кв.  | 4 кв.  | 1 кв.             | 2 кв. | 3 кв. | 4 кв. |
| Існуючий варіант                |                          |        |        |        |                   |       |       |       |
| Навантажувачі                   | 1020000                  | 958800 | 901272 | 847196 | 61200             | 57528 | 54076 | 50832 |
| Сума за існуючим варіантом      |                          |        |        |        | 223636            |       |       |       |
| Пропонований варіант            |                          |        |        |        |                   |       |       |       |
| Піддони                         | 601250                   | 578703 | 557002 | 536114 | 22547             | 21701 | 20888 | 20104 |
| Контейнери b-b                  | 110700                   | 106549 | 102553 | 98707  | 4151              | 3996  | 3846  | 3702  |
| Навантажувачі                   | 680000                   | 639200 | 600848 | 564797 | 40800             | 38352 | 36051 | 33888 |
| Палетоформ.                     | 265000                   | 249000 | 234154 | 220105 | 15900             | 14946 | 14049 | 13206 |
| Сума за пропонуванням варіантом |                          |        |        |        | 308126            |       |       |       |

Витрати на силову електроенергію для роботи палетоформування розраховуються по формулі (4.32) [22] за такими даними: потужність двигунів  $W = 1,25$  кВт; час роботи протягом року приймаємо за нормативним часом для працівників  $T = 2000$  год.; вартість електроенергії  $4,21$  грн./кВт·год.

$$B_{\text{сил.ел}}^{\text{пр}} = 1,25 \cdot 2000 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 4,21 = 10004 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію для зарядки акумуляторів навантажувачів визначаються по формулі (4.33) [14]. В розрахунках час зарядки акумуляторної батареї  $T : 8 \cdot 300 = 2400$  годин (при шестиденному робочому тижні):

- за існуючим варіантом

$$B_{\text{нав.ел}}^{\text{існ}} = \frac{70 \cdot 48}{1000} \cdot 2400 \cdot 3 \cdot 4,21 = 101848 \text{ грн.};$$

- за пропонуванням варіантом

$$B_{\text{нав.ел}}^{\text{пр}} = \frac{70 \cdot 48}{1000} \cdot 2400 \cdot 2 \cdot 4,21 = 67899 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на електроенергію по варіантах складуть:

$$\Sigma B_{ел}^{існ} = 101848 \text{ грн.};$$

$$\Sigma B_{ел}^{np} = 10004 + 67899 = 77903 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали для встаткування складають 10 % від сумарних витрат на електроенергію:

$$B_{мом}^{існ} = 101848 \cdot 0,1 = 10185 \text{ грн.};$$

$$B_{мом}^{np} = 77903 \cdot 0,1 = 7790 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт і утримання устаткування та обладнання складають 10 % від балансової вартості:

$$B_{рем}^{існ} = 1020000 \cdot 0,1 = 102000 \text{ грн.};$$

$$B_{рем}^{np} = (601250 + 110700 + 680000 + 265000) \cdot 0,1 = 165695 \text{ грн.}$$

Визначимо інші витрати в розмірі 10 % від всіх попередніх витрат, окрім витрат на соціальне страхування:

$$B_{ін}^{існ} = (4415656 + 223635 + 101848 + 10185 + 102000) \cdot 0,1 = 485333 \text{ грн.};$$

$$B_{ін}^{np} = (2510704 + 307827 + 77903 + 7790 + 165695) \cdot 0,1 = 307022 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 80 % від сумарної заробітної плати:

$$B_{накл}^{існ} = 4415656 \cdot 0,8 = 3532525 \text{ грн.};$$

$$B_{накл}^{np} = 2510704 \cdot 0,8 = 2008563 \text{ грн.}$$

Всі витрати на організацію переробки будівельних матеріалів на складі ТОВ «Торус-Буд» по варіантах наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Експлуатаційні витрати на переробку будівельних матеріалів на складі ТОВ «Торус-Буд»

| Найменування витрат               | Величина витрат по варіантах, грн. |              |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------|
|                                   | існуючий                           | пропонований |
| 1. Заробітна плата                | 4415656                            | 2510704      |
| 2. Єдиний соціальний внесок       | 971444                             | 552355       |
| 3. Витрати на амортизацію         | 223636                             | 308126       |
| 4. Витрати на електроенергію      | 101848                             | 77903        |
| 5. Витрати на мастильні матеріали | 10185                              | 7790         |
| 6. Витрати на ремонт устаткування | 102000                             | 165695       |
| 7. Інші витрати                   | 485333                             | 307022       |
| 8. Накладні витрати               | 3532525                            | 2008563      |
| Загальна сума                     | 9842627                            | 5938158      |

### 3.3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на організацію перевезень будівельних матеріалів

Витрати на перевезення будівельних матеріалів транспортними пакетами розраховуються по формулі (4.1) [22].

Заробітна плата водіїв розраховується за формулою (4.2) [12];, а годинна заробітна плата – по формулі (4.3) [22]. Годинна тарифна ставка  $C_{год}^{вод}$  складає:

- водії автомобілів: 54,3 грн./год.;
- водії автопоїздів: 57,2 грн./год.

В розрахунках приймаємо наступні коефіцієнти доплат:  $K_1 = 0,15$ ;  $K_2 = 0,15$  для водіїв автомобілів і  $K_2 = 0,20$  для водіїв автопоїздів;  $K_3 = 1,4$ .

Визначимо годинну заробітну плату водіїв:

$$C_{год}^{авт} = (54,3 + 54,3 \cdot 0,15 + 54,3 \cdot 0,15) \cdot 1,4 = 98,83 \text{ грн.};$$

$$C_{год}^{авт} = (57,2 + 57,2 \cdot 0,15 + 57,2 \cdot 0,20) \cdot 1,4 = 108,11 \text{ грн.}$$

Визначимо річну заробітну плату водіїв по варіантах.

#### *Існуючий варіант*

Загальну кількість годин, відпрацьованих водіями за минулий рік, визначали за даними звітних документів за 2021 рік:

- для водіїв автомобілів МАЗ-5336А5: 14250 годин за рік;
- для водіїв автопоїздів: 19620 годин за рік.

$$B_{з.пл}^{існ} = 98,83 \cdot 14250 + 108,11 \cdot 19620 = 3529349 \text{ грн.}$$

#### *Пропонований варіант*

Кількість годин роботи водіїв протягом року визначали за розрахунками:

- для водіїв автомобіля MAN TGA 28.480: 9600 годин за рік;
- для водіїв автопоїздів: 14373 годин за рік.

$$B_{з.пл}^{пр} = 98,83 \cdot 9600 + 108,11 \cdot 14373 = 2502566 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок, який нараховується на заробітну плату водіїв:

$$B_{ЕСВ}^{існ} = 3529349 \cdot 0,22 = 776457 \text{ грн.};$$

$$B_{ЕСВ}^{пр} = 2502566 \cdot 0,22 = 550564 \text{ грн.}$$

Норма амортизації на автотранспортні засоби становить 40 % на рік або 10 % на квартал. Результати розрахунків амортизації рухомого складу показано в табл. 3.4.

Загальна балансова вартість транспортних засобів за варіантами:

- існуючий варіант: 10990000 грн.;
- пропонований варіант: 16200000 грн.

Таблиця 3.4 – Амортизаційні відрахування на рухомий склад

| Балансова вартість, грн.       |          |          |          | Амортизація, грн. |         |         |         |
|--------------------------------|----------|----------|----------|-------------------|---------|---------|---------|
| 1 кв.                          | 2 кв.    | 3 кв.    | 4 кв.    | 1 кв.             | 2 кв.   | 3 кв.   | 4 кв.   |
| Існуючий варіант               |          |          |          |                   |         |         |         |
| 10990000                       | 9891000  | 8901900  | 8011710  | 1099000           | 989100  | 890190  | 801171  |
| Сума за існуючим варіантом     |          |          |          | 3779461           |         |         |         |
| Пропонований варіант           |          |          |          |                   |         |         |         |
| 16200000                       | 14580000 | 13122000 | 11809800 | 1620000           | 1458000 | 1312200 | 1180980 |
| Сума за пропонованим варіантом |          |          |          | 5571180           |         |         |         |

Потребу в паливі та витрати на нього визначаємо за формулами (4.6) - (4.7) [22]. Базова норма витрати палива для моторних транспортних засобів наведена в таблицях технічних характеристик, а річний пробіг АТЗ визначили для існуючого варіанта за подорожніми листами за минулий рік, а за пропонуванням варіантом – за розрахунками в основній частині даної роботи.

Таблиця 3.5 – Розрахунок потреби в паливі для автотранспорту

| Транспортний засіб         | $n_p$ , л/100 км | $\Sigma L_{річн}$ , км | $P_{пал}$ , л |
|----------------------------|------------------|------------------------|---------------|
| Існуючий варіант           |                  |                        |               |
| Тягач МАЗ-5432А3           | 33,5             | 596790                 | 199925        |
| Автомобіль МАЗ-5336А5      | 20,5             | 159875                 | 32774         |
| Сумарна витрата палива     |                  |                        | 232699        |
| Проектний варіант          |                  |                        |               |
| Тягач Mercedes Actros 1846 | 27,5             | 393472                 | 108205        |
| Автомобіль MAN TGA 28.480  | 22,4             | 68700                  | 15389         |
| Сумарна витрата палива     |                  |                        | 123594        |

Визначимо витрати на паливо:

$$B_{пал}^{існ} = 232699 \cdot 53,0 = 12333048 \text{ грн.}$$

$$B_{пал}^{пр} = 123594 \cdot 53,0 = 6550461 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали для автотранспорту з дизельним двигуном складають 30 % від витрат на паливо.

$$B_{мом}^{існ} = 12333048 \cdot 0,3 = 3699914 \text{ грн.};$$

$$B_{мом}^{нр} = 6550461 \cdot 0,3 = 1965138 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт автотранспортних засобів:

$$B_{рем}^{існ} = 10990000 \cdot 0,05 = 549500 \text{ грн.};$$

$$B_{рем}^{нр} = 16200000 \cdot 0,05 = 810000 \text{ грн.}$$

Витрати на шини залежать від норми їхнього річного пробігу та фактичного річного пробігу. Спочатку визначаємо коефіцієнт змінності за формулою (4.11) [22], а потім – за формулою (4.10) [22] розраховуємо витрати на шини (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Розрахунок витрат на зміну шин

| Транспортний засіб            | $L_{нор}$ , км | $\Sigma L_{річн}$ , км | $K_{шин}$ | $m$ , од. | $C_k$ , грн. | $B_{шин}$ , грн. |
|-------------------------------|----------------|------------------------|-----------|-----------|--------------|------------------|
| Існуючий варіант              |                |                        |           |           |              |                  |
| Тягач МАЗ-5432А2              | 80000          | 596790                 | 8         | 6 + 1     | 15500        | 868000           |
| П/причіп МАЗ-930820           | 80000          | 596790                 | 8         | 8 + 1     | 15500        | 1116000          |
| Автомобіль МАЗ-5336А5         | 80000          | 150875                 | 2         | 6 + 1     | 10200        | 142800           |
| Сумарні витрати на заміну шин |                |                        |           |           |              | 2126800          |
| Проектний варіант             |                |                        |           |           |              |                  |
| Тягач Mercedes Actros 1846    | 100000         | 393472                 | 4         | 6 + 1     | 17500        | 490000           |
| П/причіп Schmitz Cargobull    | 100000         | 393472                 | 4         | 6 + 1     | 17500        | 490000           |
| Авт. MAN TGA 28.480           | 100000         | 68700                  | 1         | 10 + 1    | 15400        | 169400           |
| Сумарні витрати на заміну шин |                |                        |           |           |              | 1149400          |

Визначимо інші витрати:

$$B_{ін}^{існ} = (3529349+3779461+12333048+3699914+549500+2126800) \cdot 0,1 = 2601807 \text{ грн.};$$

$$B_{ін}^{нр} = (2502566+5571180+6550461+1965138+810000+1149400) \cdot 0,1 = 1854874 \text{ грн.}$$

Накладні витрати:

$$B_{накл}^{існ} = 3529349 \cdot 0,8 = 2823480 \text{ грн.};$$

$$B_{накл}^{нр} = 2502566 \cdot 0,8 = 2002053 \text{ грн.}$$

За існуючим варіантом в перевізному процесі також беруть участь орендовані автомобілі-самоскиди КамАЗ-5513, які використовуються для завезення намівного піску з річкового порту на складський комплекс ТОВ «Торус-Буд».

Кількість годин, відпрацьованих автомобілями-самоскидами, за 2021 рік склала 2910 год. Вартість оренди автомобіля за 1 годину – 530 грн. Річні витрати на оренду автомобілів-самоскидів складуть:

$$B_{ор}^{існ} = 530 \cdot 2910 = 1542300 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на перевезення будівельних матеріалів транспортними пакетами по варіантах наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Експлуатаційні витрати на організацію перевезень будівельних матеріалів транспортними пакетами по варіантах

| Найменування витрат               | Величина витрат по варіантах, грн. |              |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------|
|                                   | існуючий                           | пропонований |
| 1. Заробітна плата                | 3529349                            | 2502566      |
| 2. Єдиний соціальний внесок       | 776457                             | 550564       |
| 3. Витрати на амортизацію         | 3779461                            | 5571180      |
| 4. Витрати на паливо              | 12333048                           | 6550461      |
| 5. Витрати на мастильні матеріали | 3699914                            | 1965138      |

Продовження таблиці 3.7

| Найменування витрат              | Величина витрат по варіантах, грн. |              |
|----------------------------------|------------------------------------|--------------|
|                                  | існуючий                           | пропонований |
| 6. Витрати на поточний ремонт    | 549500                             | 810000       |
| 7. Витрати на зміну шин          | 2126800                            | 1149400      |
| 8. Інші витрати                  | 2601807                            | 1854874      |
| 9. Накладні витрати              | 2823480                            | 2002053      |
| 10. Витрати на оренду самоскидів | 1542300                            | -            |
| Загальна сума                    | 33762117                           | 22956237     |

### 3.4 Розрахунок річної економії експлуатаційних витрат

Для порівняння варіантів транспортно-складського обслуговування клієнтів ТОВ «Торус-Буд» визначимо економію експлуатаційних витрат, що розраховується по формулі [22]:

$$E_{\text{експл}} = B_{\text{експл}}^{\text{існ}} - B_{\text{експл}}^{\text{пр}}, \quad (3.5)$$

де  $B_{\text{експл}}^{\text{існ}}$  - річні експлуатаційні витрати на складську переробку й доставку будівельних матеріалів по існуючому варіанту, грн.;

$B_{\text{експл}}^{\text{пр}}$  - річні експлуатаційні витрати на складську переробку й доставку будівельних матеріалів за пропонуваним варіантом, грн.

Сумарні експлуатаційні витрати на складську переробку й доставку будівельних матеріалів транспортними пакетами по варіантах складуть:

$$B_{\text{експл}}^{\text{існ}} = 9842627 + 33762117 = 43604744 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{експл}}^{\text{пр}} = 5938158 + 22956237 = 28894395 \text{ грн.}$$

Економія експлуатаційних витрат складе:

$$E_{\text{експл}} = 43604744 - 28894395 = 14710349 \text{ грн.}$$

### 3.5 Розрахунок дисконтованого доходу й строку окупності пропозицій

Пропозиції, зроблені в роботі, потребують додаткових витрат на складське встаткування, тару та рухомий склад. Сума інвестицій складає 16200000 грн.

Чистий дисконтований дохід – це показник, який дозволяє оцінити привабливість проекту для інвестицій. Підрахувавши величину чистого дисконтованого доходу можна зрозуміти, наскільки виправдають себе первісні вкладення в проєкт, завчасно, ще до його завершення.

В цілому величина чистого дисконтованого доходу визначається сумою всіх дисконтованих значень потоків платежів за період реалізації проєкту, які приведені до сьогодення.

Коефіцієнт дисконтування допомагає визначити суму інвестицій зроблених на поточний час для того, щоб визначити певний дохід від реалізації проєкту з врахуванням фактору часу та потенційних ризиків. Він розраховується за формулою (4.40) [22]. Норму дисконту приймаємо 0,25.

Дисконтований дохід визначається за формулою (4.41) [22], а результати розрахунків – приведені в табл. 3.8.

Строк окупності зроблених пропозицій знаходимо по формулі (4.42) [22]:

$$T_{ок} = \frac{16911950}{14710349} = 1,14; \text{ приймаємо } 1,2 \text{ роки.}$$

Таблиця 3.8 – Розрахунок чистого дисконтованого доходу

| Рік                                      | Інвестиції, грн. | Прибуток, грн. | Коефіцієнт дисконтування | <i>NVP</i> , грн. |
|------------------------------------------|------------------|----------------|--------------------------|-------------------|
| 1                                        | 16911950         | 14710349       | 1                        | -2201601          |
| 2                                        | –                | 14710349       | 0,800                    | 11768279          |
| 3                                        | –                | 14710349       | 0,640                    | 9414623           |
| Загальний ефект від впровадження проєкту |                  |                |                          | 18981302          |

Визначення дисконтованого доходу від зроблених інвестицій, а також річної й терміну окупності додаткових вкладень довели, що пропозиції магістерської роботи економічно вигідні. Загальні економічні показники наведені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Техніко-економічні показники

| Найменування показника                              | Величина показника, грн. |                      |
|-----------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|
|                                                     | Існуючий варіант         | Пропонований варіант |
| 1. Додаткові капітальні витрати, грн.               | -                        | 16911950             |
| 2. Річні експлуатаційні витрати, грн.; у тому числі | 43 604744                | 28 894 395           |
| 2.1 Заробітна плата                                 | 7 945 005                | 5 013 270            |
| 2.2 Єдиний соціальний внесок                        | 1 747 901                | 1 102 919            |
| 2.3 Витрати на амортизацію                          | 4 003 097                | 5 879 306            |
| 2.4 Витрати на електроенергію                       | 101 848                  | 77 903               |
| 2.5 Витрати на паливо                               | 12 333048                | 6 550 461            |
| 2.6 Витрати на мастильні матеріали                  | 3 710 099                | 1 972 929            |
| 2.7 Витрати на поточний ремонт                      | 651 500                  | 975 695              |
| 2.8 Витрати на зміну шин                            | 2126800                  | 1149400              |
| 2.9 Інші витрати                                    | 3 087 140                | 2 161 896            |
| 2.10 Накладні витрати                               | 6 356 004                | 4 010 616            |
| 2.11 Витрати на оренду самоскидів                   | 1542300                  | -                    |
| 3. Економія експлуатаційних витрат, грн.            | -                        | 14710349             |
| 4. Дисконтований дохід від проєкту, грн.            | -                        | 18981302             |
| 5. Строк окупності витрат, років                    | -                        | 1,2                  |

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

В даному розділі магістерської роботи на тему «Підвищення ефективності технологічного процесу вантажопереробки і доставки будівельних матеріалів ТОВ «Торус-Буд» розглянуті питання охорони праці дослідника та робітників та розроблені заходи із забезпечення безпечних умов праці при виконанні робіт на складському комплексі підприємства.

### **4.1 Аналіз потенційних небезпек**

При виконанні технологічних операцій з будівельними матеріалами в транспортних пакетах на складському комплексі та під час їхнього перевезення автотранспортом можливі наступні потенційні небезпеки:

- при навантаження будівельних матеріалів в піддонах і в пачках може відбутися їх падіння з-за різниці висоти складської рампи та рівня підлоги кузова автомобіля;
- при встановленні автомобіля на вантажному фронті перпендикулярно рампи рух здійснюється заднім ходом, тому можливі наїзди на робітників;
- якщо не забезпечити задовільне освітлення на складському комплексі, можливо недотримання вимог технологічного процесу виконання вантажних робіт, що може викликати травмування робітників;
- під час перевезення будівельних матеріалів може статися дорожньо-транспортна пригода з негативними наслідками;
- на складському комплексі можуть виникнути пожежі внаслідок незадовільного стану технічного обслуговування електроустаткування;

- при виконанні вантажних робіт в холодний період року робітники складського комплексу можуть отримати переохолодження, що призведе до захворювань;
- при обробці даних з відвантаження будівельних матеріалів зі складського комплексу споживачам із застосуванням комп'ютера можуть виникнути шкідливі фактори санітарно-гігієнічного характеру, що викликає напруженість праці.

#### **4.2 Заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії й гігієни праці**

На вантажних фронтах, де відбуваються вантажні роботи з транспортними засобами, необхідно використовувати для нівелювання різності висот вантажної рампи та кузову автомобілів спеціальні перекидні містки згідно до вимог [23].

Задній хід автомобіля при встановленні його перпендикулярно до вантажної рампи повинен виконуватися водієм тільки по дозвільному сигналу одного з робітників складського комплексу та з подачею сигналу за вимогами [24].

Для попередження та уникнення дорожньо-транспортних пригод під час виконання перевезень водій повинен проходити інструктаж до виїзду на лінію та ознайомитись з особливостями перевезення та руху на маршруті, пройти медичний огляд. Автомобіль оглядається у технічному відношенні механіком АТП. Про медичний огляд водія та технічний огляд автомобіля у подорожньому листі робляться відповідні відмітки у спеціальних графах згідно з [24].

Для дотримання рівня освітленості на складському комплексі при виконанні вантажних і складських робіт виконуються вимоги [25], для чого використовуються лампи типу ДРЛ-400 з високою світловою віддачею, тривалим терміном служби та стійкістю до коливань мережевої напруги. Висота підвісу повинна відповідати висоті складського приміщення щоб забезпечити робочу освітленість всіх складських зон не менш 50 лк.

Для попередження переохолодження в холодний період року, робітники повинні бути забезпечені теплим одягом та взуттям за вимогами [26]. Крім того, на території складського комплексу передбачені спеціальні приміщення за нормами [27]: кімнати для обігріву, сушіння одягу.

Для запобігання потрапляння пилу у легені робітників, необхідно застосовувати індивідуальні засоби захисту, такі як респіратори відповідно [26].

Для запобігання виникнення напруженості під час обробки даних дослідження на комп'ютері та дії інших шкідливих факторів на працюючого, виконуємо заміри таких значень як: освітленість приміщення, показник мікроклімату за ТНС-індексом, рівень шуму, загальні енергозатрати організму та інших. Для визначених показників виконуємо розрахунок за методикою, викладеною в [28]. За результатами розробляємо рекомендації щодо забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов праці, які наведені в Додатку В.

### **4.3 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях**

#### **4.3.1 Заходи з пожежної безпеки**

Для попередження займання ізоляції електропроводів різного устаткування складського комплексу на складі необхідно забезпечити їх захист від пошкодження. У відповідності з вимогами [29] електропроводка прокладається в товстостінних трубах.

На складі є запас дерев'яних піддонів, тому клас можливої пожежі визначено як «А», а категорія приміщення складу по пожежній безпеці ставиться до «Д». Площа складу складає – 1632 кв. м. Згідно з [30] обираємо 6 порошкових вогнегасників ВП-8. Засоби пожежогасіння повинні бути розташовані як із зовнішньої сторони на пожежному щиті перед входом у складське приміщення, так і в приміщенні складу (на стінах або колонах) у легко доступних місцях.

#### 4.3.2 Заходи з цивільного захисту

При виникненні пожежі на об'єктах транспорту нормативним документом [31] передбачені вимоги пожежної безпеки під час експлуатації колісних транспортних засобів: виконанні перевезень, на заправках, при знаходженні АТЗ на зберіганні, під час ремонту та технічного обслуговування. Крім того, цим документом встановлюється порядок утримання територій автотранспортних підприємств, будівель, інженерних споруд і комунікацій, електричного обладнання, трансформаторних підстанцій та електричних споруд. Наведені правила щодо утримання пожежної техніки та засобів, які використовуються для гасіння пожеж. Передбачено порядок експлуатації системи протипожежного водопостачання, складських споруд різного призначення. Визначено порядок дій у разі виникнення пожежі

## ВИСНОВКИ

В роботі розглянуті питання організації технологічного процесу транспортно-складського обслуговування компанії ТОВ «Торус-Буд».

Вантажі на склад підприємства завозяться як автомобільним, так і залізничним транспортом. Пісок з річкового порту завозиться орендованими автомобілями-самоскидами навалом. Як недоліки при завезенні будівельних матеріалів можна відзначити неефективне використання самоскидів (перевезення здійснюється по маятникових маршрутах із прямим порожнім пробігом). Крім того, для завезення будівельних матеріалів автотранспортом з підприємства-виробників використовуються існуючі автопоїзди середньої вантажопідйомності, що приводить до збільшення кількості рейсів для перевезення заданого обсягу, а також збільшує витрати компанії на транспортне обслуговування.

Той самий недолік можна відзначити й з організації завезення будівельних матеріалів клієнтам компанії. Для перевезення будівельних матеріалів по системі централізованого обслуговування залучені автомобілі невисокої вантажопідйомності, що збільшує загальні витрати компанії.

При організації відвантаження будівельних матеріалів відсутній попередній підбір продукції для кожного клієнта. Крім того, вантажі сухого будівництва, що перевозяться у пакетованому виді завантажуються вручну в транспортні засоби, що приводить до значних простоїв автомобілів на вантажних пунктах.

Для підвищення ефективності транспортного обслуговування розроблені такі заходи.

Запропоновано завозити наливний пісок у м'яких контейнерах з річкового порту на склад універсальними транспортними засобами, що надасть можливість використати автомобілі для перевезення в обох напрямках.

Для відвантаження продукції в мішках і пакетах та підготовки їх до транспортування клієнтам пропонується придбати круговий палетоформування для

пакування будівельних матеріалів. Це дозволяє формувати вантажне місце відповідно до замовлення клієнта із продукції різних асортиментів.

Пропозиціями передбачено заміну існуючих транспортних засобів автотранспортом більшої вантажопідйомності й місткості, що істотно знизить річний пробіг автомобілів, а, отже, і витрати на експлуатацію. Розроблені раціональні маршрути доставки продукції споживачам.

За розрахунками, виконаними в основній частині роботи, зменшилася кількість рейсів, а тому річний пробіг на маршрутах значно скоротився. Скоротився й час роботи транспортних засобів при централізованому обслуговуванні клієнтів. Кількість необхідних транспортних засобів зменшилося в порівнянні з існуючим варіантом.

Економічні розрахунки довели доцільність впровадження заходів. Загальна сума експлуатаційних витрат істотно знизилася. При додаткових капітальних витратах на придбання транспортних засобів у розмірі 16911950 грн. Річна економія експлуатаційних витрат становить 14710349 грн. Дисконтований дохід від впровадження пропозицій склав 19891302 грн., а строк окупності додаткових капітальних витрат по розрахунках становить менш як 1,5 роки.

Запропоновані заходи щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при організації транспортно-складського обслуговування технологічного процесу доставки будівельних матеріалів транспортними пакетами.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Торус-буд : Будматеріали. <http://torus-stroy.com.ua/>.
2. ДСТУ Б В.2.7-82:2010 В'язучі гіпсові. Технічні умови. – Введ. 2010-08-18. – URL:[http://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSYU1/dstu\\_b\\_v.2.7-82-2010.pdf](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSYU1/dstu_b_v.2.7-82-2010.pdf)
3. ДСТУ Б В.2.7-126:2011 Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови. – Введ. 2011-01-06. – URL: [http://online.budstandart.com/catalog/doc-page-id\\_doc=27120](http://online.budstandart.com/catalog/doc-page-id_doc=27120).
4. ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Цементи загально-будівельного призначення. – Введ. 2010-09-01. – URL: [https://dnaop.com/html/34085/92.2.7-46\\_2010](https://dnaop.com/html/34085/92.2.7-46_2010).
5. ТУУ-00994207-004:2018. Лісоматеріали круглі, маркування, сортування, транспортування, приймання, облік та зберігання. – URL: [https://sheplis.com.ua/fileadmin/user\\_upload/shepetivka/files/](https://sheplis.com.ua/fileadmin/user_upload/shepetivka/files/)
6. ДСТУ ISO 738:2018 Пиломатеріали хвойних порід. Технічні умови. – URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79416](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79416)
7. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ). – URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=25434](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25434)
8. ДСТУ EN 12326-1:2019 Шифер и каміння для покрівлі та зовнішнього облицювання стін. – URL: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id\\_doc=87345](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=87345)
9. АКВИПАК : Виробництво обладнання : офіційний сайт. – URL: <https://akvipack.ua/type/tran/wrap>
10. Лашених О.А. Дослідження транспортних процесів і систем методами факторного аналізу / О.А. Лашених, С.В. Грицай, О.Ф. Кузькін, С.М. Турпак // Монографія. Запоріжжя : ЗНТУ, 2012.
11. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Основи теорії систем і управління» для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» денної та заочної форм навчання / Укл. О.Ф.

- Кузькін, С.В. Грицай, Т.В. Кальченко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 67 с.
12. Вільковський Є. К. Вантажознавство / Є. К. Вільковський, І. І. Кельман, О. О. Бакулич. – Львів : Інтелект-Захід, 2007. – 496 с.
  13. Грузовые автомобили MAN Украина / Официальный дилер MAN в Украине : веб-сайт. – URL: <http://man-service.com.ua>.
  14. Грузовики Mercedes Actros : технические характеристики : веб-сайт. – URL: <https://gruzovo.com/mercedes-actros.html>.
  15. Schmitz Cargobull. The Trailer Company : Полуприцепы S.KO : веб-сайт. – URL : [https://www.cargobull.com/files/ru/filemanager\\_files//Brosch\\_ren/SKO](https://www.cargobull.com/files/ru/filemanager_files//Brosch_ren/SKO).
  16. Склад-Плюс : Пластикові палети та складські піддони : веб-сайт. – URL : <https://sklad-plus.com.ua/ua/plastikovye-palenty/>
  17. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів-бакалаврів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 47 с.
  18. Киреев В.С. Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ / В. С. Киреев. – М. : Транспорт, 1991. – 352 с.
  19. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: Васильєва Л. О.– Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 41 с.
  20. Бабушкин Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : учебное пособие / Г.Ф. Бабушкин. – К. : ИСДО, 1993. – 192 с.
  21. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Вантажні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275.3 Транспортні технології (на автомобільному транспорті) / Укл. Г. Ф. Бабушкін, Г. О. Лебідь – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 66 с.

22. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Кузькін О.Ф., Харченко Т.В., Васильєва Л.О., Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 34 с.
23. ДБН А.3.2-2-2009 ССБП. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. – Введ. 2012-04-01. – URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_a322\\_2009/1-1-0-945](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945).
24. НПАОП 0.00-1.75-15 Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт. – Введ. 2015-02-03. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-15#Text>.
25. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. – Введ. 2019-03-01. Офіційний сайт. – URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79885](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885).
26. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. – Введ. 2011-02-02. Офіційний сайт. – URL: [http://budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=51051](http://budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=51051).
27. ДБН В.2.5-67-2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання». – Введ. 2014-01-01. Офіційний сайт. – URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=50154](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=50154).
28. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання / Укл. Лазуткін М. І., Журавель М. О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 44 с.
29. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. – Введ. 2011-08-01. Офіційний сайт. – URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=30045](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=30045)

30. НАПБ Б.01.008-2018 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. – Введ. 2018-03-30. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.
31. Правила пожежної безпеки для підприємств і організацій автомобільного транспорту України. Наказ Міністерства інфраструктури України від 21.01.2015 № 11: офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0279-15#Text>.
32. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ України від 08.04.2014 № 248 : офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>.

### Додаток А

Статистичні дані з відвантаження будівельних матеріалів транспортними пакетами споживачам компанії «Торус-Буд»

Таблиця А.1 – Вантажопотоки по відвантаженню будівельних матеріалів в транспортних пакетах клієнтам

| Дата       | Вантаж |        |       | Всього відвантажено, т |
|------------|--------|--------|-------|------------------------|
|            | ССБ    | Цемент | Пісок |                        |
| 1          | 2      | 3      | 4     | 5                      |
| 01.11.2021 | 24,24  | 5,53   | 17,44 | 47,21                  |
| 02.11.2021 | 20,62  | 4,71   | 14,84 | 40,17                  |
| 03.11.2021 | 23,34  | 5,33   | 16,80 | 45,47                  |
| 04.11.2021 | 17,66  | 4,03   | 12,71 | 34,41                  |
| 05.11.2021 | 16,52  | 3,77   | 11,88 | 32,17                  |
| 06.11.2021 | 15,55  | 3,55   | 11,19 | 30,28                  |
| 07.11.2021 | 25,21  | 5,76   | 18,14 | 49,10                  |
| 08.11.2021 | 11,16  | 2,55   | 8,03  | 21,75                  |
| 09.11.2021 | 23,24  | 5,30   | 16,72 | 45,26                  |
| 10.11.2021 | 10,42  | 2,38   | 7,50  | 20,29                  |
| 11.11.2021 | 24,94  | 5,69   | 17,94 | 48,58                  |
| 12.11.2021 | 19,02  | 4,34   | 13,68 | 37,04                  |
| 13.11.2021 | 21,86  | 4,99   | 15,73 | 42,58                  |
| 14.11.2021 | 22,18  | 5,06   | 15,96 | 43,19                  |
| 15.11.2021 | 24,22  | 5,53   | 17,42 | 47,17                  |
| 16.11.2021 | 15,16  | 3,46   | 10,91 | 29,53                  |
| 17.11.2021 | 23,85  | 5,44   | 17,16 | 46,46                  |
| 18.11.2021 | 24,42  | 5,57   | 17,57 | 47,56                  |
| 19.11.2021 | 36,00  | 8,22   | 25,90 | 70,13                  |
| 20.11.2021 | 16,35  | 3,73   | 11,76 | 31,84                  |
| 21.11.2021 | 27,14  | 6,20   | 19,53 | 52,87                  |
| 22.11.2021 | 27,21  | 6,21   | 19,58 | 53,01                  |
| 23.11.2021 | 21,84  | 4,99   | 15,72 | 42,54                  |
| 24.11.2021 | 13,89  | 3,17   | 9,99  | 27,05                  |

Продовження таблиці А.1

| 1          | 2     | 3    | 4     | 5     |
|------------|-------|------|-------|-------|
| 25.11.2021 | 26,51 | 6,05 | 19,07 | 51,63 |
| 26.11.2021 | 26,27 | 6,00 | 18,90 | 51,17 |
| 27.11.2021 | 26,65 | 6,08 | 19,18 | 51,91 |
| 28.11.2021 | 20,30 | 4,63 | 14,61 | 39,54 |
| 29.11.2021 | 25,92 | 5,92 | 18,65 | 50,49 |
| 30.11.2021 | 16,63 | 3,80 | 11,97 | 32,40 |
| 01.12.2021 | 30,23 | 6,90 | 21,75 | 58,88 |
| 02.12.2021 | 21,62 | 4,94 | 15,56 | 42,11 |
| 03.12.2021 | 32,69 | 7,46 | 23,52 | 63,67 |
| 04.12.2021 | 18,39 | 4,20 | 13,23 | 35,81 |
| 05.12.2021 | 24,04 | 5,49 | 17,30 | 46,83 |
| 06.12.2021 | 8,79  | 2,01 | 6,33  | 17,13 |
| 07.12.2021 | 15,44 | 3,52 | 11,11 | 30,06 |
| 08.12.2021 | 14,96 | 3,41 | 10,76 | 29,13 |
| 09.12.2021 | 19,05 | 4,35 | 13,71 | 37,10 |
| 10.12.2021 | 16,63 | 3,80 | 11,96 | 32,39 |
| 11.12.2021 | 17,56 | 4,01 | 12,63 | 34,20 |
| 12.12.2021 | 15,93 | 3,64 | 11,47 | 31,04 |
| 13.12.2021 | 23,18 | 5,29 | 16,68 | 45,15 |
| 14.12.2021 | 13,54 | 3,09 | 9,74  | 26,37 |
| 15.12.2021 | 19,17 | 4,38 | 13,79 | 37,34 |
| 16.12.2021 | 12,93 | 2,95 | 9,30  | 25,19 |
| 17.12.2021 | 21,34 | 4,87 | 15,36 | 41,58 |
| 18.12.2021 | 17,80 | 4,06 | 12,81 | 34,67 |
| 19.12.2021 | 23,10 | 5,27 | 16,62 | 44,98 |
| 20.12.2021 | 13,17 | 3,01 | 9,47  | 25,65 |
| 21.12.2021 | 21,46 | 4,90 | 15,44 | 41,80 |
| 22.12.2021 | 17,33 | 3,96 | 12,47 | 33,75 |
| 23.12.2021 | 25,10 | 5,73 | 18,06 | 48,89 |
| 24.12.2021 | 15,93 | 3,64 | 11,47 | 31,04 |
| 25.12.2021 | 12,95 | 2,96 | 9,32  | 25,23 |

Продовження таблиці А.1

| 1          | 2     | 3    | 4     | 5     |
|------------|-------|------|-------|-------|
| 26.12.2021 | 17,51 | 4,00 | 12,60 | 34,11 |
| 27.12.2021 | 16,04 | 3,66 | 11,54 | 31,24 |
| 28.12.2021 | 18,70 | 4,27 | 13,45 | 36,42 |
| 29.12.2021 | 20,87 | 4,77 | 15,02 | 40,66 |
| 30.12.2021 | 6,01  | 1,37 | 4,32  | 11,70 |
| 31.12.2021 | 14,85 | 3,39 | 10,69 | 28,93 |
| 03.01.2022 | 10,99 | 2,51 | 7,91  | 21,40 |
| 04.01.2022 | 18,18 | 4,15 | 13,08 | 35,40 |
| 05.01.2022 | 17,89 | 4,08 | 12,87 | 34,84 |
| 06.01.2022 | 17,95 | 4,10 | 12,92 | 34,97 |
| 07.01.2022 | 10,32 | 2,36 | 7,42  | 20,10 |
| 08.01.2022 | 15,77 | 3,60 | 11,34 | 30,71 |
| 09.01.2022 | 19,45 | 4,44 | 13,99 | 37,88 |
| 10.01.2022 | 22,82 | 5,21 | 16,42 | 44,46 |
| 11.01.2022 | 23,01 | 5,25 | 16,56 | 44,82 |
| 12.01.2022 | 16,39 | 3,74 | 11,79 | 31,93 |
| 13.01.2022 | 19,63 | 4,48 | 14,13 | 38,24 |
| 14.01.2022 | 16,37 | 3,74 | 11,78 | 31,88 |
| 15.01.2022 | 11,87 | 2,71 | 8,54  | 23,12 |
| 16.01.2022 | 19,60 | 4,47 | 14,10 | 38,18 |
| 17.01.2022 | 19,11 | 4,36 | 13,75 | 37,22 |
| 18.01.2022 | 18,70 | 4,27 | 13,46 | 36,43 |
| 19.01.2022 | 17,17 | 3,92 | 12,35 | 33,44 |
| 20.01.2022 | 19,43 | 4,44 | 13,98 | 37,85 |
| 21.01.2022 | 21,65 | 4,94 | 15,58 | 42,17 |
| 22.01.2022 | 23,01 | 5,25 | 16,55 | 44,81 |
| 23.01.2022 | 18,67 | 4,26 | 13,43 | 36,37 |
| 24.01.2022 | 23,72 | 5,41 | 17,07 | 46,20 |
| 25.01.2022 | 17,22 | 3,93 | 12,39 | 33,54 |
| 26.01.2022 | 23,61 | 5,39 | 16,99 | 45,99 |
| 27.01.2022 | 9,82  | 2,24 | 7,06  | 19,12 |

Продовження таблиці А.1

| 1          | 2     | 3    | 4     | 5     |
|------------|-------|------|-------|-------|
| 28.01.2022 | 23,39 | 5,34 | 16,83 | 45,56 |
| 29.01.2022 | 12,11 | 2,77 | 8,72  | 23,60 |
| 30.01.2022 | 16,19 | 3,70 | 11,65 | 31,53 |
| 31.01.2022 | 9,59  | 2,19 | 6,90  | 18,68 |
| 01.02.2022 | 16,93 | 3,87 | 12,18 | 32,98 |
| 02.02.2022 | 11,03 | 2,52 | 7,9   | 21,49 |
| 03.02.2022 | 27,47 | 6,27 | 19,77 | 53,51 |
| 04.02.2022 | 9,11  | 2,08 | 6,56  | 17,75 |
| 05.02.2022 | 17,01 | 3,88 | 12,24 | 33,14 |
| 06.02.2022 | 9,30  | 2,12 | 6,69  | 18,11 |
| 07.02.2022 | 15,95 | 3,64 | 11,48 | 31,08 |
| 08.02.2022 | 12,47 | 2,85 | 8,97  | 24,29 |
| 09.02.2022 | 18,93 | 4,32 | 13,62 | 36,87 |
| 10.02.2022 | 23,63 | 5,39 | 17,00 | 46,02 |
| 11.02.2022 | 9,66  | 2,20 | 6,95  | 18,81 |
| 12.02.2022 | 20,60 | 4,70 | 14,82 | 40,12 |
| 13.02.2022 | 12,71 | 2,90 | 9,14  | 24,75 |
| 14.02.2022 | 22,49 | 5,14 | 16,19 | 43,81 |

## Додаток Б

### Матриця відстаней між вантажними пунктами

|             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Склад       | <b>0</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
| Фьюче ЛТД   | 12,0     | <b>1</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
| Січ-Інженер | 12,7     | 1,0      | <b>2</b> |          |          |          |          |          |          |          |           |
| Снабторг    | 10,0     | 7,5      | 8,7      | <b>3</b> |          |          |          |          |          |          |           |
| Пласт       | 8,7      | 9,5      | 8,0      | 2,2      | <b>4</b> |          |          |          |          |          |           |
| Ореанда     | 2,3      | 10,0     | 10,5     | 7,7      | 8,5      | <b>5</b> |          |          |          |          |           |
| Шторм       | 2,5      | 13,0     | 14,1     | 12,5     | 11,3     | 1,5      | <b>6</b> |          |          |          |           |
| Техно-буд   | 3,5      | 14,0     | 15,0     | 13,5     | 12,2     | 2,5      | 1,0      | <b>7</b> |          |          |           |
| Піраміда    | 11,8     | 14,6     | 15,0     | 8,5      | 9,0      | 10,0     | 13,7     | 14,0     | <b>8</b> |          |           |
| Будівельник | 13,0     | 15,0     | 15,7     | 8,5      | 9,0      | 11,0     | 11,5     | 1,0      | 1,2      | <b>9</b> |           |
| Камріс      | 12,5     | 15,5     | 16,5     | 9,5      | 10,0     | 10,0     | 12,0     | 10,5     | 0,7      | 0,5      | <b>10</b> |

## Додаток В

### Рекомендації щодо забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов праці при роботі на персональному комп'ютері

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

а) умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

б) відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника належать до категорії Іб, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії Іб, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища – ТНС-індексом – 20,2-22,8°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду здорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах –  $E = 400$  лк;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 50 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 174 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;

- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

в) для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці:

З метою забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні лабораторії обладнаному ПК з ВДТ (ЕП), згідно вимог [27] передбачена система централізованого водяного опалення з радіаторами, а на теплий період, зважаючи на те, що площа приміщення становить  $25 \text{ м}^2$  передбачений побутовий кондиціонер типу Electrolux EACS-24 HLO/N3. Виходячи з того, що один кондиціонер розрахований на приміщення площею –  $30 \text{ м}^2$ .

З метою забезпечення необхідного повітрообміну у приміщенні лабораторії обладнаному ПК, зважаючи на те, що об'єм приміщення становить  $85 \text{ м}^3$ , передбачена система механічної припливно-витяжної вентиляції – методом рекуперації, за допомогою двох рекуператорів типу Prana-200G. Які забезпечують 3-кратний обмін повітря за годину, виходячи з того, що один рекуператор забезпечує наступний повітрообмін: приплив –  $135 \text{ м}^3/\text{год.}$ , витяг –  $125 \text{ м}^3/\text{год.}$

Оптимальні рівні позитивних ( $n+$ ) і негативних ( $n-$ ) іонів у повітрі приміщення лабораторії з ВДТ (ЕП) відповідають вимогам [32] і становить:  $n+ = 1500-30000$  (шт. на  $1 \text{ см}^3$ );  $n- = 3000-5000$  (шт. на  $1 \text{ см}^3$ ). Підтримку оптимального рівня легких позитивних і негативних аероіонів у повітрі на робочих місцях забезпечують за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів.

Для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням.

Для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом.

Для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год.

Для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години.

Для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [28], у розмірі 16 %.