

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

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«Формування системи вантажопереробки при перевезенні  
збірних вантажів в умовах роботи декоративно-будівельного гіпермаркету  
«Нова Лінія» місто Одеса»**

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1ТТ-21м  
спеціальності 275 – Транспортні технології  
(за видами), спеціалізація 275.03 –  
Транспортні технології (на автомобільному  
транспорті)

А.В. Коліжук Коліжук А.В.

Керівник: к.е.н., доцент каф. АТМ  
Т.В. Макарова Макарова Т.В.  
«07» 12 2022 р.

Опонент: к.т.н. доцент каф. АТМ  
С.В. Цимбал Цимбал С.В.  
«12» 12 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

«15» 12 2022 р.

Вінниця ВНТУ – 2022 рік

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

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
Галузь знань – 27 – Транспорт  
Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)  
Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)  
Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

« 12 » 03 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Коліжуку Антону Володимировичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Формування системи вантажопереробки при перевезенні збірних вантажів в умовах роботи декоративно-будівельного гіпермаркету «Нова Лінія» місто Одеса,

керівник роботи Макарова Тамара Володимирівна, к.е.н., доцент,  
затверджені наказом ВНТУ від «14» вересня 2022 року № 203.

2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: Розглянути функціонування складу гіпермаркету «Нова Лінія» Одеса – 1; прийняти, що склад надає додаткові послуги з переробки вантажів; площа складського комплексу 10030 м<sup>2</sup>; час роботи складу по обробці збірних вантажів - 5 год.; середня інтенсивність прибуття автомобілів – 4 од./год.; середня вантажопідйомність автомобіля – 10 т; середня кількість вантажних модулів автомобілі – 15; розробити граф – модель для покращення операційної вантажопереробки; покращити вантажопереробку складу в цілому за рахунок забезпечення раціональних параметрів вхідних вантажопотоків.

4. Зміст текстової частини:

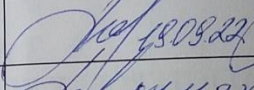
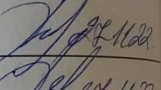
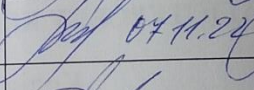
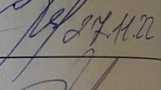
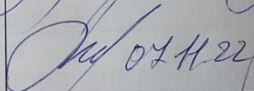
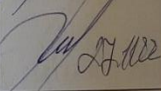
- 1 Аналіз системи вантажопереробки в умовах роботи торгівельного підприємства.
- 2 Моделювання системи вантажопереробки товарів при перевезенні збірних вантажів.
- 3 Розрахунок параметрів транспортно-складської системи для вантажопереробки товарів в умовах роботи торгівельного підприємства.
- 4 Техніко - економічний аналіз транспортно - складської системи для вантажопереробки.
- 5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

- 1 Мета та задачі роботи.

- 2 Класифікація транспортно – логістичних об'єктів для вантажопереробки.  
 3 Характеристика процесу вантажопереробки.  
 4 Структура управління торгівельним підприємством  
 5, 6 Оцінка транспортно - складської системи підприємства.  
 7 Збірні вантажі та технології їх перевезень.  
 8 Вибір напрямів забезпечення раціональної вантажопереробки.  
 9 Технологія крос - докінг.  
 10, 11 Розробка моделі покращення вантажопереробки.  
 12 Системи вагового контролю ravas.  
 13, 14 Забезпечення раціональної вантажопереробки на основі регулювання потоків.  
 15 Розрахунок продуктивності для засобів механізації.  
 16 Висновки.

### 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ	 13.09.22	 16.09.22
Економічна частина	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ	 07.11.22	 27.11.22
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Дембіцька С.В., професор кафедри БЖДПБ	 07.11.22	 27.11.22

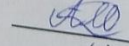
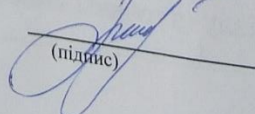
7. Дата видачі завдання « 19 » вересня 2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	19.09-02.10.2022	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	19.09-02.10.2022	
3	Обґрунтування методів досліджень	19.09-02.10.2022	
4	Розв'язання поставлених задач	19.09-02.10.2022	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	03.10-20.11.2022	
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	07.11-27.11.2022	
7	Виконання розділу «Економічна частина»	07.11-27.11.2022	
8	Нормоконтроль МКР	07.11-27.11.2022	
9	Попередній захист МКР	05.12-07.12.2022	
10	Рецензування МКР	08.12-09.12.2022	
11	Захист МКР	12.12-16.12.2022	
		20.12-28.12.2022	

Студент

Керівник роботи

  
 (підпис)  
  
 (підпис)

Коліжук А.В.

Макарова Т.В.

## АНОТАЦІЯ

УДК 656.029

Коліжук А. В. Формування системи вантажопереробки при перевезенні збірних вантажів в умовах роботи декоративно-будівельного гіпермаркету «Нова Лінія» місто Одеса. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті), освітня програма – транспортні технології на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2022. 109 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 20 назв; рис.: 26; табл. 14.

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблена модель вантажопереробки товарів у вигляді графу з урахуванням невизначеності подій. Вона дозволить покращити операційну ефективність складських робіт та знизити логістичні витрати. Запропонована методика визначення основних параметрів транспортно - складської системи торгівельного підприємства для трьох сценаріїв розвитку подій з урахуванням балансу інтересів всіх учасників логістичного процесу. Вона дозволить забезпечити раціональні параметри вантажопереробки вхідних потоків, а також нормалізувати роботу транспорту та складу.

Ілюстративна частина складається з 16 плакатів із результатами дослідження.

У розділі охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях опрацьовано такі питання, як гігієна праці, техніка безпеки, пожежна безпека та безпека в надзвичайних ситуаціях. Економічний розділ підтверджує доцільність запропонованих заходів.

Ключові слова: автомобіль, вантажопереробка, склад, збірний вантаж, навантаження, розвантаження, перевезення.

## ABSTRACT

UDC 656.029

Kolizhuk A. V. Formation of the cargo processing system during the transportation of bulk cargo in the operating conditions of the decorative and construction hypermarket "Nova Liniya" the city of Odesa. Master's degree in specialty 275 - Transport Technology (by type), specialization 275.03 - Transport Technology (road transport), educational program - transport technology in road transport. Vinnytsia: VNTU, 2022. 109 p.

In Ukrainian language. Bibliogr. : 20 titles; fig.: 26; table 14.

In the master's qualification work, a model of freight processing of goods was developed in the form of a graph, taking into account the uncertainty of events. It will improve the operational efficiency of warehouse operations and reduce logistics costs. The proposed method of determining the main parameters of the transport and warehouse system of a trading company for three scenarios of the development of events, taking into account the balance of interests of all participants in the logistics process. It will make it possible to ensure rational parameters of cargo processing of incoming flows, as well as to normalize the operation of transport and warehouse.

The illustrative part consists of 16 posters with the results of the study.

The section on labor protection and safety in emergency situations deals with such issues as occupational health, safety, fire safety and safety in emergencies. The economic section confirms the feasibility of the proposed measures.

Key words: car, cargo processing, warehouse, collective cargo, loading, unloading, transportation.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>4</b>
<b>1 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ В УМОВАХ РОБОТИ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА</b> .....	<b>7</b>
1.1 Класифікація транспортно – логістичних систем та аналіз їх основних відмінностей .....	7
1.2 Характеристика методів формування системи вантажопереробки .....	12
1.3 Оцінка транспортно - складської системи декоративно – будівельних гіпермаркетів «Нова Лінія» .....	17
1.4 Аналіз та вибір напрямів раціональної системи вантажопереробки при перевезенні збірних вантажів в умовах торгівельного гіпермаркету .....	28
1.5 Висновки за розділом 1 .....	32
<b>2 МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ ТОВАРІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗБІРНИХ ВАНТАЖІВ</b> .....	<b>35</b>
2.1 Формування раціональної системи вантажопереробки збірних вантажів .....	35
2.2 Основні принципи забезпечення раціональної системи вантажопереробки за рахунок регулювання роботи складу .....	45
2.3 Методика визначення раціональної кількості засобів механізації .....	48
2.4 Методика визначення раціональної кількості вантажно- розвантажувальних постів.....	64
2.5 Висновки за розділом 2.....	67
<b>3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ ТОВАРІВ В УМОВАХ РОБОТИ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА</b> .....	<b>69</b>
3.1 Вибір засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт для декоративно – будівельних вантажів .....	69
3.2 Розрахунок параметрів навантажувально-розвантажувального пункту .....	85
3.3 Висновки за розділом 3 .....	88

<b>4 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНО -</b>	
<b>СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ</b> .....	88
4.1 Розрахунок витрат на експлуатацію для засобів механізації .....	88
4.2 Розрахунок ефекту від раціоналізації параметрів транспортно-складського комплексу для вантажопереробки .....	92
4.3 Висновки за розділом 4 .....	95
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	97
5.1 Аналіз умов праці .....	97
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії .....	98
5.2.1. Мікроклімат .....	98
5.2.2. Освітлення .....	99
5.2.3. Шум .....	101
5.2.4. Вібрація .....	102
5.3 Техніка безпеки .....	103
5.4. Пожежна безпека .....	104
5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	105
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	106
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	108
Додаток А Ілюстративна частина .....	110
Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень .....	127

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Для торгівельних підприємств, які працюють з великим товарним асортиментом та використовують в своїй діяльності складські приміщення, однією з першочергових задач є забезпечення належної вантажопереробки товарів. Це стосується мережі декоративно – будівельних гіпермаркетів (ДБГ) «Нова Лінія», в яких здійснюється приймання та відвантаження товарів з урахуванням запитів користувачів. Деякі ДБГ мають більш розвинені складські логістичні потужності. Тому, підвищується роль вантажопереробки в транспортно-складській системі підприємства [1,2].

Процес вантажопереробки включає в себе сукупність різних етапів та операцій. На етапі внутрішньоскладської переробки товарів звертається увага на час та якість розміщення або відбору товарів на складі. Найбільший час витрачається на переміщення вантажу між різними зонами складу. Належний рівень виконання таких робіт залежить від прийнятої технології, наявності обладнання для переміщення та зберігання товарів, а також його розстановки на складі. Початковими та кінцевими операціями вантажопереробки є навантаження та розвантаження продукції. Таким чином, для формування раціональної системи вантажопереробки продукції, в першу чергу необхідно забезпечити належний рівень вхідного та вихідного складських вантажопотоків в пунктах приймання - відвантаження товарів. Ефективно організована вантажопереробка в умовах торгівельного підприємства буде забезпечувати [3,4]:

- своєчасне та якісне приймання вантажів;
- ефективне використання механізмів для виконання вантажно-розвантажувальних робіт ;
- раціональне використання складського простору;



- сприятливі умови праці на основі планомірної завантаженості працівників, що досягається за рахунок послідовного та ритмічного виконання складських робіт.

З вище наведеної інформації випливає актуальність розгляду процесу формування раціональних параметрів системи вантажопереробки товарів для складських комплексів крупних торговельних підприємств.

**Мета дослідження** – розробка заходів з формування раціональної системи вантажопереробки збірних вантажів на основі регулювання операційних та загальних параметрів складської системи торговельного підприємства.

**Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:**

- охарактеризувати основні логістичні об'єкти для вантажопереробки товарів та оцінити транспортно – складську систему ДБГ «Нова Лінія» у місті Одеса;

- дослідити основні етапи, задачі та принципи забезпечення раціональної системи вантажопереробки на складі торговельного підприємства;

- проаналізувати процес вантажопереробки на ДБГ «Нова Лінія» та виявити основні недоліки;

- розробити модель вантажопереробки з урахуванням невизначеності подій;

- сформувати методикау визначення основних параметрів транспортно - складської системи для трьох сценаріїв розвитку подій з урахуванням балансу інтересів всіх учасників транспортного процесу;

- виконати техніко - економічний розрахунок для засобів механізації та економічний ефект від раціоналізації параметрів транспортно-складського комплексу для вантажопереробки товарів;

- вирішити питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт дослідження** – це процес вантажопереробки збірних вантажів в транспортно-складській системі торгівельного підприємства.

**Предмет дослідження** – методи та засоби обробки вантажів в транспортно-складській системі.

**Методи дослідження.** Методологічною основою роботи є використання аналізу та системного підходу, а також методів теорії ймовірності й математичної статистики.

**Новизною одержаних результатів** є розробка моделі для покращення операційної ефективності вантажопереробки з урахуванням невизначеності подій.

**Особистий внесок магістранта.** Запропоновано використати теорію масового обслуговування для визначення параметрів транспортно – складської системи торгівельної організації.

**Апробація результатів роботи.** Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023)» 15 листопада 2022 року - 11 травня 2023 року, Вінниця, ВНТУ.

**Вірогідність отриманих результатів** забезпечується: коректною постановкою задач дослідження, послідовним та чітким застосуванням математичних методів при їх вирішенні; збігом результатів для окремих і граничних випадків з відомими з літератури рішеннями; узгодження між собою результатів, отриманих в різних розділах роботи.

**Публікації.** Макарова Т.В., Коліжук А.В. Аналіз впливу параметрів вантажопотоку на функціонування складу торгівельної компанії. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи». Вінниця, ВНТУ. 2022.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ СИСТЕМИ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ В УМОВАХ РОБОТИ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

### 1.2 Класифікація транспортно – логістичних систем та аналіз їх основних відмінностей

Процес вантажопереробки відбувається на базі різних транспортно – логістичних об'єктів (ТЛО), від масштабів яких залежить перелік та трудомісткість операцій з переробки вантажів. Тому нижче розглянута види ТЛО (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 - Види транспортно – логістичних об'єктів для  
вантажопереробки

У самому нижньому шарі наведений термінально – логістичний комплекс, який по іншому називається «вантажне село». Це мережевий

мультимодальний технологічний комплекс, який включає в себе групу спеціалізованих і універсальних терміналів, а також необхідної інфраструктури (інженерної, транспортної, адміністративної). В основному даний ТЛЮ займається обслуговуванням транзитних та регіональних вантажопотоків.

Другим логістичним об'єктом піраміди виступає вантажний термінал. Перевезення, які організовані через нього називаються термінальними. При термінальних перевезеннях автомобільним транспортом використовуються зазвичай великовантажні автопоїзда. Термінал являє собою комплекс взаємопов'язаних складів для виконання великої кількості логістичних операцій на різних видах транспорту. Найбільші мережі універсальних терміналів мають по всьому світу такі транснаціональні експедиторські компанії, як ASGAB, Schenker, TNT-EW та інші.

Самим верхнім логістичним об'єктом піраміди є склад. Склад - це комплекс виробничих будівель, інженерних споруд, підйомно-транспортних машин і спеціального обладнання, засобів обчислювальної техніки і автоматики, призначений для приймання, розміщення і зберігання різних матеріальних цінностей та підготовки їх до відвантаження. Склади є важливими компонентами логістичних систем, так як вони допомагають краще організувати вантажопотоки. В залежності від основної функції існують різні види складів. Вони можуть бути в якості структурного підрозділу компанії або як окреме підприємство (комерційний склад). Від виду складу залежить його місце розташування, вибір обладнання, система управління та вантажопереробки тощо. Класифікація складів зазначена у таблиці 1.1.

Склад, як структурний підрозділ виробничої або торгівельної компанії є частиною її виробничого або торгівельного процесу. Його функціонування здійснюється на основі внутрішніх регламентуючих документів.

Таблиця 1.1 – Основні відмінності різних видів складів

№ п/п	Комерційний склад	Перевалочний склад	Склад - підрозділ виробничого або торгівельного підприємства
1	Отримання прибутку за рахунок надання послуг.	Отримання прибутку за рахунок надання послуг.	Витратна складова в процесі руху виробів або готового продукту.
2	Робота з різними вантажами від різних клієнтів.	Робота з різними вантажами від різних клієнтів.	Робота тільки з окремими виробами або товарами (вантажами) компанії.
3	Виконання додаткових операцій з різними товарами клієнтів та (при необхідності) створення окремих технологій .	Виконання певних операцій з вантажами за єдиною технологією.	Наявність єдиної технології в умовах підприємства для виконання задач з приймання, обробки та відвантаження товарів.
4	Планування різних зон на складі виходячи з розміщення вантажів за запланованою технологією обробки.	Наявність необхідних зон виходячи з єдиної технології обробки вантажів.	Створення певних зон з відомими задачами по розміщенню та обробки товарів.
5	Обладнання складу універсальним обладнанням для зберігання та обробки товарів. Придбання додаткового спеціального обладнання для надання послуг конкретному клієнту.	Складське обладнання для виконання певних операцій з вантажами, які обслуговуються.	Обладнання складу визначеними стелажми та необхідною технікою для роботи з визначеними матеріалами або товарами.

Продовження таблиці 1.1

№ п/п	Комерційний склад	Перевалочний склад	Склад - підрозділ виробничого або торгівельного підприємства
6	Ведення постійної роботи з пошуку клієнтів. Зміна клієнтів й товарів.	Постійна робота з перевізниками та клієнтами.	Виконання плану підприємства по обслуговуванню товарів.
7	Ведення розрахунків з клієнтами за надані послуги. Матеріальна відповідальність перед клієнтами.	Ведення розрахунків з клієнтами за надані послуги. Обмежена матеріальна відповідальність перед клієнтами.	Внутрішній звіт за використання спожитих коштів компанії (виконання бюджету).
8	Планування розвантаження складських приміщень виходячи з ринкових потреб.	Планування завантаження складських площ виходячи з ринкових потреб.	Планування завантаження складських площ на основі плану закупівель та продажів товарів.
9	Визначення вартості послуг на основі ринкових потреб, витрати на утримання складу.	Визначення вартості послуг на основі кон'юнктури ринку перевезень та супутніх їм послуг.	Визначення собівартості складських витрат в рамках загальних витрат компанії.
10	Створення системи для обліку товарів для різних клієнтів за різними технологіями, в тому числі надання інформації про стан товарів. Складання звітів для клієнтів.	Створення єдиної з перевізниками системи обліку вантажів.	Створення спеціальної системи обліку товарів, яка дозволяє іншим підрозділам отримувати необхідну інформацію в рамках одного програмного продукту.
11	Постійні маркетингові дослідження ситуації на ринку складських послуг. Пошук найбільш вигідних клієнтів.	Постійна робота з перевізниками.	Відсутній. Пошук можливий при нестачі власних складських приміщень.
12	Повна структура управління.	Повна структура управління.	Структурний підрозділ компанії.

Комерційний склад – це самостійне підприємство, метою якого є отримання прибутку шляхом надання послуг третім особам по зберіганню та вантажопереробці товарів під час їх знаходження на складі. Взаємовідносини комерційного складу з клієнтами будується на основі договірних відносин. Комерційний склад повинен відповідати вимогам клієнтів за наступними умовами: приймання, зберігання, обробки та видачі вантажів, а також надання додаткових послуг. Основними відмінностями між складом торгівельного підприємства та комерційним представлені в таблиці 1.1.

З аналізу таблиці видно, що на комерційних складах вирішуються більш складні задачі. Робота з різними товарами різних клієнтів в умовах невизначеності (ймовірний товарообіг, наявність додаткових операцій, специфіка обробки товарів, наявність спеціального обладнання) потребує від компанії, яка організує склад відповідального зберігання, створення універсального складу та індивідуальної роботи з кожним клієнтом.

Перевалочні склади, незалежно від виду транспортних засобів, що обслуговуються, мають наступні загальні принципи роботи:

- наявність єдиної з перевізниками технології обробки вантажів;
- наявність єдиної інформаційної системи складу та перевізника;
- виконання правил навантаження – розвантаження транспортних засобів у відповідності з їх технічними параметрами та вимогами;
- єдиний порядок роботи з клієнтами;
- вузька спеціалізація та наявність спеціального складського обладнання, яке дозволяє працювати з певними вантажами та транспортними засобами;
- жорсткі вимоги до параметрів вантажу, його упаковки та маркування.

Виробничі або торгівельні склади мають наступні спільні принципи роботи:

- є структурними підрозділами компанії;

- виступають частиною загальної технологічного або торгівельного процесу підприємства;
- розвиваються у відповідності із загальною стратегією розвитку компанії;
- входять в загальну систему управління та єдиний інформаційний простір компанії;
- виконують певні операції з вантажами в залежності від виду діяльності;
- є бюджетними підрозділами компанії.

Наведена вище класифікація складів є класичною. В роботі будуть розглянуті склади гіпермаркетів «Нова Лінія», які окрім основних функцій складу торгівельного підприємства займаються наданням послуг з перевалки вантажів. Пояснюється це тим, що мережа ДБГ «Нова лінія» входить до групи компаній «Епіцентр», яка має свої виробничі, торгівельні й логістичні потужності та підсилила роботу деяких складів своєї торгівельної мережі.

## **1.2 Характеристика методів формування системи вантажопереробки**

Перед аналізом методів формування системи вантажопереробки проаналізований безпосередньо сам процес переробки вантажів. Він займає одне з головних місць в технології доставки збірних вантажів на базі ДБГ «Нова Лінія». Одним з визначень вантажопереробки є процес переміщення вантажів на короткі відстані в середині підприємства чи складу, або між зонами зберігання та транспортними засобами [5,6]. Вантажопереробка являє собою комплексну логістичну активність підтримки запасів і, зазвичай, виконується разом із логістичними функціями складування та транспортування [7-9]. Операції вантажопереробки є частинами складського технологічного процесу. Таким чином, вантажопереробка – це сукупність



операцій, які виконуються на різних стадіях складського процесу [10,11]. В роботі розроблена схема процесу вантажообробки (рисунок 1.2).

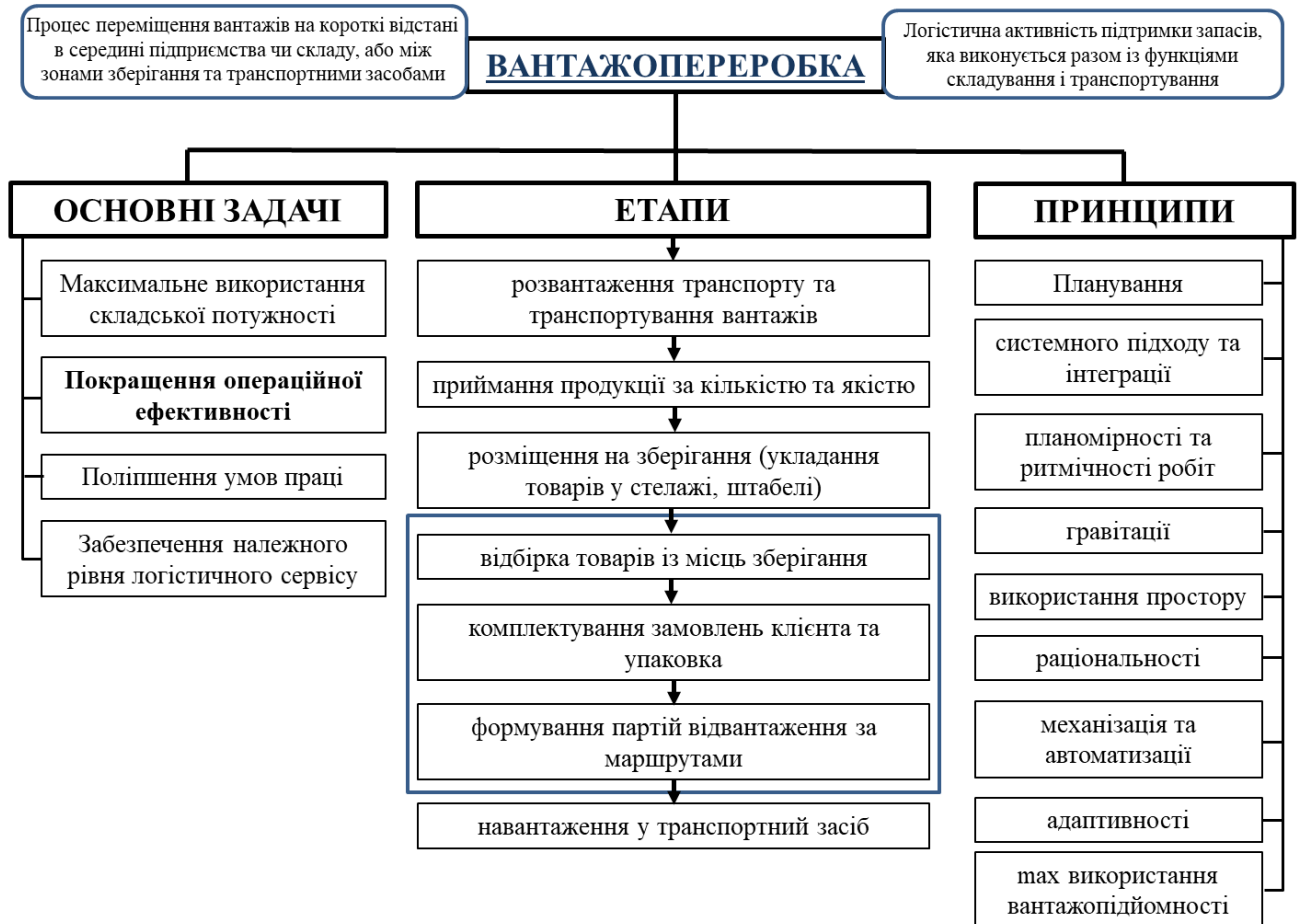


Рисунок 1.2 – Схема системи вантажообробки на складі

В наведеній вище схемі представлені основні задачі, операції та принципи вантажообробки.

Основними задачами вантажообробки є наступні.

1. Підвищення ефективності використання складської потужності. Йдеться насамперед про ефективне використання висоти та ширини складського простору. Тому фірми часто застосовують обладнання, що дозволяє складувати партії вантажів на максимальну висоту будівель (вертикальне використання простору). Інший аспект – максимальне використання складських площ (горизонтальне використання простору).

2. Підвищення операційної ефективності. Ця задача полягає в мінімізації видів вантажних одиниць, що переробляються, зменшенні числа операцій з вантажем.

3. Поліпшення умов праці персоналу (підвищення безпеки операцій вантажопереробки, ергономічних та екологічних характеристик робочих місць, механізація та автоматизація складських робіт тощо).

4. Забезпечення належного рівня логістичного сервісу (підвищення якості обслуговування споживачів за рахунок швидкої реакції на їх запити).

В процесі вантажопереробки важливими є наступні принципи:

- планування – план вантажопереробки складається спільно з планом складування для забезпечення максимальної операційної ефективності;
- системного підходу та інтеграції – усі рішення щодо вантажопереробки мають бути інтегровані з іншими логістичними функціями для досягнення мети бізнесу;
- ритмічності роботи автомобільного транспорту та навантажувально – розвантажувальної техніки;
- гравітації – використання власної ваги партій, що переробляються, у всіх випадках, де це можливо;
- використання простору;
- раціональності – спрощення процесу вантажопереробки шляхом зменшення, усунення або комбінування нераціональних операцій та/або обладнання;
- максимального використання вантажопідйомності для різної навантажувально – розвантажувальної техніки та обладнання для обробки вантажів;
- адаптивності – вибір методів та обладнання має бути адаптований до широкого кола завдань логістичного менеджменту, який може використовуватися на практиці;
- автоматизації та механізації технологічних операцій.

Всі вище наведені принципи є взаємопов'язані. Більш детально проаналізований принцип автоматизації та механізації. Визначаються дві основні мети автоматизації - це підвищення продуктивності праці і підвищення якості праці (зменшення помилок при виробничих операціях на складі). Метою автоматизації є зменшення людського фактору і оптимізація фізичної та розумової праці на складах. Підвищується продуктивність при впровадженні механізованих засобів, але при цьому розумові здібності людей не відключаються в зв'язку з управлінням механізованими засобами праці. Основні цілі автоматизації представлені на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Цілі автоматизації

Зростання розвитку комп'ютерних засобів управління призвело до активного впровадження роботизації. Роботизація без автоматизації і управління комп'ютерними засобами неможлива. В Європі відбулося суттєве зростання технології роботизації і вже існує кілька десятків рішень. Є операції, які можна замінити роботизованими рішеннями. Зокрема, це роботи по переміщенню вантажів на великі відстані. Наприклад, компанія GRENZEBACH пропонує лінійку роботів для переміщення стелажів для комплектувальників, візків, а також для роботи з висотними стелажними системами.

До операцій вантажообробки належать наступні:

- розвантаження транспорту та транспортування товарів (вантажів) до місця приймання;
- приймання продукції за кількістю та якістю;
- розміщення на зберігання (укладання товарів у стелажі, штабелі);
- відбірка товарів із місць зберігання на замовлення споживача;
- комплектування замовлень та упаковка;
- відпуск товарів;
- навантаження у транспортний засіб.

Комісіювання – операції поділу складських вантажних одиниць зберігання на складові його частини та формування з них збірних неоднорідних одиниць вантажу відповідно до замовлень клієнта. Процес комісійного охоплює всі операції, необхідні для виконання замовлення.

У всіх схемах комісіювання можна виділити такі основні етапи процесу комплектації:

- відбір товару із місць зберігання;
- комплектація замовлення кожного клієнта;
- формування партій відвантаження із замовлень відповідно до маршруту доставки клієнтам.

Комісіювання замовлень клієнтів проводиться у зоні комплектації. Підготовка та оформлення документації здійснюються через інформаційну систему, що полегшує виконання функції об'єднання вантажів до економічної партії відвантаження, що дозволяє максимально використовувати транспортний засіб.

Ефективність операцій вантажопереробки характеризують такі показники: частота відбірки (кількість відібраних замовлень за одиницю часу), пропускна спроможність ділянки відбірки (кількість сформованих вантажних одиниць у одиницю часу), рівень обслуговування замовників, випадки відсутності запасу товару.

Формування раціональної системи вантажопереробки передбачає вдосконалення як окремих операцій вантажопереробки, так і складської системи в цілому. Аналіз існуючих напрямів оптимізації вантажопереробки дозволив їх систематизувати та виділити два напрями раціонального формування ВПР (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Логістичні технології системи вантажопереробки

Оптимізація окремих операцій вантажопереробки	Оптимізація діяльності складу в цілому
Штрихове кодування. Радіочастотна ідентифікація.	Система управління складом (WMS)
Об'єднання процесів з використанням сучасних технічних засобів	
Крос - докінг	Дискретно-подієве моделювання
ABC - XYZ –аналіз	

Дискретно-подієве моделювання дозволить визначити оптимальну кількість навантажувально – розвантажувального обладнання для складських зон та або пунктів прийому вантажу, що дозволить зменшити чергу вантажів, що суттєво зменшить логістичні витрати.

### **1.3 Оцінка транспортно - складської системи декоративно – будівельних гіпермаркетів «Нова Лінія»**

Мережа декоративно – будівельних гіпермаркетів «Нова лінія» функціонує у форматі DIY (Do it yourself — «Зроби Сам») та займається оптовою й роздрібною торгівлею товарів для капітального будівництва та внутрішнього ремонту осель, саду та огороду. На сьогоднішній день, вона

включає 12 гіпермаркетів в 10 областях України. Перший магазин був заснований у 2001 році у місті Київ. Натепер в столиці України розташовані 3 гіпермаркети, а в місті Одеса – 2. По одному торговельному магазину знаходиться в наступних містах: Львові, Дніпрі, Борисполі, Луцьку, Запоріжжі, Ужгороді, Харкові, Кременчузі, Херсоні, Бучі. Мережа декоративно – будівельних гіпермаркетів входить до групи компаній «Епіцентр» (рисунок 1.4).

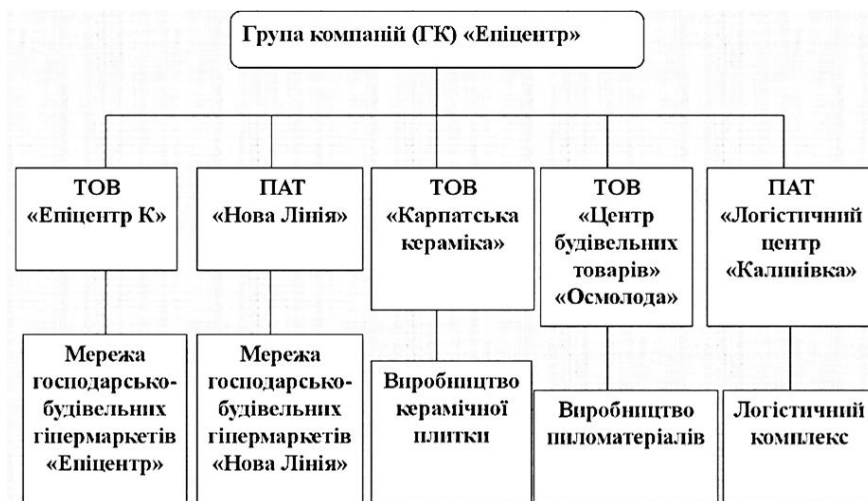


Рисунок 1.4 – Характеристика компаній однієї групи

Окрім торговельних мереж, в групу компаній входять завод з виробництва плитки, деревообробне підприємство «Осмолода» та транспортно - логістичний комплекс. В процесі діяльності підприємства активно взаємодіють. В декоративно – будівельні гіпермаркети завозиться продукція підприємств – партнерів. Далі, після вантажопереробки, збірні вантажі доставляються одержувачам.

Загальна площа мережі ДБГ становить близько 250000 м<sup>2</sup>. Таким чином, середня площа одного центру становить 20800 м<sup>2</sup>. Нижче представлені основні показники мережі торговельних центрів (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Основні показники мережі торгових центрів «Нова Лінія»

Найменування показника	Одиниці вимірювання	Значення				
		2018	2019	2020	2021	2022
Кількість торговельних центрів	од.	10	10	11	12	12
Загальна площа	тис. м <sup>2</sup>	208	208	229	250	250
Логістичні потужності	тис. м <sup>2</sup>	102	110	129	139	159
Кількість працівників	осіб	670	660	655	655	655
Товарообіг	млрд. грн.	35	43	44	51	52

Основними показниками роботи торговельного підприємства є наступні: кількість торговельних центрів, площа логістичних потужностей, кількість працівників та товарообіг. Практично всі розглянуті показники збільшуються за роками, що говорить про динамічний розвиток підприємства. Компанія співпрацює більше ніж з 3 тисячами постачальників продукції та займається реалізацією близько 3500 найменувань товарів.

Основною стратегією компанії є врахування інтересів кожного з покупців та постійний моніторинг кращих пропозиції високоякісних товарів за найдоступнішими цінами. Організація забезпечує наявність в своїх магазинах якісного товару для будівництва, ремонту тощо. Тому, особлива увага приділяється вчасному замовленню потрібних товарів, їх доставці та вантажопереробці, формуванню вантажних одиниць та їх відвантаженню.

У роботі розглядається транспортно - складська система та вантажопереробка на базі гіпермаркетів «Нова Лінія» у місті Одеса. Вони

розташовані за наступними адресами, Київське шосе, 8/2 (Одеса - 1); Новомиколаївська дорога, 3 (Одеса - 2). Зовнішній вигляд гіпермаркету наведений нижче (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд гіпермаркету

Місця розташування Одеських гіпермаркетів на карті наведені на рисунку 1.6.

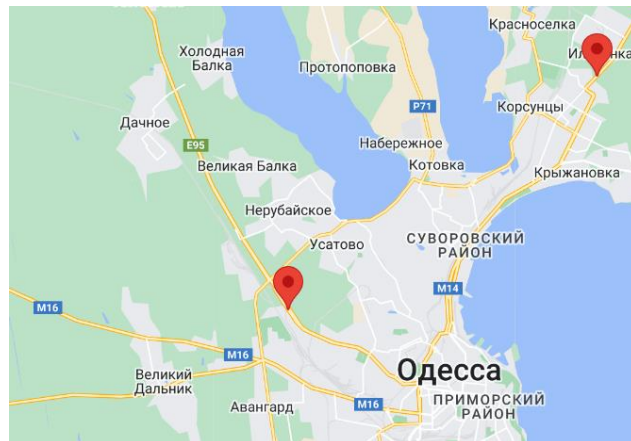


Рисунок 1.6 – Місця розташування Одеських гіпермаркетів на карті

Торгівельний центр «Нова лінія» Одеса - 1 знаходиться в 15 км від Одеського торговельного порту та центра міста, поблизу автомобільної дороги Е – 95 та об'їзної траси. Автомобільна дорога Е-95 на території України проходить через Чернігівську, Київську, Черкаську, Кіровоградську, Миколаївську та Одеську області до морського порту. Площа даного об'єкту складає 18 592 м<sup>2</sup>.



Другий торгівельний центр «Нова лінія» (Одеса – 2) розташований в Суворівському районі міста Одеси та обслуговує мешканців селища Котовського необхідними будівельними товарами. Поблизу проходить південна автомобільна дорога М-14. Ця міжнародна дорога починається в Одесі та проходить через Одеську, Миколаївську, Херсонську, Запорізьку та Донецьку області. Вона поєднується з частиною європейського маршруту Е - 58. До морського торгівельного порту близько 14 км, до порту Южного - 37 км. Площа цього торгівельного центру складає 14 080 м<sup>2</sup>.

Для різних категорій вантажу, після відвантаження продукції з гіпермаркету, надаються транспортні послуги автомобілями торгівельного підприємства або логістичного оператора «Нова пошта». Перевозяться, в тому числі, великогабаритні та великовагові вантажі. Вартість перевезень головним чином залежить від ваги та габаритних розмірів товару. Автомобільна доставка товарів з габаритними розмірами більше ніж 3 метри та вагою понад 400 кг узгоджується з перевізником в індивідуальному порядку.

Більшість вантажів, які перевозяться належать до категорії збірних. Тому, при здійсненні вантажопереробки існують певні особливості щодо формування вантажних одиниць. Наприклад, керамічна плитка відправляється тільки на дерев'яному піддоні (палеті). Шини, диски, керамічні та крихкі товари, відправляються при умові 100 % оплати

Для подальшого дослідження транспортно – складської системи обраний декоративно – будівельний гіпермаркет Одеса – 1 та проаналізована його організаційна структура управління (рисунок 1.7). Очолює роботу ДБГ директор за призначенням генерального директора. Директору підпорядковуються комерційний директор, директор з логістики, головний бухгалтер, заступник директора з адміністративно - господарської діяльності, планово-економічний відділ та відділ кадрів.



Рисунок 1.7 – Організаційна структура управління ДБГ «Нова лінія»

В розпорядженні комерційного директора наступні відділи: маркетингу, торгові та внутрішньої реклами. Директор з логістики керує відділами комплектування, доставки та відвантаження товарів. Головному бухгалтеру підпорядковані наступні відділи: бухгалтерського обліку та звітності, відділ кас, відділ безготівкових розрахунків.

В роботі розглянута діяльність логістичного відділу, який займається формуванням системи вантажопереробки товарів. Площі складських зон ДБГ Одеса – 1 становлять 10 030 м<sup>2</sup> (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 – Характеристика складських зон

Найменування	Площа, м <sup>2</sup>
Адміністративна будівля	30
Контейнерний пункт	4000
Універсальний склад	4000
Спеціалізований склад	2000
Всього	10030

До них, також, належать наступні пункти: прийому, відвантаження, комплектації та зберігання вантажів. Відсотковий розподіл площ складських приміщень наведений на рисунку 1.7.

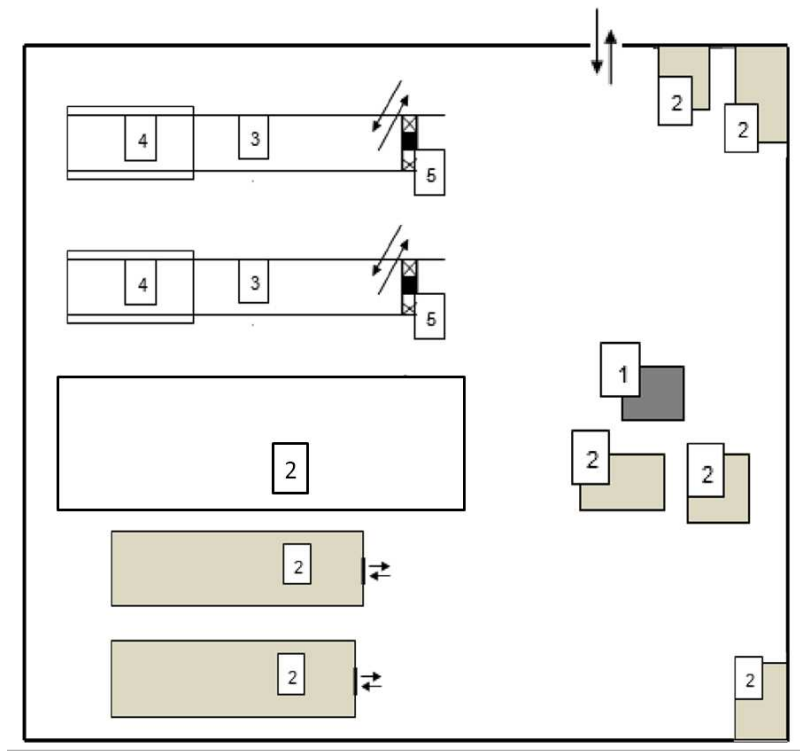


Рисунок 1.7 – Відсотковий розподіл площ складських приміщень підприємства

Транспортно – логістична система підприємства складається з двох категорій складів (універсального та спеціалізованого), а також контейнерного терміналу. Найбільшу площу займає термінал для контейнерів, а найменшу – спеціалізований склад, який містить криті площі для потребуючих особливих режимів зберігання вантажів. Універсальний склад займає середню площу (криту та відкриту) для дрібнопартійних вантажів, що не потребують особливих умов зберігання.

Аналіз складських приміщень показує, що вони призначені для завозу вантажів автомобільним транспортом на палетах або контейнерах. Надалі продукція відгружається різним вантажоодержувачам, в тому числі на морський або залізничний транспорт. Для доукомплектації партій товарів вантаж прибуває з логістичного центру «Калинівка» площею 100 тис. м<sup>2</sup>, який є підприємством – партнером та прямує в Одеський морський порт.

Схема складських приміщень представлена на рисунку 1.8.



1 – адміністративна будівля, 2 – криті та відкриті склади; 3 – робоче місце;  
4 – площадка для контейнеру; 5 – козловий кран

Рисунок 1.8 – Схема складських приміщень

Нижче проаналізовані види вантажів, які поступають на склад ДБГ. Вони класифіковані на 3 основні групи.

1. Товари для капітального ремонту – цегла, брус, металопрокат, покрівельні та ізоляційні матеріали.
2. Декоративна продукція – покриття для підлоги, текстиль, шпалери, світильники, сантехніка, килими, двері тощо.
3. Товари для саду та городу – рослини, різний інвентар, допоміжні матеріали, садові меблі, печі, сауни тощо.

Для наочності, побудована діаграма відсоткового розподілу різних товарів за обсягами продажу (рисунок 1.9).

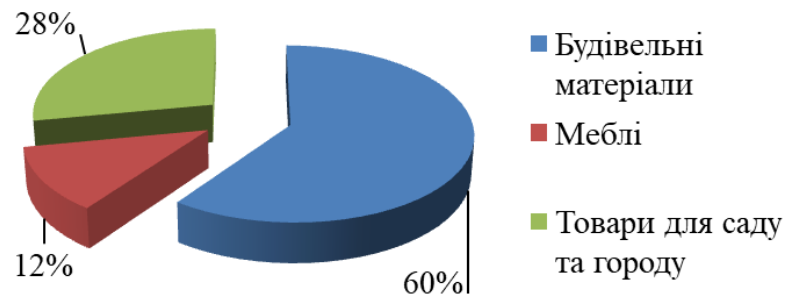


Рисунок 1.9 – Співвідношення товарів, які реалізуються підприємством

За обсягами продажу найбільшу долю займають будівельні матеріали та декоративні товари. Значна частина цих товарів в результаті вантажопереробки являють собою збірні вантажі. В роботі обрані наступні категорії збірних вантажів ДБГ: покриття для підлоги, пиломатеріали, шпалери, килими, покрівельні та ізоляційні матеріали. Сутність та особливості цих вантажів проаналізовані далі.

Збірний вантаж являє собою невелику партію товарів, які слід перевозити. Відділ логістики торгової компанії формує збірні вантажі від різних відправників в одному автомобілі. Таким чином, місце в транспортному засобі та оплата за перевезення вантажу розподіляється між усіма клієнтами. При розрахунку ставки за збірний вантаж необхідно знати габаритні розміри партії товару, вагу, можливість до штабелювання тощо.

Вантажопереробка збірних вантажів є однією з найскладніших операцій при організації перевезень. Тому, не кожне підприємство може забезпечити безперебійну роботу всіх ділянок з доставки такої продукції. Для цього необхідна професійна система обслуговування замовлень, яка забезпечить належні складські послуги та консолідацію або розукреплення вантажів.

Автомобільний парк торгівельної мережі ДБГ має наступну кількість транспортних засобів: 205 міжнародних ліцензованих комерційних вантажних автомобілів, 195 легкових автомобілів для обслуговування клієнтів; 150 легких вантажних автомобілів для обслуговування клієнтів у

форматі «від дверей до дверей» та 85 вантажних автомобілів для перевезення будівельних матеріалів. Діаграма розподілу автомобільного рухомого складу наведена на рисунку 1.10.

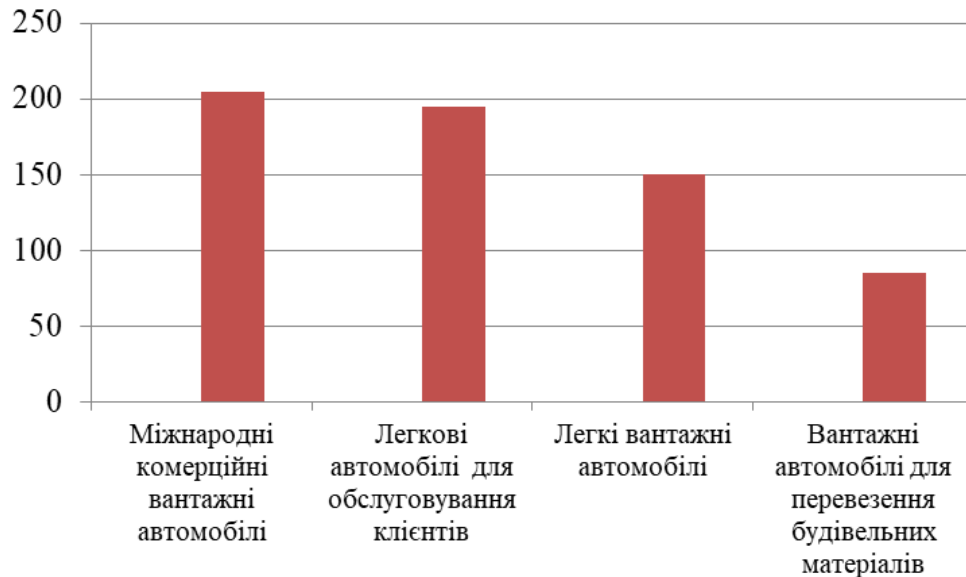


Рисунок 1.10– Діаграма розподілу рухомого складу за видами

На підприємстві для організації перевезень збірних вантажів використовуються бортові автомобілі та автопоїзда. Останні складаються із сідельного тягача та напівпричипа (тентованого, контейнеровоза, трала, рефрижератора). Напівпричепи мають вантажопідйомність від 15 до 30 т. Наприклад, тягач Ford Trucks 1848 T XHR AT може використовуватися з напівпричепом-контейнеровозом з бічним завантаженням контейнерів. Такий спеціалізований автомобіль може використовуватися для доставки 2-х 20-ти або одного 40-футового контейнера.

Для навантаження – розвантаження збірних вантажів використовуються автомобільні навантажувачі та козлові крани (рисунки 1.11 та 1.12).



Рисунок 1.11 – Автомобільний автовантажувач



Рисунок 1.12 – Козловий кран

Для внутрішньо складської обробки застосовуються повідкові та електроштабелери, штабелери річтрак та комплектувальники замовлень. Зовнішній вигляд повідкового штабелера наведений на рисунку 1.13.



Рисунок 1.13 – Штабелер для внутрішньо складського переміщення вантажів

#### 1.4 Аналіз та вибір напрямів раціональної системи вантажопереробки при перевезенні збірних вантажів в умовах торговельного гіпермаркету

Нижче проаналізований процес вантажопереробки збірних вантажів у ДБГ. Продукція доставляється від різних підприємств - постачальників на склад ДБГ, там формуються необхідні за розміром партії вантажу та відправляються вантажоодержувачам. В рамках міжнародної співпраці, основним замовником таких вантажів є Туреччина та Німеччина. Відповідальним за доставку збірних вантажів є директор з логістики. При поставках товарів на склад, як правило використовується транспорт постачальників. Варіанти різних схем доставки товарів представлені на рисунку 1.14.

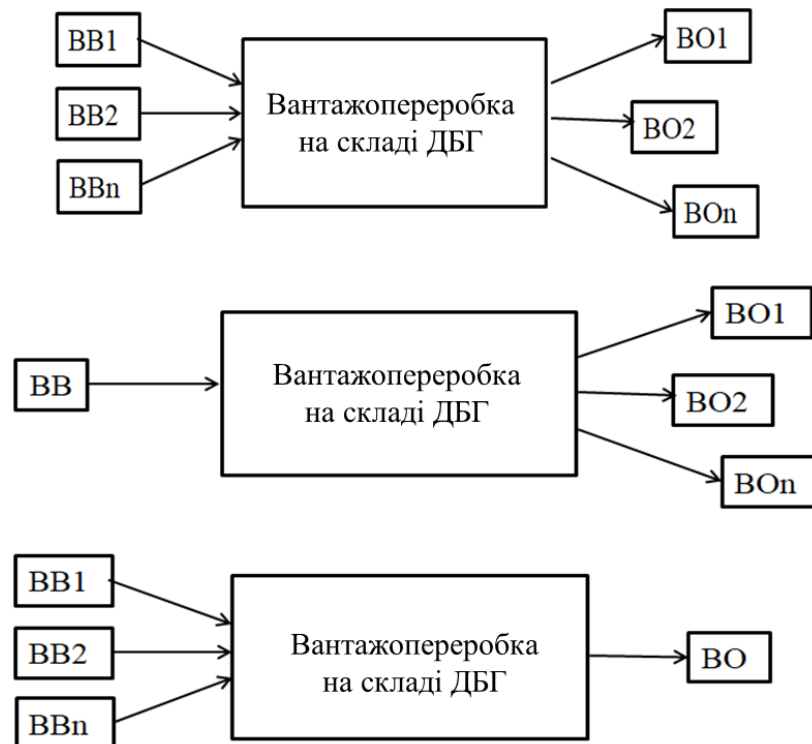


Рисунок 1.14 – Схеми переміщення вантажів

Виходячи з вище наведених схем слід зазначити, що в процесі вантажопереробки здійснюються операції з консолідації та (або)



розформування різних вантажних одиниць. На підприємстві для укрупнення партій вантажу використовуються контейнери та піддони. Співвідношення перевезених вантажів в залежності від обраної тари наведено на рисунку 1.15

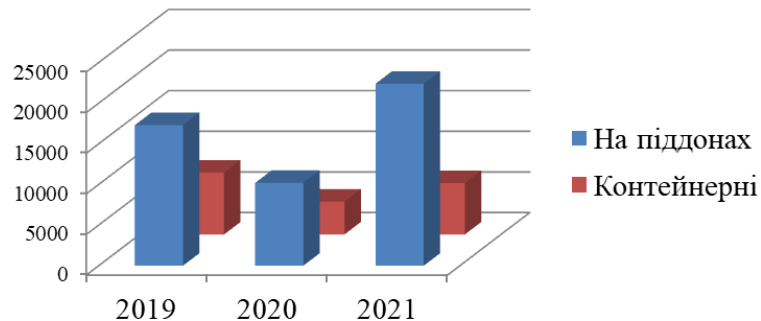


Рисунок 1.15 – Характеристика перевезень в залежності від використання вантажної одиниці

З діаграми видно, що в процесі вантажопереробки, більша кількість вантажів формується на піддонах. Незначна доля вантажів розміщується у великотонажних контейнерах (ВТК) та має тенденцію до зменшення за роками. Так, у 2019 році біля 30% вантажів перевозилося у контейнерах, у 2020 році – 27 %, а у 2021 році 20 %. Хоча загальний обсяг перевезень за три наведені вище роки збільшився (з 25000 т до 29000 т). В основному доставка вантажів у контейнерах здійснюється в залежності від наявності контейнера на складі, як складської одиниці. Для того, щоб не доставляти контейнер порожнім, він завантажуються продукцією та у подальшому залишається на складі.

Доставка збірних вантажів виконується з використанням одного транспортного засобу або контейнеру. Для пакування тарно-штучних вантажів використовуються різні види піддонів: плоскі (вимагають додаткового кріплення); ящикові, стійкові (забезпечують стабільність пакетів); збірно-розбірні чи нерозбірні; піддони-стелажі; одноразові чи оборотні; плоскі (одно-настильні, дво-настильні, 4-західні, 2 - західні).

Піддони виготовляють не тільки з дощок, фанери, гофрованого

картону, пластмаси, пінопласту, металу, пресованого паперу, плетені з дроту. Найбільш поширені піддони (плоскі, ящиківі та стійкові) з розмірами: 800 x 1200 та 1000 x 1200 – вантажопідйомністю 1 т; 1200 x 1600 та 1200 x 1800 – вантажопідйомністю 2 т [12].

Вимоги до укладання вантажу на піддони:

- вантаж не повинен виступати більш ніж на 20 мм (для піддону 800 x 1200) або на 40 мм (для піддонів більшого розміру);

- висота сформованого пакета не повинна перевищувати: 1800 мм – для перевезених у критому вагоні в один ярус (визначається висотою дверного отвору та зазору), не більше 1150 мм – для перевезених у два яруси, а для перевезених у критому вагоні місткістю 120 м<sup>3</sup> трохи більше 1350 мм.

Для забезпечення стійкості пакета та збереження вантажів використовуються одноразові та багаторазові засоби скріплення. З плоскими піддонами застосовується сталеві стрічка, тканинна стрічка, пластмасова стрічка, м'який сталевий дріт, сітка, садибна плівка та інші. Для легких вантажів склеюються аркуші паперу або коробок між собою. При використанні стрічок можуть застосовуватись натяжні замки, куточки (по кутах пакета).

Використовується метод закріплення вантажу на піддоні шляхом кріплення термозбіжними плівками. Переваги кріплення термозбіжними плівками: міцність, монолітність пакета; захист вантажу від бруду, пилу, дощу; пакунки можна зберігати на відкритому повітрі, перевозити на відкритому рухомому складі; зручність обліку та контролю - видно вміст та документи під плівкою; можливість забирати частину вантажу без розформування пакета; широка номенклатура вантажів, що пакуються (майже будь-які вантажі, в будь-якій упаковці).

Для формування пакетів застосують 2 види плівки – ПВХ та поліетилен. ПВХ – вдвічі міцніше, ніж поліетилен та прозоріше, вимагає меншого нагрівання. Поліетилен – дешевше, екологічніше. Температура

експлуатації термозбіжної плівки для закріплення пакетів - від - 40 до +60 градусів. Техпроцес закріплення включає три основні операції: обандеролювання (або повне обгортання), теплова обробка та охолодження. Іноді використовують також особливу плівку, що розтягується, для загортання вантажу, при цьому не потрібно нагрівання.

За ступенем механізації розрізняють ручне формування пакетів (теплові пістолети), напівавтоматичний процес – із застосуванням машин, керованих оператором та повністю автоматизований (для нагрівання використовуються термокамери або теплові тунелі) [13,14].

При використанні термозбіжної плівки іноді формують пакети без піддонів, причому в них формують спеціальні поглиблення для вил навантажувача.

На складі підприємства використовується як звичайна складська технологія так і технологія крос - докінгу. Остання використовується, коли терміново необхідно сформувати певну кількість однакових замовлень чи швидко розсортувати та відправити різні товари, тобто треба забезпечити "швидкий потік", то може використовуватися технологія крос-докінгу.

Крос-докінг включає в себе 6 основних операцій:

- поставка товарів, включаючи розвантаження;
- приймання товарів по кількості та переміщення в спеціальну зону крос-докінгу;
- сортування: сканування, перевірка за якістю, сортування та комплектування згідно до замовлення;
- контроль: формування необхідних документів (товарний чек) для кожного окремого замовлення та перевірка зібраних замовлень по складу та кількості;
- пакування замовлення та надання додаткового захисту товарам (при необхідності);

- відвантаження - формування ТТН та передача зібраних замовлень у відділення торгових центрів, для подальшої доставки або відвантаження для транспортування.

Етапи технології крос - докінгу представлені на рисунку 1.14.

Після аналізу процесу вантажопереробки в цілому та в умовах ДБГ «Нова лінія» рекомендовано підсилити як окремі логістичні операції так роботу складу в цілому. Для покращення операційної ефективності рекомендовано побудувати граф – модель вантажопереробки з урахуванням випадковості подій, яка дозволить покращити швидкість обробки товарів. При необхідності, слід запропонувати сучасні технічні засоби, які дозволять покращити вантажопереробку.

Для покращення роботи складу в цілому рекомендовано розробити методику визначення раціональної кількості постів та засобів механізації з урахуванням виду вантажних одиниць.

## **1.5 Висновки за розділом 1**

В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи були вирішені наведені нижче задачі.

1. Наведена класифікація транспортно – логістичних систем та проаналізовані їх особливості. До таких систем належать різні види складів, терміналів та термінально – логістичних комплексів. Встановлено, що процес вантажопереробки має відмінності в залежності від категорії ТЛО. За ієрархією транспортно – логістичних об'єктів найбільш простим є склад, далі вантажний термінал та термінально – логістичний центр. Мають свої відмінності в організації вантажопереробки наступні категорії складів: комерційний, перевалочний та склад – підрозділ підприємства.

Зазначено, що мережа ДБГ «Нова лінія» входить до групи компаній «Епіцентр», яка має свої транспортні та логістичні потужності й власними

силами забезпечує вантажопереробку своїх товарів та вантажів підприємств - партнерів. Тому, складські приміщення частини торгівельних підприємств поєднують в собі декілька класифікаційних ознак.

2. Проаналізовані та обрані методи формування вантажопереробки. Для цього розроблена модель вантажопереробки, яка містить 7 основних етапів, 4 задачі та 9 принципів. Визначено, що забезпечення раціональної системи вантажопереробки передбачає вдосконалення як окремих її операцій, так і складської системи в цілому. Аналіз існуючих напрямів оптимізації вантажопереробки дозволив їх систематизувати та виділити 5 напрямів раціонального формування ВПР.

3. Охарактеризована мережа ДБГ «Нова Лінія». Наведена та проаналізована динаміка зміни кількості торгівельних об'єктів, їх логістичних потужностей, а також товарообігу. Не дивлячись на несприятливі фактори зовнішнього середовища, більшість показників зросли крім кількості персоналу, яка знизилася впродовж останніх років. Зростання основних показників пояснюється тим, що підприємство посилило напрям онлайн-торгівлі, який передбачає використання логістичних потужностей та забезпечення якісної вантажопереробки. З загальної мережі гіпермаркетів виокремлені 2, які розташовані в місті Одеса. Наведена карта із зазначенням їх місця розташування та стисла характеристика місцевості.

Виконана оцінка транспортно – складської системи при перевезенні збірних вантажів в умовах ДБГ «Одеса - 1». Формуванням та регулюванням процесу вантажопереробки на складі займається логістичний відділ. Площі складських зон ДБГ становлять від 3 до 18 тис. м<sup>2</sup>. Розроблена схема складських приміщень з розстановкою обладнання. Проаналізовані та обрані необхідні категорії вантажів, які проходять вантажопереробку та перевозяться різним вантажоодержувачам. Наведені особливості перевезень збірних вантажів. На підприємстві для організації перевезень збірних

вантажів використовуються бортові автомобілі та автопоїзда, а в якості транспортної тари – контейнери та піддони.

4. Для досягнення раціональних параметрів системи вантажопереробки в умовах ДБГ сформований наступний перелік заходів:

- розробити науково обґрунтований механізм для покращення операційної ефективності вантажопереробки та забезпечення раціональних параметрів обробки вхідного та вихідного матеріальних потоків збірних вантажів;

- запропонувати модернізоване обладнання для покращення приймання та відвантаження вантажів на складі з дотриманням належної якості виконання операцій та зниженням часу на визначення параметрів вантажу;

- покращити взаємодію з постачальниками продукції за рахунок використання веб-порталу для реєстрації постачальників;

## РОЗДІЛ 2

### МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ ТОВАРІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗБІРНИХ ВАНТАЖІВ

#### 2.1 Формування раціональної системи вантажопереробки збірних вантажів

Для формування моделі, яка дозволить виокремити основні напрями поліпшення вантажопереробки, слід навести мету дослідження. Згідно завдання, необхідно організувати раціональний процес вантажопереробки, в тому числі за рахунок збільшення операційної ефективності, з урахуванням невизначеності. За допомогою використання теорії імовірності, нижче розглянуті випадкові події, що впливають на операційну ефективність вантажопереробки [15-17].

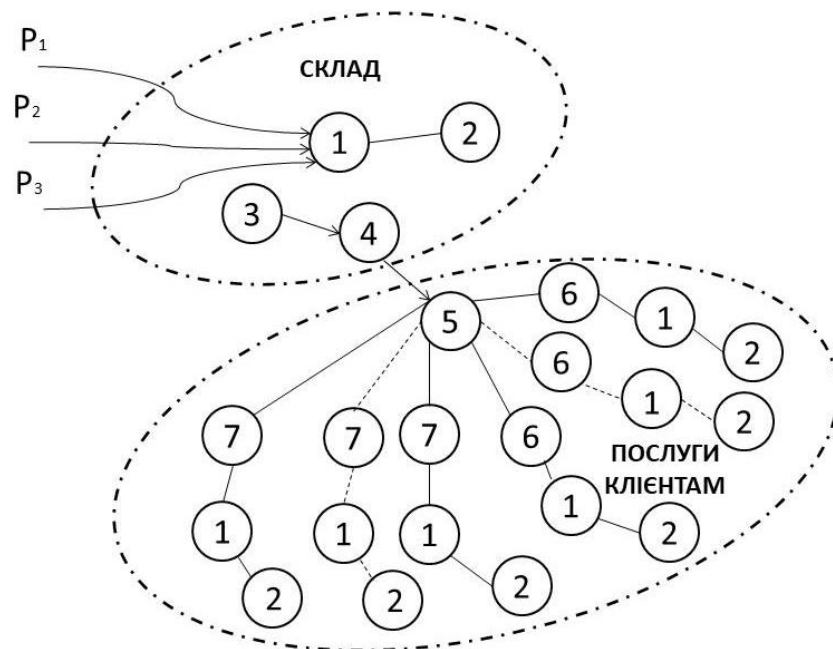
Для формування структури системи необхідно визначити її основні компоненти, а саме:

- розвантаження транспортних засобів (1);
- приймання та контроль отриманих вантажів (2);
- формування партії та контроль вантажу перед завантаженням (3);
- завантаження автотранспортного засобу (4);
- транспортування вантажів (5);
- контроль вантажів, які розподіляються за окремими торговельними організаціями (6) або конкретними користувачами (7).

Слід урахувати попит конкретним клієнтам, яким необхідні невеликі обсяги будівельних вантажів (наприклад, сільським мешканцям для ремонтних робіт).

Візуалізація існуючої структури системи у вигляді графів наведена нижче (рисунок 2.1).

Постачальники  $p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_k$  транспортують вантажі на склад торговельного центру, де виконується розвантаження автотранспортного засобу (АТЗ). На складі обов'язково контролюється відповідність параметрів отриманих вантажів 2 необхідним вимогам. Після проведення певних складських робіт, на складі виконують попередній контроль 3 перед завантаженням 4 АТЗ. Далі виконується транспортування вантажів до місць призначення: підприємствам (організаціям) 6 або конкретним користувачам 7. Обидва отримувачі вантажів після (або до розвантаження 1 АТЗ) виконують контроль 2 ваги та (або) розмірів.



- 1 – розвантаження; 2 – контроль отриманих на складі вантажів;  
 3 - формування партії та контроль вантажу перед завантаженням;  
 4 - завантаження автотранспортного засобу; 5 - транспортування вантажів;  
 6 - контроль вантажів, які розподіляються за окремими торговельними організаціями; 7 - контроль вантажів, які розподіляються за конкретними користувачами

Рисунок 2.1 – Візуалізація системи вантажопереробки та перевезення товарів:



Наведена структура містить 7 компонентів. В роботі запропонована також доставка невеликих вантажів конкретним клієнтам. Ця послуга має особливості тому що перевірка вантажу для окремого дома у селі або квартири багатоповерхового будинку може бути неможливою. Але в діючій практиці в ФРН, розподіляють брикети бурого вугілля за невеликою вагою (біля 5 кг). Означене вугілля мешканці використовують за потребою для опалення приміщень. Така послуга, натепер, може бути корисною для перевезення будівельних вантажів в складних умовах зовнішнього середовища. Для можливості надання такої послуги на автомобілі встановлюють ваги.

Нижче досліджені шляхи на графі існуючої системи (рисунок 2.1).

З розгляду шляху (1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 1 – 2) можна розрахувати імовірність відмови означеного маршруту та знайти підхід до скорочення шляху на графі. Імовірність відмови (зупинки) руху матеріального потоку на маршруті 1 – 2 дорівнюється сумі двох імовірностей, якщо події 1 і 2 незалежні.

Спочатку розглянуті компоненти фрагменту структурної схеми, які розміщені на вході в склад – це контроль 1 ваги або розмірів вантажу, що постачальники доставили до складу торговельного центру, а також - розвантаження (2) перевезеного вантажу (рисунок 2.2).

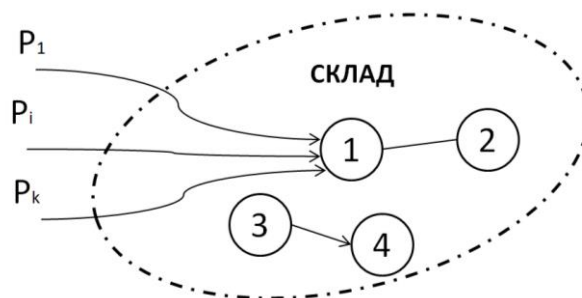


Рисунок 2.2 – Візуалізація вхідних (1, 2) та вихідних (3,4) компонентів на фрагменті схеми

Для математичної підтримки аналізу схеми розглянуті імовірності ( $P_i$ ) відмов 4 неспільних окремих подій ( $i=1,2,3,4$ ):

- відмови в процесі контролю (1), що впливає у вигляді зниження його точності –  $P(1)$ ;
- відмови в процесі розвантаження (2), яка обумовлена нероботоздатністю розвантажувального механізму –  $P(2)$ ;
- відмови зниження точності контролю перед виїздом автомобіля зі складу –  $P(3)$ ;
- відмови автомобіля, який повинен виїздити зі складу –  $P(4)$ .

Імовірність роботоздатності фрагменту складського шляху (1-2-3-4) знайдена із судження, що нероботоздатний стан частки ланцюга (1-2-3-4) буде обумовлений непрацездатністю хоча б одного будь – якого компонента (тобто  $1U2U3U4$ ). Такий висновок є вірним у випадку послідовного з'єднання компонентів.

Таким чином, імовірність нероботоздатності складу в цілому дорівнює

$$\bar{P}(1 - 2 - 3 - 4) = \bar{P}(1) \cup \bar{P}(2) \cup \bar{P}(3) \cup \bar{P}(4). \quad (2.1)$$

Імовірність роботоздатного стану складу розрахована за формулою

$$P(1 - 2 - 3 - 4) = 1 - \bar{P}(1 - 2 - 3 - 4) \quad (2.2)$$

Наприклад, якщо:  $\bar{P}(1) = \bar{P}(3) = 0,15$ ;  $\bar{P}(2) = \bar{P}(4) = 0,01$ , то склад в цілому буде нероботоздатний з імовірністю

$$\begin{aligned} \bar{P}(1 - 2 - 3 - 4) &= \bar{P}(1) + \bar{P}(2) + \bar{P}(3) + \\ &+ \bar{P}(4) = 0,15 + 0,01 + 0,15 + 0,01 = 0,32. \end{aligned}$$

Імовірність роботоздатності складської системи дорівнює:

$$P(1-2-3-4) = 1 - \bar{P}(1-2-3-4) = 1 - 0,32 = 0,68.$$

Для покращення функціонування системи, яка наведена вище, є пропозиція зробити наступні інституційні зміни в її структурі. Доцільно об'єднати окремі незалежні події (1 та 2, 3 та 4 відповідно) наступним чином:

- незалежні події 1 та 2 зробити однією подією (1,2), що буде сумісною залежною контрольно-розвантажувальною роботою. Вона може характеризуватися імовірністю сумісних залежних подій (рисунок 2.3);
- незалежні (для первинного сценарію) події 3 та 4, також зробити однією подією (3,4), що перетворюється в сумісну залежну контрольно-завантажувальну роботу, яка характеризується імовірністю сумісних (залежних) подій (рисунок 2.3).

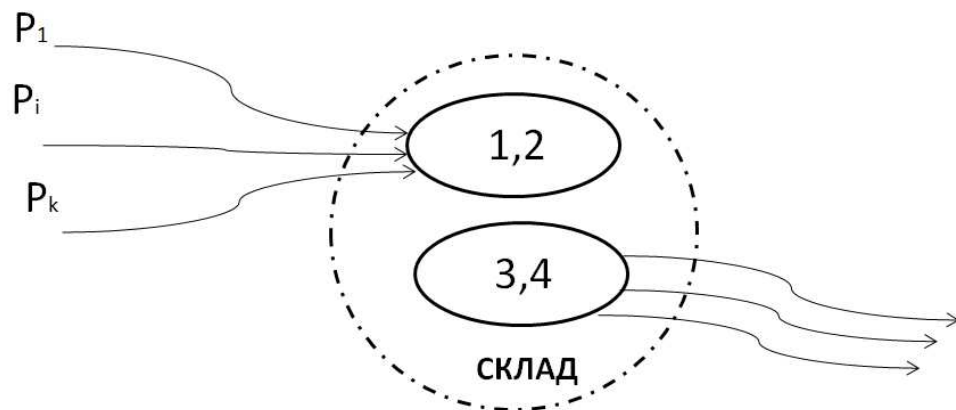


Рисунок 2.3 – Візуалізація фрагменту складської схеми з перетвореними незалежними компонентами в компоненти, що містять спільні (залежні) події

Спочатку слід розглянути послідовність операцій контрольно-розвантажувальної роботи (1, 2), що зображена на рисунку 2.3. Першою операцією з роботи (1,2) буде установка вантажу, який доставив постачальник на вили навантажувача з вбудованими в них вагами. Миттєво видається інформація про відповідність ваги вантажу вимогам. Якщо є

відповідність, то виконується розвантаження вантажу і він приймається на склад. Інакше операція розвантажування відмінюється.

Таким чином, можна розглянути наступні протилежні події:

- А - об'єкт від постачальника приймається на склад (імовірність  $P(A)$ );
- В - об'єкт не приймається  $P(B)$ .

Події А і В є залежними від події С – відповідності ваги доставленого вантажу вимогам, імовірність  $P(C)$ .

Отже, імовірність події  $P(A)$  змінюється залежно від появи  $P(C)$

$$P(A) \neq P(A/C). \quad (2.3)$$

Структура перевезень, що пропонується містить п'ять дієвих об'єктів замість семи. Тому, імовірність відмови ланцюга послідовно розміщених компонентів буде знижена, а час, що витрачається на проходження шляху на графі також скорочується (рисунок 2.4).

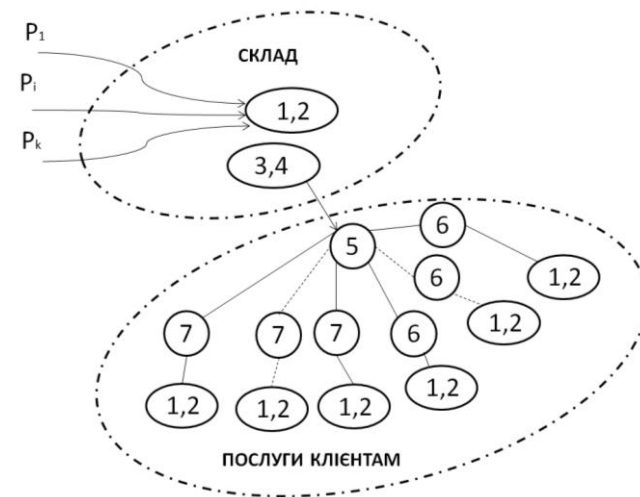


Рисунок 2.4 – Візуалізація структури функціонування системи транспортно-складських робіт з перетвореними незалежними компонентами в компоненти, що містять спільні залежні події

Об'єднання складських операцій в пунктах приймання або відвантаження вантажів слід виконувати за допомогою використання обладнання, яке дозволяє знімати вагові та габаритні параметри вантажу. Нижче наведені технічні засоби для забезпечення вагового контролю. Пропонується використовувати обладнання, яке дозволяє знімати вагогабаритні характеристики товару (від компанії METTLER TOLEDO) і інтегрувати їх в WMS систему для подальшої обробки та системи вагового контролера RAVAS. На складах торгових центрів необхідно реалізувати ваговий контроль. Постачальники централізовано привозять вантажі на розподільчий центр торгівельного підприємства. В багатьох випадках один постачальник привозить певні вантажі для багатьох торгівельних центрів. Відділ експедиції приймає ці вантажі, розподіляє їх по комірках для кожного одержувача (для кожного маркету). Після цього ці вантажі об'єднуються на одну паллету, прив'язуються в WMS системі на один штрих-код і відправляються на упаковку та далі прямують в зону відвантаження. Присутність людського фактору в транспортно-складському русі вантажів призводить до великої кількості помилок. Впровадження автоматизації в ваговий контроль забезпечить показник безпомилкової роботи у розмірі 99,93% (для коробкового вантажу) [9].

До системи вагового контролю RAVAS належать наступні складові (рисунок 1.20):

- вили для складських навантажувачів з ваговими давачами;
- рокли з ваговими давачами;
- окремі давачі з індикаторами.

Система вагового контролю RAVAS виконує наступні задачі:

- дозволяє проводити ваговий контроль на місці приймання без переміщення вантажів в окрему зону вагового контролю;
- дозволяє організувати ваговий контроль в момент проведення комплектації вантажу, що суттєво знижує похибки при комплектації;

- контролює вагу вантажу й інформує водія навантажувача про перевантаження, коли вага вантажу більше припустимої.

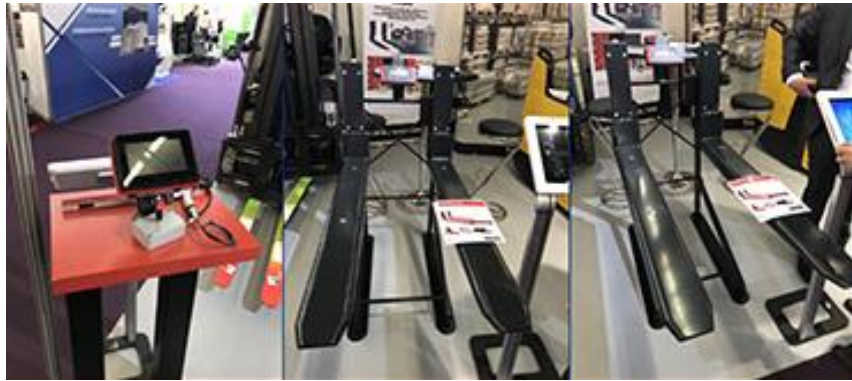


Рисунок 2.5 – Система вагового контролю RAVAS

Наступним важливим заходом є впровадження веб-порталу для запису постачальників. Його призначення розподіляти навантаження складу за днями тижня шляхом закріплення постачальників за вікнами вивантаження на певний час. Якщо постачальник працює за технологією крос-докінг, то він першочергово реєструє свою поставку, також реєструє кожен свій вантаж в системі веб-порталу. Потім для кожного вантажу роздруковується спеціальна етикетка та пакувальний лист, на якому є штрих-код. Після виконання всіх операцій вантаж доставляється на склад підприємства. Таким чином приймання вантажу займає дуже мало часу тому що потрібно тільки сканувати штрих-коди й підтвердити всі вантажі, які були зареєстровані спочатку на веб-порталі та далі імпортовані в WMS систему. Після приймання всі вантажі передаються в зону зняття вагогабаритних характеристик через Cubiscan. Завдяки цьому обмір вантажів відбувається дуже швидко. Cubiscan також інтегровані в WMS систему.

Після цього вантажі розподіляються за комірками для кожного маркету. Коли комірка наповнюється всі вантажі вивозяться в зону вагового контролю. Далі кожна коробка додається на палету та вантажі укладаються в залежності від їх кріхкості, щоб уникнути пошкоджень під час

транспортування. Весь алгоритм прийняття рішень повинен бути імплементований в WMS систему. Вона контролює фактичну вагу та зіставляє її з системною вагою, що напочатку була отримана з Cubiscan. Якщо є розбіжності по вазі понад заданого розрахункового параметра, система не пропускає далі роботу з цією палетою, поки не будуть виправлені помилки. Ця технологія дозволить дуже істотно оптимізувати трудовитрати та підвищити якість.

Доречно впровадити вагову технологію контролю через електронну рулетку для негабаритних вантажів, що збільшить продуктивність праці.

Нижче проаналізовані технічні засоби для комплектації замовлень.

Компанія EXOTEC SOLUTIONS і її робот ROVI SKYPOD дозволяє не просто переміщати вантажі по підлозі, він чітко заходить в стелажну систему, піднімається нагору, вибирає необхідний ящик з вантажем, і переносить його до середніх ярусів. Таким чином, повністю реалізована концепція «товар до людини». На сьогоднішній момент багато складів працюють за концепцією «людина до товару», але при реалізації такої концепції час витрачається непродуктивно на переміщення між комірками відбору та частка такого непродуктивного часу досить велика. Цей робот можна застосовувати на висотних складах, він працює зі стелажною системою висотою до 10 м і має досить велику автономність. Даний роботизований засіб працює на літій-іонних батареях, які мають дуже швидкий період заряду і можуть підзаряджатися в будь-який час не вимагаючи повного циклу використання заряду.

Робот Sherpa від компанії NORCAN використовується для комплектації дрібноштучного товару. Його особливість в тому, що він умовно прив'язаний до середніх ярусів. Коли комплектовщик йде вздовж стелажів, цей робот рухається за ним без будь-якої участі людини і вона звільнена від фізичної праці по переміщенню електровізка. Цей робот обладнаний усіма засобами активної безпеки, що попереджають зіткнення з перешкодами, має 8-10

годин автономної роботи, завдяки досить великій ємності батареї. Робот має наступні технічні параметри: максимальна швидкість 7 км / год., загальна вага з батареєю 73 кг, оснащений радарною системою для запобігання наїзду на перешкоди (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 - Робот Sherpa

Всі ці рішення, як правило, працюють з власними автоматизованими системами та нормально інтегруються в управління виробничими завданнями на складі, зокрема в WMS систему. Це важливо, тому що на сьогоднішній момент WMS система є основним мозком в роботі складу та багато компаній мають її в своєму управлінні.

Три основних функціоналу WMS системи:

1. Управління вантажопотоком на складі з урахуванням адресної системи розміщення вантажів на складі, ваго-габаритних характеристик вантажів і комірок розміщення.

2. Персоніфікація вантажопотоку і працівників складу.

3. Управління виробничими завданнями на складі. WMS система постійно вдосконалюється. В майбутньому це інтелектуально-аналітичні системи. Вони будуть автоматизовано виконувати завдання за правилами, заданими людиною та підказувати або самостійно управляти процесами і ресурсами на складі (розміщенням товару на складі, топологією розміщення товару на складі).



## 2.2 Основні принципи забезпечення раціональної системи вантажопереробки за рахунок регулювання роботи складу

Для формування належної вантажопереробки товарів необхідно забезпечити раціональні параметри вхідного та вихідного вантажопотоку, а саме: кількість вантажно-розвантажувальних пунктів та засобів механізації.

Для розрахунку оптимальної кількості вантажно-розвантажувальних засобів і постів необхідно використати наступні вихідні дані:

- інтенсивність (частота) прибуття транспортних засобів для розвантажування (навантажування)  $v$ , од. / год. (добу, місяць, рік);
- середню місткість одного транспортного засобу  $q_{mp}$ , т (од., м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>);
- кількість розвантажувальних (навантажувальних) постів складу  $n_n$ , од.;
- середній час розвантаження однієї одиниці вантажу  $t_{кон}$  (тони, вантажного модуля, контейнера) одним розвантажувальним (завантажувальним) засобом, т / год.

Сумарна кількість розвантажувальних (завантажувальних) засобів (кранів, навантажувачів, вантажників)  $n_{крj}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), що знаходяться на  $j$ -му розвантажувальному (навантажувальному) посту  $n_{nj}$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ), а також загальна кількість  $n_{крi}$  розвантажувальних засобів на всіх постах  $n_n$  складе:

$$n_{крj} = \sum_{i=1}^n n_{крij}, \quad (2.4)$$

$$n_n = \sum_{j=1}^m n_{nj},$$

$$n_{кр} = \sum_{j=1}^m n_{крj},$$

де  $n_{кр}$  - загальна кількість розвантажувальних засобів на всіх  $j$ -х постах;

$n_n$  - загальна кількість розвантажувальних постів.

Нормативний (плановий) час розвантаження одного транспортного засобу  $t_{нл}$  встановлено з умови його розвантаження певною кількістю розвантажувальних засобів:

$$t_{нл} = q_{тр} \cdot t_{кон} = q_{ф} \cdot m_{ф} \text{ год.} \quad (2.5)$$

Додавання розвантажувальних засобів на  $j$ -му розвантажувальному посту призводить до зниження фактичного часу розвантаження  $t_{cj}$  транспортного засобу:

$$t_{cj} = t_{нл} / n_{крj}, \text{ год.} \quad (2.6)$$

Однак при цьому плановий час  $t_{нл}$  не знижується, а знижки (премії) за дострокове розвантаження транспортного засобу не передбачаються.

Експлуатація одного розвантажувального засобу пов'язана з витратами складу  $B_{vi}$  (грн.) на електроенергію, ПММ, зарплату робітників тощо, за весь період роботи  $t_{vi}$  (год.) з урахуванням норми витрат в розмірі  $S_{vi}$ , грн. / год.

Аналогічним чином для складу утворюються витрати у зв'язку з вимушеним простоем кожного розвантажувального засобу (нарахування на заробітну плату, тощо) в період відсутності транспортних засобів  $B_{zi}$  (грн.), за весь період простою  $t_{zi}$  (год.) з урахуванням норми витрат в розмірі  $S_{zi}$ , грн. / год.

У зв'язку з простоем транспортного засобу під розвантаженням (навантаженням) в межах планового (нормативного)  $t_{нл}$  терміну виконання вантажно-розвантажувальних робіт у власника транспортного засобу

утворюються втрати  $B_{ci}$ , грн., величина яких визначається за кожну годину простою  $t_{ci}$  одного транспортного засобу під розвантаженням з урахуванням норми втрат  $S_{ci}$ , грн. / год. На практиці дані втрати, як правило, закладаються в тариф на перевезення. Тому зниження втрат в зв'язку з простоем транспортного засобу під розвантаженням дозволить перевізникам пропонувати клієнтам більш вигідні тарифи і підвищувати свою конкурентоспроможність.

За простій кожного транспортного засобу під розвантаженням понад планового часу  $t_{nl}$ , в тому числі коли транспортний засіб стоїть в черзі на розвантаження, адміністрація складу сплачує власнику транспортного засобу штраф  $B_{di}$  (грн.) За весь період наднормативного простою  $t_{di}$  (год.) з урахуванням норми втрат в розмірі  $S_{di}$ , грн. / год, величина яких, як правило, перевищує величину планових втрат в розмірі  $S_{ci}$ .

На терміналі може бути організовано до  $n'_n$  розвантажувальних постів:

$$0 < n_n \leq n'_n.$$

На одному розвантажувальному пості може розміщуватися до  $n'_{кри}$  розвантажувальних засобів для одночасної розвантаження одного транспортного засобу:

$$0 < n_{кри} \leq n'_{кри}.$$

Потрібно дати обгрунтоване рішення про оптимальну кількість розвантажувальних засобів  $n_{кри}^o$  і кількості розвантажувальних постів  $n_{пi}^o$ , необхідних для обслуговування всіх транспортних засобів з точки зору мінімуму сукупних витрат  $B_{cvzd}$ :

$$B_{cvzd} = B_c + B_v + B_z + B_d \quad (2.7)$$

$$B_{cvzd}^o = F(n_{kpi}^o, n_n^o, B_{cvzd}(n_{kpi}^o, n_n^o)) \rightarrow \min \quad (2.8)$$

### 2.3 Методика визначення раціональної кількості засобів механізації

Нижче розглянута методика, яка оптимізує кількість вантажно-розвантажувальних засобів на одному розвантажувальному посту.

Технологічні та економічні параметри роботи вантажно-розвантажувальних постів залежать від двох основних параметрів:

- 1) кількості розвантажувальних засобів на одному розвантажувальному посту  $n_{кр}$ , які використовуються для розвантаження одного транспортного засобу;
- 2) кількість розвантажувальних постів  $n_n$  в термінальному комплексі.

Раціоналізація зазначених параметрів повинна бути економічно обгрунтована і забезпечувати розвантаження всіх транспортних засобів. На вибір способу знаходження оптимальної кількості розвантажувальних засобів  $n_{кр}^o$  і кількості розвантажувальних потів  $n_n^o$  впливає співвідношення інтервалів прибуття транспортних засобів під розвантаження (навантаження)  $I_c$  і тривалість планового часу їх обслуговування одним розвантажувальним засобом  $t_{пл}$ .

При відомій інтенсивності прибуття транспортних засобів в інтервал руху між транспортними засобами  $I_c$  розраховується за формулою:

$$I_c = 365 \cdot 24 / v, \text{ год.} \quad (2.9)$$

Залежно від співвідношення інтервалів руху транспортних засобів  $I_c$  і планового часу їх розвантаження  $t_{nl}$  можливі три способи знаходження оптимальної кількості вантажно-розвантажувальних засобів:

- 1) збалансована ситуація - коли планова тривалість  $t_{nl}$  розвантаження транспортних засобів дорівнює інтервалах їх руху:  $t_{nl} = I_c$ ;
- 2) ситуація з резервом часу розвантаження - коли планова тривалість  $t_{nl}$  розвантаження транспортних засобів менше інтервалів їх руху:  $t_{nl} < I_c$ ;
- 3) ситуація з чергою транспортних засобів на розвантаження - коли планова тривалість  $t_{nl}$  розвантаження транспортних засобів більше інтервалів їх руху:  $t_{nl} > I_c$ .

Розглянемо першу ситуацію.

Зазначена умова характеризується безперервною роботою вантажно-розвантажувального комплексу при одному розвантажувальному засобі і заданим вхідним потоком транспортних засобів. Тобто при  $n_{kpi} = 1$  будуть відсутні вимушені простої розвантажувальних і транспортних засобів:  $t_z = 0$ ;  $t_d = 0$ . Додавання розвантажувальних засобів  $n_{kpi}$ , призведе до утворення вимушених простоїв розвантажувальних засобів  $t_z$ .

Оптимальна економічно обгрунтована кількість транспортних засобів  $n_{kpi}^0$  на одному посту розвантаження  $n_{nj}$  визначається за умови мінімального значення сукупних витрат  $B_{cvz}$ , пов'язаних з виконанням розвантажувальних операцій, які включають витрати в зв'язку з простоем транспортного засобу  $B_{ci}$  під розвантаженням (навантаженням) за період  $t_c$ , витрат на експлуатацію розвантажувальних засобів  $B_{vi}$  за цей же період  $t_c$ , а також витрат складу в зв'язку з витратами  $B_{zi}$  за час вимушеного простою розвантажувальних засобів протягом періоду  $t_z$ .

Величина сукупних витрат  $B_{cvzj}$  визначається як сума добутків змінних витрат  $S_{ci}$ ,  $S_{vi}$ ,  $S_{zi}$  на час простою транспортних засобів під розвантаженням, час роботи розвантажувальних засобів і час вимушеного простою відповідно:

$$B_{cvzj}^I = B_{ci} + B_{vi} + B_{zi} = B_{ci} \cdot t_c + S_{vi} \cdot t_c + S_{zi} \cdot t_z, \text{ грн.} \quad (2.10)$$

Середня тривалість розвантаження транспортних засобів  $t_c$  з урахуванням формул (2.5) і (2.6) може бути записана наступним чином:

$$t_c = t_{nl} / n_{крj} = q_{mp} \cdot t_{кон} / n_{крj}, \text{ год.} \quad (2.11)$$

Величина  $B_{ci}$  при збільшенні кількості розвантажувальних засобів  $n_{крj}$  пропорційно знижується (за умови лінійної залежності), так як транспортний засіб знаходиться менший час  $t_c$  під розвантаженням:

$$B_{ci} = S_{ci} \cdot t_c = S_{ci} \cdot t_{nl} / n_{крj}, \text{ грн.} \quad (2.12)$$

Величина  $B_{vi}$  при збільшенні  $n_{крj}$  не змінюється, незважаючи на те, що збільшення кількості розвантажувальних засобів призводить до зменшення загального часу роботи кожного розвантажувального засобу в  $n_{крj}$  разів, однак зменшені витрати для одного розвантажувального засобу одночасно пропорційно збільшуються в зв'язку зі збільшенням загальної кількості розвантажувальних засобів:

$$B_{vi} = S_{vi} \cdot t_c \cdot n_{крj} = (S_{vi} \cdot t_{nl} / n_{крj}) \cdot n_{крj} = S_{vi} \cdot t_{nl}, \text{ грн.} \quad (2.13)$$

При  $t_c = t_{nl}$ , що характерно для  $n_{крj} = 1$ , простої розвантажувального засобу при обслуговуванні одного транспортного засобу дорівнюють нулю:  $t_z = 0$ .

При збільшенні  $n_{крj}$ , відбувається зниження  $t_c$ , відповідно збільшується величина  $t_z$  на різницю зниження  $t_c$ .

Час простою  $t_z$  розвантажувального засобу в очікуванні приходу

наступного транспортного засобу, при прискоренні розвантаження за рахунок використання декількох розвантажувальних засобів  $n_{крj}$ , розраховується за формулою:

$$t_z = I_c - t_{nl} / n_{крj}. \quad (2.14)$$

Так як за умовою  $t_{nl} = I_c$ , то формула прийме вид:

$$t_z = I_c - t_{nl} / n_{крj} = t_{nl} - t_{nl} / n_{крj}. \quad (2.15)$$

Тоді витрати на простий розвантажувальних засобів в очікуванні приходу наступного транспортного засобу з урахуванням  $t_z$  розраховуються за формулою:

$$B_{zi} = S_{zi} \cdot t_z \cdot n_{крj} = S_{zi} \cdot (t_{nl} - t_{nl} / n_{крj}) \cdot n_{крj}. \quad (2.16)$$

На рисунку 2.7 наведено графік складових і загальних витрат для різної кількості розвантажувальних засобів. У точці  $n_{крj}^o$  досягається оптимум загальних витрат зі  $Z_{cvz}^I$ .

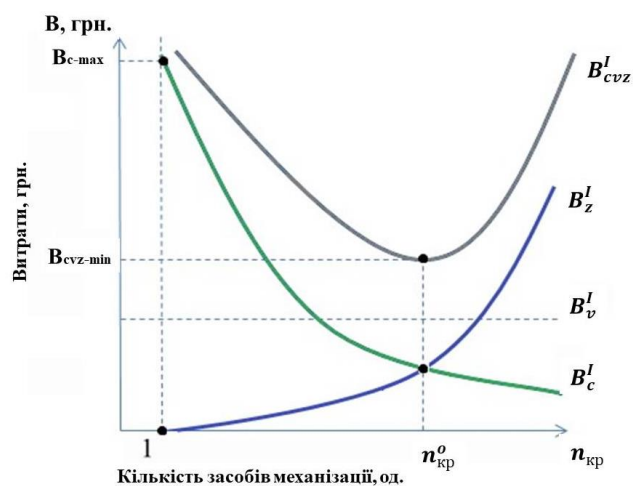


Рисунок 2.7 - Графік зміни витрат при  $t_{nl} = I_c$

Оптимальна кількість розвантажувальних засобів  $n_{крj}^{oI}$  на одному розвантажувальному посту для першого випадку (умова  $t_{nl} = I_c$ ) може бути визначена з наступного виразу:

$$B_{cvz}^I = B_{ci} + B_{vi} + B_{zi} = S_{ci} t_{nl} / n_{крj} + S_{vi} t_{nl} n_{крj} / n_{крj} + S_{zi} \cdot n_{крj} (t_{nl} - t_{nl} / n_{крj}) = S_{ci} t_{nl} / n_{крj} + S_{vi} t_{nl} + S_{zi} \cdot n_{крj} \cdot t_{nl} - S_{zi} \cdot t_{nl}. \quad (2.17)$$

У вище наведеному виразі необхідно знайти таке значення  $n_{крj}^o$ , при якому величина витрат  $B_{cvz}^{oI}$  досягає мінімального значення. Для вирішення використовуються методи знаходження екстремального значення цільової функції.

Виконане диференціювання виразу (2.17) по  $n_{крj}$  і прирівнювання до нуля. В результаті таких дій отримуємо:

$$-S_{ci} t_{nl} / (n_{крj})^2 + S_{zi} t_{nl} = 0,$$

звідки оптимальна кількість кранів  $n_{крj}^{oI}$  для першого випадку знаходиться з використанням наступного виразу:

$$n_{крj}^{oI} = \sqrt{S_{ci} / S_{zi}} \text{ од.}$$

Якщо отримане значення  $n_{крj}^{oI}$  не є цілою величиною, то необхідно виконати її округлення до цілого значення  $n_{крj}^u$  в більшу або меншу сторону за правилом мінімальних витрат. Відхилення до величини  $n_{крj}^u$  від оптимального значення  $n_{крj}^{oI}$  призводить до збільшення витрат  $B_{cvz}^{oI}$  при  $n_{крj}^{oI}$ , при цьому вибір напрямку округлення повинен зводити приріст  $B_{cvj}$  до мінімального значення.

Для цього слід розрахувати додаткові змінні витрати у зв'язку з



простим транспортних засобів під розвантаженням, експлуатацією та простим розвантажувальних засобів  $B_{cvzj}^-$  и  $B_{cvzj}^+$  для двох найближчих цілих значень  $n_{крj}^{-ц}$  и  $n_{крj}^{+ц}$ , отриманих шляхом округлення в меншу та в більшу сторону відповідно.

Значення  $n_{крj}^*$  приймається рівним тій кількості розвантажувальних засобів  $n_{крj}^{-ц}$  або  $n_{крj}^{+ц}$ , при якому сумарні витрати  $B_{cvzj}^-$  та  $B_{cvzj}^+$  будуть мінімальними.

При виборі остаточного варіанта рішення слід перевірити виконання обмеження на максимально можливу кількість розвантажувальних засобів на одному розвантажувальному посту:

$$n_{крj}^{*I} \leq n'_{кр}, \text{ од.}$$

Якщо ця умова не виконується, то раціональне значення  $n_{крj}^{*I}$  розвантажувальних засобів приймається рівною  $n'_{кр}$ , тобто:

$$n_{крj}^{*I} = n'_{кр}, \text{ од.}$$

Якщо обмеження по кількості розвантажувальних засобів не виконується:  $n_{крj}^{*I} > n'_{кр}$ , то слід зробити висновок про необхідність модернізації розвантажувального поста шляхом збільшення продуктивності використовуваних розвантажувальних засобів та (або) реконструкції розвантажувального поста для розміщення додаткової кількості розвантажувальних засобів.

Підставляючи  $n_{крj}^{*I}$  в формули (2.16) - (2.18) отримаємо величину витрат  $B_{cvzj}^{oI}$  при обслуговуванні одного транспортного засобу. Сукупні витрати  $B_Q^{oI}$  на обслуговування всіх транспортних засобів  $Q_c$  при кількості розвантажувальних засобів  $n_{крj}^{*I}$  складуть:

$$B_Q^{ol} = B_{cvzj}^{ol} \cdot Q_c = B_{cvzj}^{ol} \cdot v \cdot T_p, \text{ грн.}$$

Визначення оптимального значення  $n_{кр}^{ol}$  для II випадку:  $t_{nl} < I_c$

Пошук рішення  $n_{кр}^{ol}$  аналогічний першому випадку, але має особливості. Умова  $t_{nl} < I_c$  характеризує ситуацію наявності резерву часу на розвантажувальні операції, коли при дотриманні планового часу розвантаження  $t_{nl}$  у розвантажувальних засобів спочатку є час вимушеного простою наступною тривалістю:

$$t_{zi}^o = I_c - t_{nl}.$$

Тоді збільшення кількості розвантажувальних засобів  $n_{кр}$  на розвантажувальному посту, з одного боку, призводить до зниження часу розвантаження та відповідного простою транспортних засобів  $t_c$  за формулою (2.7), але з іншого боку, призводить до збільшення вже наявного часу  $t_{zi}^o$  вимушеного простою розвантажувальних засобів. Час вимушеного простою при  $t_c$  складе:

$$t_{zi} = I_c - t_c = I_c - (t_{nl}/n_{крj}).$$

Підставляючи вираз  $t_{zi}$  для другого випадку в наведену вище модель витрат, отримаємо:

$$B_{cvz}^{II} = B_{ci} + B_{vi} + B_{zi} = S_{ci} t_{nl} / n_{крj} + S_{vi} t_{nl} n_{крj} / n_{крj} + S_{zi} \cdot n_{крj} (I_c - t_{nl} / n_{крj}) =$$

$$S_{ci} t_{nl} / n_{крj} + S_{vi} t_{nl} + S_{zi} \cdot n_{крj} \cdot I_c - S_{zi} \cdot t_{nl}.$$

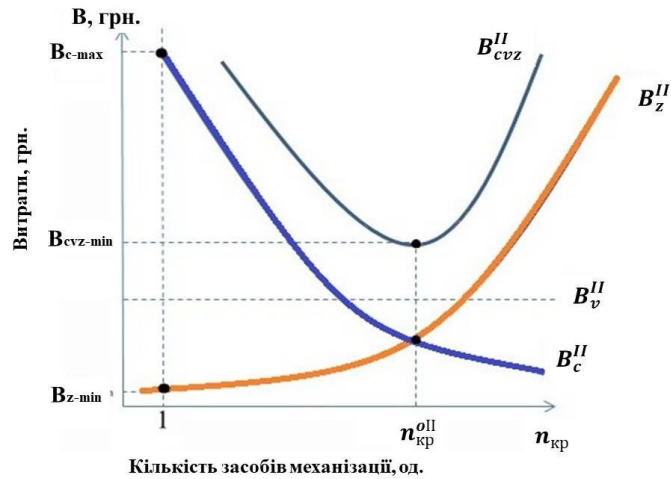


Рисунок 2.8 - Графік зміни витрат при  $t_{nl} < I_c$

Проведена диференціювання рівняння по  $n_{крj}$  і прирівнявши до нуля отримаємо:

$$S_{ci} t_{nl} / (n_{крj})^2 + S_{zi} \cdot I_c = 0,$$

звідки оптимальну кількість розвантажувальних засобів  $n_{крj}^{oII}$  для другого випадку дорівнює:

$$n_{крj}^{oII} = \sqrt{(S_{ci} \cdot t_{nl}) / (S_{zi} \cdot I_c)}$$

Далі визначається раціональне кількість розвантажувальних засобів  $n_{крj}^{*II}$  з урахуванням обмеження по  $n'_{кр}$ :

$$n_{крj}^{*II} \leq n'_{кр}. \quad (2.18)$$

Якщо ця умова не виконується, що раціональне значення приймається рівним  $n'_{кр}$ , тобто:

$$n'_{кр} = n'_{кр}. \quad (2.19)$$

Якщо обмеження по кількості розвантажувальних засобів не виконується, то можна зробити висновок про необхідність модернізації розвантажувального поста шляхом збільшення продуктивності використовуваних розвантажувальних засобів і (або) реконструкції розвантажувального поста для розміщення додаткової кількості розвантажувальних засобів.

Для другого випадку при необхідності проводиться обґрунтування цілого значення кількості розвантажувальних засобів  $n_{крj}^{II}$ .

Далі визначається величина витрат  $B_{cvzj}^{II}$  при обслуговуванні одного транспортного засобу і сукупні витрати  $B_Q^{II}$  на обслуговування всіх транспортних засобів  $Q_c$  при  $n_{крj}^{II}$ .

На третьому етапі проводиться визначення оптимального значення  $n_{кр}^{III}$  для III випадку:  $t_{пл} > I_c$ .

Умова  $t_{пл} > I_c$  говорить про те, що при одному розвантажувальному засобі для існуючих значень планового часу розвантаження транспортних засобів  $t_{пл}$  і інтервалів їх руху  $I_c$ , кожний прибувший транспортний засіб стає в чергу на розвантаження і очікує моменту, коли розвантажувальний засіб завершить розвантаження попереднього транспортного засобу.

Час знаходження в термінальному комплексі  $t_n$  прибуваючих під розвантаження транспортних засобів включає час очікування розвантаження  $t_{оч}$  і час на розвантаження  $t_c$ :

$$t_n = t_{оч} + t_c. \quad (2.20)$$

Якщо час  $t_n$  перевищує плановий час розвантаження:

$$t_n > t_{пл}, \quad (2.21)$$

то адміністрація термінального комплексу повинна платити власнику транспортного засобу штрафні кошти (санкції) за кожну годину наднормативного простою  $t_d$

$$t_d = t_H - t_{пл.}$$

Тривалість перебування під розвантаженням  $t_{ni}$  кожного  $i$ -го транспортного засобу, включаючи час очікування  $t_{очи}$  і час розвантаження  $t_c$ , складе:

$$t_{ni} = i \cdot t_c - (i - 1) \cdot I_c. \quad (2.22)$$

Тривалість наднормативного простою  $i$ -го транспортного засобу під розвантаженням складе:

$$\begin{aligned} t_{di} &= i \cdot t_c - (i - 1) \cdot I_c - t_{нл} = i \cdot t_{нл} / n_{крj} - (i - 1) \cdot I_c - t_{нл} = \\ &= t_{нл} \cdot ((i / n_{крj}) - 1) - (i - 1) \cdot I_c. \end{aligned} \quad (2.23)$$

Витрати (штрафи) адміністрації складу  $B_{di}$  в зв'язку з наднормативним простоєм  $i$ -го транспортного засобу складуть:

$$B_{di} = S_{di} \cdot t_{di} = S_{di} \cdot (t_{нл} \cdot ((i / n_{крj}) - 1) - (i - 1) \cdot I_c). \quad (2.24)$$

Для підрахунку загального часу перебування в логістичному центрі  $T_n$  всіх транспортних засобів  $Q_c$  використовується формула підрахунку  $S_n$  суми  $n$ -ої кількості членів арифметичної прогресії:

$$S_n = \frac{2a_1 + (n-1)d}{2} \cdot n,$$

де  $a_1$  - перший член прогресії (за умовою часу очікування першим транспортним засобом розвантаження дорівнює нулю:  $a_1 = t_{оч1} = 0$ );

$d$  - різниця прогресії відповідає часу очікування розвантаження:

$$d = t_{оч} = t_c - I_c, \quad (2.25)$$

де  $n$  - кількість елементів прогресії:  $n = Q_c$ .

Тоді формулу для розрахунку  $T_n$  загального часу перебування транспортних засобів в логістичному центрі під розвантаженням запишемо в наступному вигляді:

$$T_n = \frac{(Q_c - 1)(t_c - I_c)}{2} \cdot Q_c = \frac{1}{2} \cdot (Q_c - 1) \left( \frac{t_{нл}}{n_{крj}} - I_c \right) \cdot Q_c.$$

Загальна тривалість наднормативного простою всіх транспортних засобів під розвантаженням складе:

$$T_d = \sum_{i=1}^{Q_c} t_{di} = \sum_{i=1}^{Q_c} \left( t_{нл} \left( \frac{i}{n_{крj}} - 1 \right) - I_c (i-1) \right),$$

при  $t_{di} > 0$ .

Витрати (штрафи) логістичного центру  $B_d$  в зв'язку з наднормативним простоєм всіх транспортних засобів складуть:

$$B_d = S_d \cdot T_d$$

При наявності черги з транспортних засобів, які очікують розвантаження, простоїв розвантажувальних засобів і відповідних втрат не буде:

$$B_z = 0. \quad (2.26)$$

Черга з транспортних засобів, які очікують розвантаження, може бути ліквідована тільки за рахунок зниження часу розвантаження  $t_c$  до величини інтервалів руху транспортних засобів:

$$t_c = I_c. \quad (2.27)$$

Виходячи з умови можна визначити кількість розвантажувальних засобів  $n_{крI}$ , яка необхідна для ліквідації черги:

$$t_c = t_{нл} / n_{крI},$$

$$t_{нл} / n_{крI} = I_c,$$

$$n_{крI} = t_{нл} / I_c.$$

З урахуванням залежності загальних витрат на розвантаження транспортних засобів  $B_{cvzd}$  від кількості розвантажувальних засобів  $n_{кр}$  формулюється алгоритм вибору оптимальної кількості розвантажувальних засобів  $n_{крj}^{\text{III}}$ .

При  $n_{крj} = 1$  простої транспортних засобів в черзі на розвантаження та, як наслідок, витрати на сплату штрафів  $B_d$  за час їх наднормативного простою будуть максимальними.

Так як витрати на експлуатацію розвантажувальних засобів  $B_v$  не залежать від їх кількості, то для повного скорочення простоїв транспортних засобів в черзі на розвантаження  $t_d$  доцільно збільшувати кількість розвантажувальних засобів  $n_{крj}$  до величини  $n_{крI}$  за умови, що  $n_{крI} \leq n'_{кр}$ .

При досягненні кількості розвантажувальних засобів величини  $n_{крI}$  очікування транспортними засобами розвантаження буде повністю ліквідовано:

$$t_{очі} = 0, \quad (2.28)$$

при  $n_{крj} = n_{крI}$ , когдa  $t_c = I_c$ .

Рекомендовану величину  $n_{крI}$  слід співвіднести з обмеженням  $n'_{кр}$  і при невиконанні обмеження на одному розвантажувальному посту слід встановити кількість розвантажувальних засобів  $n^{*III}_{крj}$  в розмірі обмеження:

$$n^{*III}_{крj} = n'_{кр}, \quad \text{при } n_{крI} > n'_{кр}. \quad (2.29)$$

Однак при кількості розвантажувальних засобів по (2.29) в системі збережеться черга з транспортних засобів і втрати в зв'язку зі сплатою штрафів за наднормативний простій. В цьому випадку слід розглянути питання про збільшення кількості розвантажувальних постів  $n_n$  в логістичному центрі.

Якщо  $n_{крI} < n'_{кр}$ , то слід провести дослідження доцільності подальшого збільшення кількості розвантажувальних засобів понад величини  $n_{крI}$  для зниження сукупних втрат в системі.

Збільшення  $n_{кр}$  понад  $n_{крI}$  дозволить додатково знизити втрати в зв'язку



з простоями транспортних засобів  $B_c$ , але з'являться втрати в зв'язку з вимушеними простоями кранів  $B_z$  (рисунок 2.9).

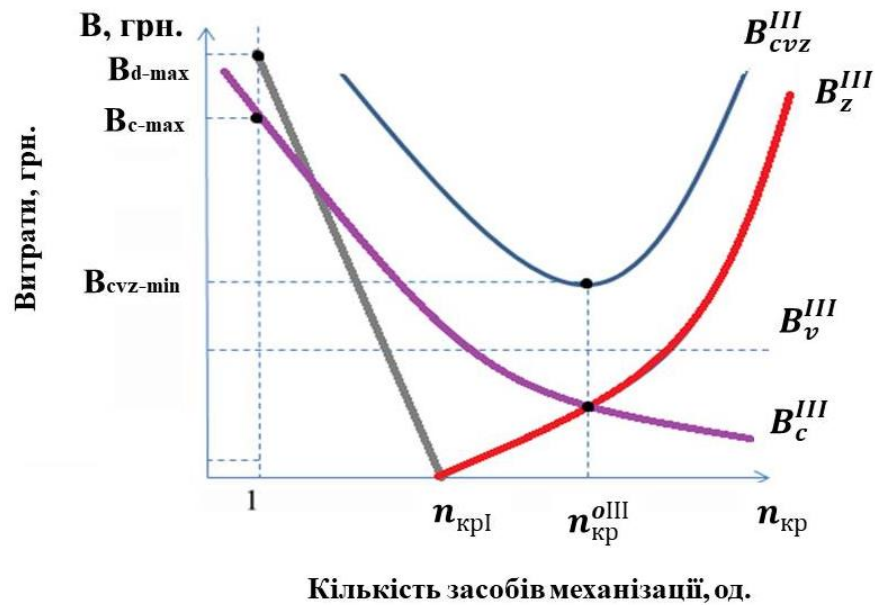


Рисунок 2.9 - Графік зміни витрат при  $t_{nl} > I_c$

Тому при  $n_{крI} < n'_{кр}$  слід додатково здійснити пошук оптимального значення  $n^{oIII}_{кр}$  на ділянці значень  $n_{кр} > n_{крI}$  для умови  $t_{nl} = I_c$ .

При цьому слід враховувати, що умова  $t_{nl} = I_c$  буде досягнута при величині розвантажувальних засобів в кількості  $n_{крI}$ , починаючи з якого слід проводити пошук оптимальної кількості  $n^{oIII}_{крj}$ .

Отже фактичне значення оптимальної кількості розвантажувальних засобів  $n^{oIII}_{крj}$  дорівнює сумі кількості розвантажувальних засобів  $n_{крI}$  і кількості розвантажувальних засобів  $n^{o}_{крj}$ , що визначається в процесі вирішення оптимізаційного завдання на ділянці значень  $n_{кр} > n_{крI}$ :

$$n^{oIII}_{крj} = n^{o}_{крj} + n_{крI}. \quad (2.30)$$

При пошуку  $n^{o}_{крj}$  в функції сукупних витрат  $B_{cvz}$  не слід враховувати витрати  $B_d$ , так як черги при  $n_{кр} > n_{крI}$  не буде, але враховуються витрати в зв'язку з вимушеним простоєм розвантажувальних засобів  $B_z$ .

Тоді функцію витрат  $B_{cvz}$  для третього випадку, коли виконується умова  $n_{kpl} < n'_{kp}$ , можна записати наступним чином

$$\begin{aligned}
 B_{cvz}^{III} &= B_{ci} + B_{vi} + B_{zi} = S_{ci} t_{nl} / (n_{kpj} + n_{kpl}) + S_{vi} t_{nl} (n_{kpj} + n_{kpl}) / (n_{kpj} + n_{kpl}) + \\
 &+ S_{zi} \cdot (n_{kpj} + n_{kpl}) \cdot \left( \frac{t_{nl}}{(n_{kpl})} - t_{nl} / (n_{kpj} + n_{kpl}) \right) = \frac{S_{ci} t_{nl}}{(n_{kpj} + n_{kpl})} + S_{vi} t_{nl} + \frac{S_{zi} \cdot t_{nl} (n_{kpj} + n_{kpl})}{n_{kpl}} - \\
 &- \frac{S_{zi} \cdot t_{nl} (n_{kpj} + n_{kpl})}{(n_{kpj} + n_{kpl})} = \frac{S_{ci} t_{nl}}{(n_{kpj} + n_{kpl})} + S_{vi} t_{nl} + \frac{S_{zi} \cdot t_{nl} n_{kpj}}{n_{kpl}} - S_{zi} \cdot t_{nl}.
 \end{aligned}$$

Виконавши диференціацію виразу по  $n_{kpj}$  і прирівнявши до нуля отримаємо:

$$-\frac{S_{ci} t_{nl}}{(n_{kpj} + n_{kpl})^2} + \frac{S_{zi} \cdot t_{nl}}{n_{kpl}} = 0,$$

$$(n_{kpj} + n_{kpl})^2 S_{zi} \cdot t_{nl} - S_{ci} t_{nl} n_{kpl} = 0,$$

$$n_{kpj}^2 + 2 \cdot n_{kpj} n_{kpl} + n_{kpl}^2 - \frac{S_{ci} n_{kpl}}{S_{zi}} = 0.$$

Отримано квадратне рівняння з такими коефіцієнтами:

$$a = 1; b = 2 \cdot n_{kpl}; c = (n_{kpl}^2 - S_{ci} \cdot n_{kpl} / S_{zi}).$$

Коріння рівняння повинні бути позитивними:

$$n_{kpj}^{\circ} \geq 0. \quad (2.31)$$

Тому оптимальне значення  $n_{kpj}^{III}$  знаходиться за формулою:

$$n_{крj}^{\circ} = \frac{-(2 \cdot n_{крl}) + \sqrt{(2 \cdot n_{крl})^2 - 4 \cdot \left( n_{крl}^2 - \frac{S_{ci} n_{крl}}{S_{zi}} \right)}}{2}.$$

Підсумкова оптимальна кількість розвантажувальних засобів для третього випадку  $n_{крj}^{\text{III}}$  визначається за вище зазначеною формулою.

При необхідності проводиться обґрунтування цілого значення кількості розвантажувальних засобів за правилом мінімальних витрат, яке порівнюється з обмеженням  $n'_{кр}$ :

$$n_{крj}^{\text{III}} \leq n'_{кр}. \quad (2.32)$$

Якщо ця умова не виконується, що раціональне значення  $n_{крj}^{*\text{III}}$  розвантажувальні засоби приймається рівним  $n'_{кр}$ , тобто:

$$n_{крj}^{*\text{III}} = n'_{кр}, \quad \text{при } n_{крj}^{\circ\text{III}} > n'_{кр}. \quad (2.33)$$

Далі визначається величина витрат  $B_{cvzd}^{*\text{III}}$  і сукупних витрат  $B_{\text{Q}}^{*\text{III}}$  при раціональній кількості розвантажувальних засобів  $n_{крj}^{*\text{III}}$ .

Запишемо в загальному вигляді правило визначення оптимальної кількості розвантажувальних засобів на розвантажувальному посту для третього випадку за умови  $t_{nl} > I_c$ :

$$n_{крj}^{*\text{III}} = \begin{cases} n'_{кр}, & \text{при } n_{крj}^{\circ\text{III}} > n'_{кр}; \\ n_{крj}^{\circ\text{III}}, & \text{при } n_{крj}^{\circ\text{III}} \leq n'_{кр}. \end{cases}$$

При цьому слід враховувати, що кількість кранів  $n_{крj}^{*II} = n'_{крj}$  при  $n'_{кр} < n_{крI}$  буде недостатнім для ліквідації черги, так як перевищення часу розвантаження транспортних засобів  $t_c$  над інтервалами їх прибуття  $I_c$  говорить про те, що приходячи в логістичний центр, транспортні засоби застануть розвантажувальний пост зайнятим. В результаті буде формуватися нескінченна черга з транспортних засобів, які очікують розвантаження, що призведе до перевищення фактичного часу перебування транспортного засобу під розвантаженням над встановленим нормативним часом на розвантаження ( $t_c > t_{nl}$ ) і адміністрації логістичного центру доведеться платити штраф за простій транспортних засобів, а контракти на поставку будуть зірвані.

В цьому випадку слід зробити висновок про необхідність модернізації розвантажувального поста шляхом збільшення продуктивності використовуваних розвантажувальних засобів і (або) реконструкції розвантажувального поста для розміщення додаткової кількості розвантажувальних засобів.

Якщо дані заходи не можуть бути реалізовані, слід передбачити створення додаткових розвантажувальних постів:  $n_n > 1$ .

## **2.4 Методика визначення раціональної кількості вантажно-розвантажувальних постів**

Додаткові розвантажувальні пости організуються для паралельного розвантаження транспортних засобів у разі, коли інтервали їх прибуття на розвантаження менше часу розвантаження (третій випадок:  $t_c > I_c$ ), а мінімально необхідна кількість розвантажувальних засобів для одного розвантажувального поста для ліквідації черги транспортних засобів, які чекають розвантаження за умовою (2.29) не може бути встановлена в зв'язку

з наявністю обмеження  $n'_{кр}$  на одночасну роботу розвантажувальних засобів на одному розвантажувальному посту:  $n_{крI} > n'_{кр}$ .

У цьому випадку адміністрація складу буде платити штрафи за наднормативний простій транспортних засобів, а контракти на поставку будуть зірвані, що неприпустимо за умовами завдання.

Загальна кількість розвантажувальних засобів в логістичному центрі  $n_{кр}$  визначається за формулою:

$$n_{кр} = n^*_{крj} \cdot n_n. \quad (2.34)$$

Так як кількість розвантажувальних засобів на кожному розвантажувальному посту однакова  $n^*_{крj} = n'_{кр}$  при  $n'_{кр} < n_{крI}$ , тоді запишемо:

$$n_{кр} = n'_{кр} \cdot n_n. \quad (2.35)$$

Оптимальна кількість розвантажувальних постів  $n^{\circ}_n$ , що забезпечує ліквідацію черги з розвантаження транспортних засобів визначається за умови, що сумарна кількість розвантажувальних засобів на всіх розвантажувальних постах  $n_{кр}$  має бути не менше, ніж кількість розвантажувальних засобів  $n_{крI}$ , тобто:

$$n_{кр} \geq n_{крI} \quad (2.36)$$

що необхідно для вирівнювання часу розвантаження з інтервалами руху транспортних засобів:  $t_c = I_c$ .

Щоб дотримувалася нерівність необхідно призначити кількість

розвантажувальних постів  $n_{nl}$ , величина яких визначається за умови:

$$n'_{кр} \cdot n_{nl} \geq n_{крl}, \quad (2.37)$$

наступним чином:

$$n_{nl} \geq n_{крl} / n'_{кр}. \quad (2.38)$$

Нерівність (2.38) може бути записано у вигляді рівняння, за умови, що значення  $n_{nl}$  є цілою величиною. Показник  $n_{nl}$  округляється до цілого значення  $n''_{nl}$  в більшу сторону, величина якого і є оптимальною кількістю розвантажувальних постів  $n^{\circ}_n$ :

$$n^{\circ}_n = n''_{nl}, \text{ од.} \quad (2.39)$$

Отримане значення  $n^{\circ}_n$  перевіряється на обмеження за максимально можливою кількістю постів  $n'_n$ , яке визначається початковими умовами завдання:

$$n^{\circ}_n \leq n'_n. \quad (2.40)$$

Якщо умова (2.40) не виконується, що раціональне значення  $n^*$  розвантажувальних постів приймається рівним  $n^{\square}_n$ , тобто:

$$n^* = n^{\square}_n = n'_{кр} \quad (2.41)$$

Якщо обмеження по кількості постів не виконується ( $n_{nl} > n'_n$ ), то наявні у логістичного центру виробничі потужності будуть недостатніми для повного обслуговування транспортних засобів, що виключає утворення нескінченній черзі на розвантаження. В цьому випадку слід зробити висновок

про необхідність модернізації логістичного центру шляхом збільшення продуктивності розвантажувальних засобів і (або) виділення території для розміщення додаткових розвантажувальних постів в кількості  $n_n^{\circ}$ , при якій буде ліквідована черга на розвантаження транспортних засобів.

## 2.5 Висновки за розділом 2

1. Розроблена модель для покращення вантажопереробки на складі у вигляді графу. Він являє собою сукупність різних логістичних операцій з просування збірних вантажів та дозволяє врахувати невизначеність транспортно-складських процесів. Для формування структури моделі визначені сім основних компонентів. Початкові елементи моделі характеризують доставку та контроль вантажів на склад торгівельної компанії (компоненти 1 та 2). Кінцеві елементи системи характеризують контроль та доставку будівельних вантажів по різних логістичних каналах: через торгівельний центр (компонент 6) або одразу клієнту (компонент 7).

Для вдосконалення вантажопереробки запропоновано скоротити шлях між елементами на графі з урахуванням імовірності відмови означеного маршруту. При цьому використані математична підтримка та методи теорії імовірності. Змодельовані чотири варіанти відмов в процесі виконання вантажопереробки та можливі стани системи. Запропоновано виконати інституційні зміни в структурі моделі за рахунок об'єднання окремих незалежні події. Візуалізована структура системи вантажопереробки з перетвореними незалежними компонентами в компоненти, що містять спільні залежні події.

Для практичної реалізації моделі запропоновані необхідні технічні засоби, які дозволяє знімати вагогабаритні характеристики товару.

2. Визначені основні принципи формування вантажопереробки

товарів на основі забезпечення раціональних параметрів роботи транспортно-складського комплексу по обробці вхідного та вихідного вантажопотоків на складі. Наведені основні параметри, які впливають на функціонування системи. Розглянуті математичні залежності між показниками системи, які дозволяють проаналізувати втрати між учасниками транспортного процесу.

3. Запропонована методика визначення раціональної кількості засобів механізації для трьох можливих сценаріїв стану транспортно-складської системи на вході матеріальних потоків, а саме: збалансована ситуація, ситуація з резервом часу розвантаження та ситуація з чергою транспортних засобів. Побудовані залежності та графіки витрат для різних учасників транспортного процесу.

2 Сформована методика визначення раціональної кількості вантажно-розвантажувальних постів вантажопереробки для третього сценарію функціонування транспортно-складської системи, який передбачає паралельне розвантаження транспортних засобів.

3 Для покращення внутрішнього складського потоку будівельних вантажів запропоновано на складі торговельного гіпермаркету керуватися методом Парето та використовувати динамічний вид зберігання будівельних вантажів. Для складу торговельного центру є доречною топологія з суміщеним розташуванням пунктів приймання-видачі вантажів.



### РОЗДІЛ 3

## РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ ТОВАРІВ В УМОВАХ РОБОТИ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

### 3.1 Вибір засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт для декоративно - будівельних вантажів

Транспортно-складські роботи є невід'ємною складовою процесу вантажопереробки товарів на складі декоративно – будівельного гіпермаркету. Склад декоративно – будівельного гіпермаркету виконує роль й перевантажувального пункту, в який прибувають різні вантажні одиниці. Нижче представлені засоби механізації навантажувально-розвантажувальних робіт в залежності від виду транспортної тари.

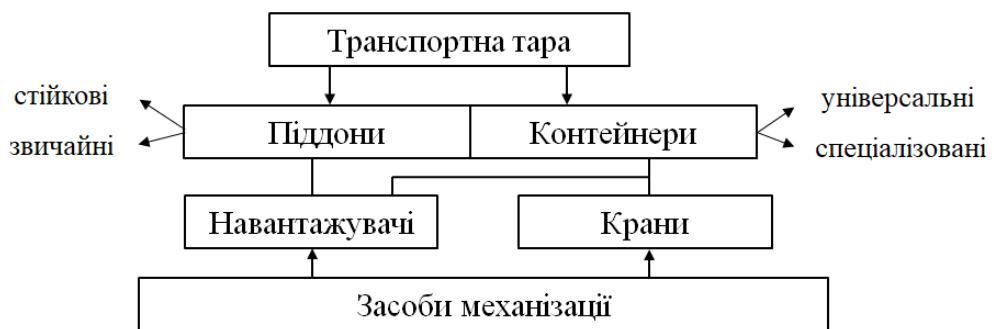


Рисунок 3.1 – Вибір засобів механізації в залежності від виду транспортної тари

Такі будівельно – декоративні вантажі, як покриття для підлоги, пиломатеріали, шпалери, килими, покрівельні та ізоляційні матеріали можуть бути розміщені в контейнерах або на піддонах. При здійсненні переміщення вантажів кранами важлива роль відводиться стропуванню. Його слід виконувати відповідно до встановлених правил пристрою й безпечної

експлуатації вантажопідйомних кранів. Місця стропування, положення центру ваги й маси вантажу повинні бути позначені підприємством - виготовлювачем продукції або відправником вантажу. Перед підйомом і переміщенням вантажів повинні бути перевірені стійкість вантажів і правильність їх стропування. Способи укладання й кріплення вантажів повинні забезпечувати їх стійкість при транспортуванні й складуванні, розвантаженні транспортних засобів і розбиранні штабелів, а також можливість механізованого навантаження й вивантаження. Маневрування транспортних засобів з вантажами після зняття кріплення з вантажів не допускається.

Для навантаження - розвантаження контейнерів пропонується розвинутий кран козловий. На рисунку 3.2 наведено схему такого крану.

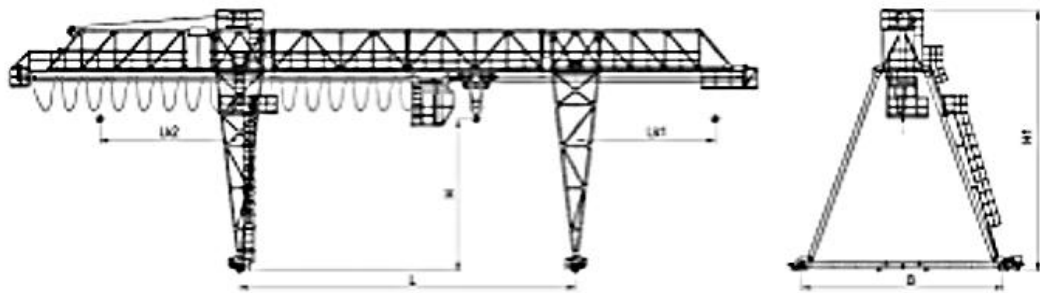


Рисунок 3.2 – Схема козлового крана

Даний кран має 2 опори, балку, тельфер та гак для захоплення вантажу. Характеристика козлового крану наведена нижче.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика козлового крана

Найменування показника	Значення показника
Вантажопідйомність крана, т	12,0
Швидкість підйому вантажу, м/хв	10,0

Продовження таблиці 3.1

Найменування показника	Значення показника
Швидкість переміщення візка, м/хв	38,0
Швидкість переміщення моста, м/хв	90,0
Проліт крана, м	16-32

## Технологія навантаження (вивантаження) вантажів мостовим краном

## 1 Застропка (захоплення) вантажу (с)

$$t_1 = 45\text{с}$$

2 Підйом вантажозахватного органа (далі гак) на висоту  $H_B$ , м, зі швидкістю  $V_B$ , м/с :

$$t_2 = \frac{H_B}{V_B} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.1)$$

$$t_2 = \frac{2,3}{0,167} + 5 = 18,77\text{с}$$

3 Пересування вантажного візка (тельфера) з вантажем на відстань  $L_T$  м, зі швидкістю  $V_T$ , м/с :

$$t_3 = \frac{L_m}{V_m} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.2)$$

$$t_3 = \frac{3}{0,63} + 5 = 9,76\text{с}.$$

4. Пересування крана з вантажем на відстань  $L_{кр}$ , м, зі швидкістю  $V_{кр}$ , м/с:

$$t_4 = \frac{L_{кр}}{V_{кр}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.3)$$

$$t_4 = \frac{8,1}{1,5} + 5 = 10,4 \text{ с}$$

5. Пауза на погашення коливань гака з вантажем і його орієнтування:

$$t_5 = 5 \text{ с} \quad (3.4)$$

6. Опускання гака з вантажем на висоту  $H_{в1}$  зі швидкістю  $V_{в1}$ :

$$t_6 = \frac{H_{в1}}{V_{в1}} + t_{p2}, \text{ с}; \quad (3.5)$$

$$t_6 = \frac{0,9}{0,167} + 5 = 10,39 \text{ с}$$

7. Отстропка (звільнення) вантажу

$$t_7 = 35 \text{ с}$$

8. Підйом гака без вантажу на висоту  $H_{в2}$  зі швидкістю  $V_{в2}$ :

$$t_8 = \frac{H_{в2}}{V_{в2}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.6)$$

$$t_8 = \frac{0,9}{0,167} + 5 = 10,39 \text{ с}$$

9 Пересування крана без вантажу на відстань  $L_{кр1}$  зі швидкістю  $V_{кр1}$ :

$$t_9 = \frac{L_{m1}}{V_{m1}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.7)$$

$$t_9 = \frac{8,1}{1,5} + 5 = 10,4 \text{ с}$$

10 Пересування вантажного візка (тельфера) без вантажу на відстань  $L_{т1}$  зі швидкістю  $V_{т1}$ :

$$t_{10} = \frac{L_{m1}}{V_{m1}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.8)$$

$$t_{10} = \frac{3}{0,63} + 5 = 9,76 \text{ с}$$

11. Опускання гака без вантажу на висоту  $H_{в3}$  зі швидкістю  $V_{в3}$  для застропки (захоплення) чергового вантажу:

$$t_{11} = \frac{H_{e3}}{V_{e3}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.9)$$

$$t_2 = \frac{2,3}{0,167} + 5 = 18,77 \text{ с}.$$

Сумарний час виконання всіх операцій дорівнює:

$$t_{1-11} = 45 + 18,77 + 9,76 + 10,4 + 5,0 + 10,39 + 35 + 10,39 + 10,4 + 9,76 + 18,77 = 183,64 \text{ с}.$$

Другим пропонується роздивитися роботу крана автомобільного стрілового КС-4561. У таблиці 3.2 наведено технічну характеристику автокрана.

Таблиця 3.2 –Технічна характеристика автокрана КС-4561

Найменування параметрів	Значення
Максимальна вантажопідйомність, т	16,0
Довжина основної стріли, м	10,0
Довжина стріли з висунутою внутрішньою секцією, м	–
Максимальна висота підйому гака (при висунутій стрілі), м	10,5
Максимальна швидкість підйому вантажу, м/хв	8,0
Максимальна швидкість обертання платформи, об/хв	1,2
Максимальна швидкість пересування без вантажу, км/год	50

Технологія робіт для крана автомобільного стрілового наведена нижче

1) Застропка (захоплення) вантажу (с) .

$$t_1 = 50\text{с.}$$

2) Підйом вантажозахватного органа (далі гак) на висоту  $H_B$  , м, зі швидкістю  $V_B$  , м/с :

$$t_2 = \frac{H_g}{V_g} + t_{pm} , \text{с}; \quad (3.10)$$

$$t_2 = \frac{2,3}{0,133} + 5 = 22,29\text{с.}$$

3) Поворот гака з вантажем на кут  $\alpha$ , град., з частотою обертання  $\omega_{об}$ , об./хв :

$$t_3 = \frac{\alpha}{6 \cdot \omega_{ep}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.11)$$

$$t_3 = \frac{120}{6 \cdot 1,2} + 5 = 21,67 \text{ с.}$$

4) Пауза на погашення коливань гака з вантажем і його орієнтування:

$$t_4 = 5 - 10 \text{ с} \quad (3.12)$$

$$t_4 = 7 \text{ с.}$$

5) Опускання гака з вантажем на висоту  $H_{B1}$  зі швидкістю  $V_{B1}$  :

$$t_5 = \frac{H_{e1}}{V_{e1}} + t_{p2}, \text{ с}; \quad (3.13)$$

$$t_5 = \frac{0,85}{0,133} + 5 = 11,39 \text{ с.}$$

6) Отстропка (звільнення) вантажу  $t_8$ .

$$t_8 = 40 \text{ с.}$$

7) Підйом гака без вантажу на висоту  $H_{B2}$  зі швидкістю  $V_{B2}$  :

$$t_7 = \frac{H_{e2}}{V_{a2}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.14)$$

$$t_7 = \frac{0,85}{0,133} + 5 = 11,39 \text{ с.}$$

8) Поворот гака без вантажу на кут  $\alpha_1$  з частотою обертання  $\omega_{ep1}$

$$t_8 = \frac{\alpha_1}{6 \cdot \omega_{ep1}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.15)$$

$$t_8 = \frac{120}{6 \cdot 1,2} + 5 = 21,67 \text{ с.}$$

9) Опускання гака без вантажу на висоту  $H_{в3}$  зі швидкістю  $V_{в3}$  для застропки (захоплення) чергового вантажу :

$$t_9 = \frac{H_{e3}}{V_{e3}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.16)$$

$$t_9 = \frac{2,3}{0,133} + 5 = 22,29 \text{ с.}$$

Сума всіх операцій дорівнює:

$$t_{1-9} = 50 + 22,29 + 21,67 + 7,0 + 11,39 + 40,0 + 11,39 + 21,67 + 22,29 = 207,7 \text{ с.}$$

Час робочого циклу визначається експериментально (хронометражним виміром) або сполученням хронометражних спостережень з розрахунками окремих операцій по відомих залежностях.

У загальному виді тривалість робочого циклу:



$$T_u = \varphi \sum_1^i t_i + n_{on} \cdot t_{on} \quad ,с, \quad (3.17)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт сполучення операцій протягом робочого циклу ( $\varphi=0,6\dots0,8$ );

$t_i$  – тривалість  $i$ -тої операції, с;

$t_{on}$  – час на ухвалення рішення оператором (машиністом, водієм) і переключення органів керування на одну операцію ( $t_{on}=1-3$ с);

$n_{on}$  – кількість переключень протягом циклу.

$$T_{ц1} = 0,7 * 183,64 + 11 * 2 = 150,5с;$$

$$T_{ц(ЕН)} = 0,7 * 207,7 + 9 * 1 = 163с.$$

Продуктивність  $W_e$  вантажно-розвантажувальної машини циклічної дії може бути розрахована в залежності від кількості робочих циклів за одну годину експлуатації механізму  $z_{ц}$  або через тривалість робочого циклу  $T_{ц}$  (с) відповідно по формулах:

У тоннах у годину:

$$W_e = \frac{3600 \cdot q_{zp} \cdot \kappa_{ep}}{T_u}; \quad (3.18)$$

$$W_{e1} = \frac{3600 * 4,0 * 0,8}{150,5} = 76т / год;$$

$$W_{e2} = \frac{3600 * 4,0 * 0,8}{163} = 70т / год.$$

Для збірних вантажів на піддонах рекомендовано порівняти 2 навантажувача. Нижче наведено їх технічну характеристику (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика автонавантажувача 4091

Параметри	Значення	
	АН KOMATSU FD 25	ЕН Daewoo B-18-T- 2
Вантажопідйомність на вилах, т	2,5	2,0
Найбільша висота підйому вил, м	4,5	4,8
Найбільша швидкість підйому вантажу, м/хв	9	7
Найбільша швидкість пересування, км/год.:		
з вантажем	16	20
без вантажу	18	18
Найменший радіус повороту по зовнішньому габариті, м	1,63	1,5
Власна маса, т	4,2	3,625

Розрахунок часу роботи АН за встановленою технологією наведений нижче. Для ЕН розрахунок проведений аналогічним чином.

1) Маневрування, під'їзд до штабеля з вантажем і поворотом по радіусі  $R$ , м, на кут  $90^0$  зі швидкістю руху  $V_{дв}$ , м/с, навантажувача:

$$t_1 = \frac{\pi \cdot R}{2 \cdot V_{дв}} + t_{pm}, \text{с}; \quad (3.19)$$

$$t_1 = \frac{3,14 \cdot 1,63}{2 \cdot 5,0} + 4 = 4,51 \text{ c}.$$

2) Нахил рами без вантажу вперед на кут  $\alpha_p$ , град., зі швидкістю підйому вил  $V_B$ , м/с, і радіусом обертання рами 0,5 м:

$$t_2 = \frac{0,5 \cdot \pi \cdot \alpha_p}{180 \cdot V_B} + t_{pm}, \text{ c}; \quad (3.20)$$

$$t_2 = \frac{0,5 \cdot 3,14 \cdot 4}{180 \cdot 0,15} + 4 = 4,23 \text{ c}.$$

3) Підйом вил без вантажу з транспортного положення до вантажу штабелі на  $h_{шт}$ , м, зі швидкістю підйому  $1,5V_B$ :

$$t_3 = \frac{h_{шт}}{1,5 \cdot V_B} + t_{pm}, \text{ c}, \quad (3.21)$$

$$t_3 = \frac{2,0}{1,5 \cdot 0,15} + 4 = 12,89 \text{ c}.$$

4) Уведення вил в пази піддона на відстань  $(B+0,1)$  зі швидкістю  $V_{дв}$ :

$$t_4 = \frac{(B+0,1)}{V_{дв}} + t_{pm}, \text{ c}, \quad (3.22)$$

де  $B$  – ширина піддона, м;

0,1 – первісний зазор між вилами і піддоном, м

$$t_4 = \frac{(1,2+0,1)}{5,0} + 4 = 4,26 \text{ c}.$$

5) Захоплення піддона з вантажем (підйом вил на висоту 0,1 м) зі швидкістю  $V_B$  :

$$t_5 = \frac{0,1}{V_g} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.23)$$

$$t_5 = \frac{0,1}{0,15} + 4 = 4,67 \text{ с}.$$

6) Нахил рами з вантажем назад у транспортне положення на кут  $\alpha_{p1}$ , зі швидкістю  $V_B$  і радіусом обертання 0,5 м :

$$t_6 = \frac{0,5 \cdot \pi \cdot \alpha_{p1}}{180 \cdot V_g} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.24)$$

$$t_6 = \frac{0,5 \cdot 3,14 \cdot 4}{180 \cdot 0,15} + 4 = 4,23 \text{ с}.$$

7) Виїзд із вантажем від штабеля в проїзд на відстань (У+0,1) зі швидкістю  $0,8V_{дв}$  :

$$t_7 = \frac{(B+0,1)}{0,8 \cdot V_{дв}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.25)$$

$$t_7 = \frac{(1,2+0,1)}{0,8 \cdot 4,44} + 4 = 4,37 \text{ с}.$$

8) Опускання вил з вантажем у транспортне положення на висоту розташування вантажу в штабелі  $h_{шт}$  зі швидкістю  $1,3V_B$  :

$$t_8 = \frac{h_{um}}{1,3 \cdot V_e} + t_{pm}, \text{ c}; \quad (3.26)$$

$$t_8 = \frac{2,0}{1,3 \cdot 0,15} + 4 = 14,26 \text{ c}.$$

9) Від'їзд із вантажем від штабеля з поворотом по радіусі  $R$  на кут  $90^0$  зі швидкістю  $0,8V_{дв}$ :

$$t_9 = \frac{\pi \cdot R}{1,6 \cdot V_{де}} + t_{pm}, \text{ c}, \quad (3.27)$$

$$t_9 = \frac{3,14 \cdot 1,63}{1,6 \cdot 4,44} + 4 = 4,72 \text{ c}.$$

10) Транспортування вантажу на відстань  $L_{тр}$  зі швидкістю  $V_{дв}$  (зазор між вилами і рівнем навантажувальної площадки не менш  $0,3$  м):

$$t_{10} = \frac{L_{mp}}{V_{де}} + t_{pm}, \text{ c}; \quad (3.28)$$

$$t_{10} = \frac{10,0}{4,44} + 4 = 6,25 \text{ c}.$$

11) Під'їзд із вантажем до штабеля з поворотом по радіусі  $R$  на кут  $90^0$  зі швидкістю  $0,8V_{дв}$ :

$$t_{11} = \frac{\pi \cdot R}{1,6 \cdot V_{де}} + t_{pm}, \text{ c}; \quad (3.29)$$

$$t_{11} = \frac{3,14 \cdot 1,6}{1,6 \cdot 4,44} + 4 = 4,72 \text{ c}.$$

12) Підйом вантажу наприкінці рейса з транспортного положення на

висоту  $h_{шт1}$  для укладання в штабель зі швидкістю  $V_B$  :

$$t_{12} = \frac{h_{шт1}}{V_g} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.30)$$

$$t_{12} = \frac{1,4}{0,15} + 4 = 13,3 \text{ с}.$$

13) Нахил рами з вантажем уперед на кут  $\alpha_p$  зі швидкістю  $V_B$  і радіусом обертання 0,5 м :

$$t_{13} = \frac{0,5 \cdot \pi \cdot \alpha_p}{180 \cdot V_g} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.31)$$

$$t_{13} = \frac{0,5 \cdot 3,14 \cdot 4}{180 \cdot 0,15} + 4 = 4,23 \text{ с}.$$

14) Підїзд із вантажем від штабеля в проїзд на відстань (У+0,1) зі швидкістю  $0,8V_{дв}$  і орієнтування вантажу для укладання в штабель :

$$t_{14} = \frac{(B+0,1)}{0,8 \cdot V_{дв}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.32)$$

$$t_{14} = \frac{(1,2+0,1)}{0,8 \cdot 4,44} + 4 = 4,37 \text{ с}.$$

15) Опускання вантажу на висоту 0,1 м у штабель зі швидкістю  $1,3V_B$  :

$$t_{15} = \frac{0,1}{1,3 \cdot V_g} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.33)$$

$$t_{15} = \frac{0,1}{1,3 \cdot 0,15} + 4 = 4,51 \text{ с}.$$

16) Висування вил з пазів піддона з вантажем і від'їзд від штабеля на відстань (B+0,1) зі швидкістю  $V_{дв}$  :

$$t_{16} = \frac{(B+0,1)}{V_{дв}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.34)$$

$$t_{16} = \frac{(1,2+0,1)}{5,0} + 4 = 4,26 \text{ с}.$$

17.) Нахил рами без вантажу назад на кут  $\alpha_{p1}$  зі швидкістю  $V_B$  і радіусом обертання 0,5 м :

$$t_{17} = \frac{0,5 \cdot \pi \cdot \alpha_{p1}}{180 \cdot V_B} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.35)$$

$$t_{17} = \frac{0,5 \cdot 3,14 \cdot 4}{180 \cdot 0,15} + 4 = 4,23 \text{ с}.$$

18) Від'їзд без вантажу від штабеля з поворотом по радіусі R на кут  $90^\circ$  зі швидкістю руху  $V_{дв}$  :

$$t_{18} = \frac{\pi \cdot R}{2 \cdot V_{дв}} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.36)$$

$$t_{18} = \frac{3,14 \cdot 1,6}{2 \cdot 5,0} + 4 = 4,51 \text{ с}.$$

19) Опускання вил без вантажу в нижнє транспортнє положення на висоту  $h_{шт1}$  зі швидкістю  $1,5V_B$  :

$$t_{19} = \frac{h_{шт1}}{1,5 \cdot V_B} + t_{pm}, \text{ с}; \quad (3.37)$$

$$t_{19} = \frac{1,35}{1,5 \cdot 0,15} + 4 = 10,0c.$$

20) Під'їзд до штабеля за вантажем у зворотному напрямку на відстань  $L_{тр}$  зі швидкістю  $1,2V_{дв}$  :

$$t_{20} = \frac{L_{тр}}{1,2 \cdot V_{дв}} + t_{пр}, c; \quad (3.38)$$

$$t_{20} = \frac{10}{1,2 \cdot 5,0} + 4 = 6,3c.$$

$$\sum t_{1-20} = 4,51 + 4,23 + 12,89 + 4,26 + 4,67 + 4,23 + 4,37 + 14,26 + 4,72 + 6,25 + 4,72 + 13,3 + 4,23 + 4,37 + 4,51 + 4,26 + 4,23 + 4,5 + 10 + 6,3 = 124,81c.$$

Сума всіх операцій для ЕН дорівнює  $\sum t_{1-20} = 170c$ .

Час робочого циклу для двох механізмів визначений нижче:

$$T_{цк.АН} = 0,8 \cdot 124,81 + 20 \cdot 1 = 120c.$$

$$T_{цк.ЕН} = 0,8 \cdot 170 + 20 \cdot 1 = 156c.$$

Експлуатаційна продуктивність визначається по наступній формулі

$$W_{эАН} = \frac{3600 \cdot 0,480 \cdot 0,7}{120} = 10m / год.;$$

$$W_{эЕН} = \frac{3600 \cdot 0,480 \cdot 0,7}{156} = 7,7m / год.$$



### 3.2 Розрахунок параметрів навантажувально-розвантажувального пункту

Для перевезення будівельних вантажів використовуються різні за вантажністю автомобілі (мало, середньо та великотонажні). Основні параметри навантажувально – розвантажувальних пунктів розраховані для роботи середньо та великотонажних автомобілів, а саме Мерседес Аtego 815 ( $q_n = 5$  т) та MAN TGL ( $q_n = 20$  т). До основних параметрів пункту навантаження (розвантаження) належать його розміри, кількість постів та засобів механізації. Габаритні розміри навантажувально-розвантажувальної площадки визначаються довжиною фронту  $L_\phi$  і шириною площадки. Ці параметри залежать від характеру розміщення рухомого складу і його маневрування на майданчику. Фронт навантаження (розвантаження) орієнтовно визначають (в метрах):

- при бічному розміщенні автомобілів

$$L_\phi = X_{n(p)} \cdot (L_a + a) + a; \quad (3.39)$$

$$L_{\phi 1} = 1 \cdot (14,37 + 1,3) + 1,3 = 16,97 \text{ м};$$

$$L_{\phi 2} = 1 \cdot (7,0 + 1,3) + 1,3 = 9,6 \text{ м}.$$

- при торцевому та ступінчастому розміщенні автомобілів

$$L_\phi = \frac{X_{n(p)} \cdot (B_a + b) + b}{\sin \alpha}, \text{ м}, \quad (3.40)$$

де  $L_a$  и  $B_a$  – габаритна довжина і ширина рухомого складу, м;

$a$  и  $b$  – відстані між одиницями рухомого складу на постах, м;

$\alpha$  – кут між поздовжніми осями одиниць рухомого складу і майданчика.

$$L_{\phi 1} = \frac{1 \cdot (2,5 + 1,3) + 1,3}{\sin 90^\circ} = 5,1 \text{ м}.$$

$$L_{\phi 2} = \frac{1 \cdot (2,4 + 1,3) + 1,3}{\sin 90^{\circ}} = 5\text{м.}$$

Ширина навантажувально-розвантажувальної площадки визначається за формулами:

- при бічному розміщенні автомобілів

$$B_{nn} = R_1 + R_2 + B_a + c + 2 \cdot z \quad (3.41)$$

де  $R_1$  і  $R_2$  - габаритні радіуси повороту рухомого складу відповідно зовнішній і внутрішній, м;

$c$  - мінімальна відстань від рухомого складу до стіни складу ( $z > 0,2$ );

$z$  - безпечна зона (мінімальна відстань від одиниці рухомого складу, який рухається, до іншої його одиниці або межі майданчика, м).

$$B_{nn1} = 8,6 + 7,9 + 2,5 + 0,5 + 2 \cdot 1,2 = 21\text{м};$$

$$B_{nn1} = 6,6 + 5,9 + 2,4 + 0,5 + 2 \cdot 1,2 = 17,5\text{м}$$

- при торцевому розміщенні автомобілів

$$B_{nn} = R_1 - R_2 + L_a + c + 2 \cdot z \quad (3.42)$$

$$B_{nn1} = 8,6 - 7,9 + 14,37 + 0,5 + 2 \cdot 1,2 = 17,77\text{м.}$$

$$B_{nn2} = 6,6 - 5,9 + 7 + 0,5 + 2 \cdot 1,2 = 10,4\text{м.}$$

- при ступінчастому розміщенні автомобілів

$$B_{nn} = R_1 - R_2 \cdot \cos \alpha + L_a \cdot \sin \alpha + 1,4 \cdot c + z \quad (3.43)$$

Кількість постів залежить від добового вантажопотоку пункту  $Q_c$  (т),

тривалості роботи складу протягом доби  $T_c$  (год.) та знаходиться за формулою:

$$X_{n(p)} = \frac{Q_c \cdot t_m \cdot \eta_n}{T_c}, \text{ од.}; \quad (3.44)$$

$$X_{n(p)} = \frac{60 \cdot 0,23 \cdot 1,2}{8} \approx 2 \text{ поста.}$$

Коефіцієнт нерівномірності характеризується відношення максимального вантажопотоку до середнього ( $72/60=1,2$ ).

Пропускна спроможність пункту визначається за 1 годину роботи в залежності від максимальної кількості автомобілів  $\Pi_a$  (авт./год) або маси вантажу  $\Pi_m$  (т / год), що можуть бути завантажені або розвантажені на пункті, і кількості постів навантаження (розвантаження) на  $X_{\Pi}$  за формулами:

$$\Pi_a = \frac{X_{n(p)}}{t_m \cdot q_n \cdot \gamma \cdot \eta_n} \quad (3.45)$$

$$\Pi_m = \frac{X_{n(p)}}{t_m \cdot \eta_n} \quad (3.46)$$

де  $t_m$  - час на навантаження або розвантаження 1 т вантажу, год.

### 3.3 Висновки за розділом 3

1. Запропоновані різні засоби механізації для обробки вхідного потоку різних вантажних одиниць (контейнерів та піддонів). На основі розрахунків часу робочого циклу та продуктивності, обрані найбільш раціональні засоби механізації.

2. Визначені параметри вантажно-розвантажувального пункту для обробки вхідного вантажопотоку для різних автомобілів та схем розміщення рухомого складу. Розрахована кількість постів та пропускна спроможність пункту.

**РОЗДІЛ 4**  
**ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ**

**4.1 Розрахунок витрат на експлуатацію засобів механізації**

В даному підрозділі виконаний розрахунок витрат на роботу засобів механізації на основі вихідних даних, представлених в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Норми витрат та ціна для засобів механізації

Найменування показника	Значення показника
<b>Кран козловий</b>	
Вартість роботи, грн./год.	250
Втрати від внутрішнього простою, грн./год.	82
Ціна крану, грн.	500520
<b>Кран автомобільний стріловий</b>	
Вартість роботи, грн./год.	280
Втрати від внутрішнього простою, грн./год.	91
Ціна крану, грн.	370000
<b>Автонавантажувач</b>	
Вартість роботи, грн./год.	145
Втрати від внутрішнього простою, грн./год.	62
Ціна автонавантажувача, грн.	300000

Балансова вартість навантажувально–розвантажувального механізму визначається за формулою:

$$\kappa_m = \kappa_{mp} \cdot C_m, \text{ грн,} \quad (4.1)$$

де  $\kappa_{тр}$  – коефіцієнт, що враховує транспортні витрати по доставці засобу механізації від заводу–виготовлювача до складу ( $\kappa_{тр}=1,09\dots1\dots1,12$ );

$C_m$  – ціна механізму, грн.

Витрати для одного механізму за час чистої роботи і внутрішнього простою:

$$B_{чр} = C'_{мч} \cdot T_{чр}, \text{ грн,} \quad (4.2)$$

$$B_{вп} = C''_{мвп} \cdot T_{вп}, \text{ грн,} \quad (4.3)$$

де  $C'_{мч}$  і  $C''_{мвп}$  – вартість машино–години відповідно роботи і внутрішнього простою механізму, грн./год.;

$T_{чр}$  і  $T_{вп}$  – час відповідно роботи і внутрішнього простою засобу механізації, год.

Час чистої роботи і простою механізму визначається за формулою:

$$T_{чр} = T_c \cdot \kappa_{вр}, \text{ Ч,} \quad (4.4)$$

$$T_{вп} = T_c - T_{чр}, \text{ Ч,} \quad (4.5)$$

де  $T_c$  – тривалість роботи навантажувально–розвантажувального пункту протягом доби, год;

$\kappa_{вр}$  – коефіцієнт використання робочого часу механізму.

Приведені витрати  $B_{пр}$  розраховуються за наступною формулою:

$$B_{пр} = B_m + E_n \cdot x_u \cdot \kappa_m, \text{ грн,} \quad (4.6)$$

де  $B_M$  – річні витрати на експлуатацію засобів механізації, грн;  
 $x_M$  – кількість засобів механізації;  
 $K_M$  – балансова вартість одиниці механізму для навантаження (вивантаження) вантажу, грн;  
 $E_n=0,1$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.  
 Витрати на експлуатацію засобів механізації:

$$B_M = (B_{чр} + B_{вп}) \cdot x_M \cdot D_e, \text{ грн}, \quad (4.7)$$

де  $B_{чр}$  і  $B_{вп}$  – витрати за час відповідно чистої роботи і внутрізмінного простою механізму протягом доби, грн.;

$x_M$  – потрібна кількість механізмів для навантаження (розвантаження) добового обсягу вантажів;

$D_e$  – кількість днів експлуатації рухомого складу, дн.

Результати розрахунків приведених витрат для різних навантажувально–розвантажувальних механізмів заносимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати розрахунку приведених витрат на експлуатацію кранового обладнання

№ п/п	Найменування показників	Од.вим.	Позначення	Тип	
				Кран козловий	Авто- кран
1	Експлуатаційна продуктивність	т/год.	$W_e$	70	76
2	Балансова вартість механізму	тис. грн	$K_M$	545	403

Продовження таблиці 4.2

№ п/п	Найменування показників	Од.вим.	Позна- чення	Тип		
				Кран мосто- вий	Авто- кран	
3	Час чистої роботи механізму	год.	$T_{чр}$	7	7	
4	Час внутрізмінного простою механізму	год.	$T_{вп}$	1,5	1,5	
5	Вартість машино–години:	грн./год.				
	– чистої роботи			$C'_{мч}$	250	82
	– внутрізмінного простою			$C''_{мпн}$	280	91
6	Витрати на експлуатацію засобів механізації	грн.	$B_m$	486980	545090	
7	Приведені витрати на експлуатацію засобів механізації	грн.	$B_{пр}$	537032	582090	

Результати розрахунку витрат для автотранспорту представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку приведених витрат на експлуатацію для автотранспорту

№ п/п	Найменування показників	Од.вим.	Позна- чення	Значення
1	Експлуатаційна продуктивність	т/год.	$W_e$	10
2	Балансова вартість механізму	тис. грн	$K_m$	327

Продовження таблиці 4.2

№ п/п	Найменування показників	Од.вим.	Позначення	
3	Час чистої роботи механізму	год.	$T_{чр}$	7
4	Час внутрізмінного простою механізму	год.	$T_{вп}$	1,5
5	Вартість машино–години:	грн./год.		
	– чистої роботи		$C'_{мч}$	145
	– внутрізмінного простою		$C''_{мпн}$	62
6	Витрати на експлуатацію засобів механізації	грн.	$B_m$	288080
7	Приведені витрати на експлуатацію засобів механізації	грн.	$B_{пр}$	318080

#### 4.2 Розрахунок ефекту від раціоналізації параметрів транспортно-складського комплексу для вантажообробки

Використання запропонованих у другому розділі методів оптимізації параметрів навантажувально-розвантажувальних пунктів розглянемо на прикладі складу торгівельного підприємства, який розташований в Одесі та здійснює розподіл будівельних вантажів за різними містами України та в порт. Час роботи складу торгівельного підприємства для обробки збірних вантажів – 5 годин. Параметри вхідного потоку наступні:

- середня інтенсивність прибуття транспортних засобів на розвантаження становить  $\nu = 4$  од./год.;
- середня місткість одного транспортного засобу  $q_{тр} = 10$  т;
- середня кількість вантажних модулів в одному транспортному засобі  $m_q = 15$  од.;



– середній час розвантаження одного вантажного модуля (європіддона) механізованим способом одним розвантажувальним засобом (навантажувачем)  $t_{кон} = 2$  хв.;

– кількість розвантажувальних засобів на одному розвантажувальному посту для одночасної розвантаження одного транспортного засобу  $n'_{кр} = 2$  од.;

– норма витрат на експлуатацію одного розвантажувального засобу  $S_v = 875$  грн. / год.;

– норма витрат на вимушений простій розвантажувального засобу  $S_z = 350$  грн. / год.;

– норма втрат в зв'язку з простоем транспортного засобу під розвантаженням  $S_c = 595$  грн. / год.;

– штраф за наднормативний простій транспортного засобу під розвантаженням  $S_d = 975$  грн. / год.

Плановий час розвантаження транспортного засобу  $t_{пл} = 2 \cdot 15 = 30$  хв = 0,5 год. Загальна кількість транспортних засобів, які прибувають на склад протягом одного року, становить:  $Q_c = 20 \cdot 180 = 3600$  од.

Інтервал прибуття транспортних засобів на склад становить:  $I = 3600/20=180$  год.

На сьогоднішній день на складі для розвантаження одного транспортного засобу використовується один навантажувач:  $n_{кр} = 1$  од. Тому середній час розвантаження одного транспортного засобу  $t_c$  за планом  $t_{пл} = 0,5$  год. Так як  $t_{пл} > I$ , то при таких параметрах роботи один розвантажувальний пост не буде справлятися зі своєчасним розвантаженням всіх транспортних засобів, які прибувають на склад. Для ліквідації черги на складі використовується додатковий розвантажувальний пост також з одним навантажувачем:  $n_{кр2} = 1$  од.

Відповідно вхідний потік транспортних засобів поділяється між двома розвантажувальними постами порівну:  $v_1 = 2$  од./год.;  $v_2 = 2$  од./год.

Відповідно, інтервали прибуття транспортних засобів на два розвантажувальних поста складають:  $I_1 = 0,5$  год.;  $I_2 = 0,5$  год.

При двох розвантажувальних постах черга на розвантаження відсутня, так як  $I_1 > t_{nl}$ ;  $I_2 > t_{nl}$ .

Визначимо сукупні витрати (включаючи втрати з вимушеним простоем) перевізників і складу, пов'язані з обслуговуванням (розвантаженням) одного транспортного засобу на одному розвантажувальному посту. Для цього скористаємося формулою:

$$B_{cvzI} = 595 \cdot 0,5 / 1 + 875 \cdot 0,5 + 350 \cdot 1 \cdot 0,8 - 350 \cdot 0,5 = 841 \text{ грн.}$$

Для другого розвантажувального поста витрати будуть аналогічними:  $B_{cvzII} = 841$  грн. Тоді сукупні витрати перевізників і складу на обслуговування всіх транспортних засобів протягом року складуть:

$$B_{QcvzII} = 841 \cdot 3600 = 3027600 \text{ грн.}$$

Тепер визначимо оптимальну кількість транспортних засобів на одному розвантажувальному посту, при якому аналогічним чином не допускається утворення черг, але і не потрібне використання додаткового другого розвантажувального поста.

Так як для одного розвантажувального засобу на одному розвантажувальному посту  $t_{nl} > I$ , то спочатку потрібно визначити таку кількість розвантажувальних засобів  $n_{kpl}$ , при якій буде відсутня черга на очікування розвантаження автомобілів:

$$n_{kpl} = 0,5 / 0,25 = 2 \text{ од.}$$

Отримане значення  $n_{kpl}$  задовольняє обмеження. Визначимо мінімальні

витрати на роботу складу при визначеній кількості засобів механізації:

$$B_{cvz}(2) = 595 \cdot 0,5 / 2 + 875 \cdot 0,5 + 350 \cdot 2 \cdot 0,26 - 350 \cdot 0,5 = 587 \text{ грн.}$$

Отже, раціональна кількість розвантажувальних засобів для роботи на одному розвантажувальному посту складе:  $n_{кр}^{*III} = 2$  од. Тоді сукупні витрати перевізників і складу на обслуговування всіх транспортних засобів протягом року при визначеній кількості розвантажувальних засобів дорівнюють:

$$B_{Qcvz} = 587 \cdot 3600 = 2113200 \text{ грн.}$$

Економія сукупних витрат і втрат перевізників і складу при організації розвантаження транспортних засобів двома навантажувачами на одному розвантажувальному посту в порівнянні з розвантаженням на двох розвантажувальних постах складе:

$$\Delta B_{Qcvz} = B_{QcvzII} - B_{QcvzI} = 3027600 - 2113200 = 914400 \text{ грн.}$$

Даний ефект обумовлений, перш за все, скороченням вимушеного простою розвантажувальних засобів в очікуванні приходу транспорту.

### 4.3 Висновки за розділом 4

В результаті виконання розділу були вирішені наведені нижче задачі.

1. Розраховані витрати для двох засобів механізації. В результаті порівняльного аналізу механізмів циклічної дії, найбільш економічним за критеріями витрат є козловий кран та навантажувач.

2. Розраховані економічні показники від раціоналізації параметрів навантажувально-розвантажувальних пунктів складу. Визначені витрати для всіх учасників транспортного процесу. Економія сукупних витрат і втрат перевізників і складу при організації розвантаження транспортних засобів двома навантажувачами на одному розвантажувальному посту в порівнянні з розвантаженням на двох розвантажувальних постах складе 914400 грн.

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

В даному розділі розглядаються умови при виконанні вантажних робіт та роботи водіїв в компанії «Нова ЛІНІЯ».

Освітлення природне бокове та штучне комбіноване.

Обладнання живиться напругою 220В від однофазної мережі з заземленою нейтраллю.

Використовується природна вентиляція та механічна приточно – витяжна система.

### **5.1 Аналіз умов праці**

Постійно діючими факторами виробничого середовища, рівні яких перевищують нормативні значення на робочих місцях водіїв автомобілів, є: шум, інфразвук, загальна вібрація, параметри мікроклімату, важкість і напруженість праці.

Концентрації хімічних речовин (оксиду вуглецю, оксидів азоту, бензину, пилу тощо) у салоні автомобіля зазвичай не перевищують нормативних значень, проте вони наявні та, як правило, надходять ззовні.

Рівні загальної вібрації на сидінні водія найчастіше перевищують нормативні значення по осіб, що пов'язано, перш за все, з якістю дорожнього покриття. Важкість праці водія зумовлена вимушеною позою протягом усього періоду керування автомобілем. Для певних категорій водіїв (наприклад, при сумісництві роботи водія, експедитора та вантажника) важкість праці зростає внаслідок вантажно-розвантажувальних робіт (нахили, перенесення вантажів).

Напруженість праці водія викликана великою кількістю сигналів в одиницю часу і високим рівнем нервово-емоційної напруги. Так, кількість сигналів коливається від 300 до 450 на годину. Високий рівень нервово-емоційної напруги обумовлений особистим ризиком, відповідальністю за безпеку інших учасників руху, іноді жорсткою регламентацією руху в часі (водії таксі, маршрутних авто тощо).

Умови праці на робочих місцях водіїв автотранспортних засобів найчастіше відповідають III класу 2 ступеня оцінюються як ШКІДЛИВІ, важкі та напружені.

Кількість факторів виробничого середовища, фактичні значення яких перевищують нормативні значення на робочому місці водія, як правило, не менше трьох.

У зв'язку з неможливістю усунути такі фактори виробничого середовища як важкість праці (робоча поза) та напруженість трудового процесу особливе значення має профілактика несприятливого впливу цих факторів.

Важливе значення для ефективності профілактики має підвищення медико-гігієнічних знань серед водіїв для формування пріоритетного ставлення до здоров'я, мінімізації факторів ризику розвитку патології серцево-судинної системи, формування поняття «культура праці».

## **5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії**

### **5.2.1. Мікроклімат**

Показники мікроклімату в виробничих приміщеннях нормуються для теплого та холодного періодів року згідно категорій робіт відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 [19]. Роботи, які виконуються відносяться до категорії Іб. До категорії Іб належать роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням .

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь не повинна перевищувати  $100 \text{ Вт/м}^2$  при опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

Температура повітря коливається в межах  $16...18 \text{ }^\circ\text{C}$  в холодний період року та  $18...22 \text{ }^\circ\text{C}$  в теплий період року з вологістю 50...70%. Швидкість руху повітря в межах  $0,2...0,4 \text{ м/с}$ . Теплове опромінення в межах  $20...40 \text{ Вт/м}$  при опроміненні не більше 15% поверхні тіла.

Таблиця 5.1 – Оптимальні та допустимі норми температури, відносна вологість та швидкість руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення.

Період	Категорія	Температура, $^\circ\text{C}$			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		Оптимальна	Допустима		Оптимальна	Допустима не більше	Оптимальна більше	Допустима не більше
			Верхня грань	Нижня грань				
Холодний	Іб	21-23	24	20	40-60	75	0,1	0,2
Теплий	Іб	22-24	28	21	40-60	55	0,2	0,1-0,3

Отже всі показники мікроклімату знаходяться в оптимально допустимих межах.

### 5.2.2. Освітлення

Освітлення робочої зони має відповідати наступні параметри [20]:

- штучне освітлення: освітленість 150 лк;
- природне освітлення: освітленість 300 лк.

На робочому місці можуть бути освітлення – бокове, комбіноване загальне та штучне, оскільки водій чи водійка працюють на марруті у різну

пору доби. Освітлення в приміщенні і аудиторії відповідають ДБН В.2.5-28:2018. Має 2 розряд зорової роботи (табл. 5.2).

Стосовно природного освітлення:

- бічне освітлення;
- географічна широта 48°.

Так як маємо бічне природне освітлення, то мінімальне значення КПО нормується в точці, розміщеній на відстані 1 м. від стіни, найбільш віддаленої від світлових прийомів, на перетині вертикальної площини характерного перерізу приміщення та умовної робочої поверхні.

Таблиця 5.2 – Нормування освітленості

Характер зорової роботи	Найменший розмір об'єкту	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкту розрізнення	Характер фону	Штучне, лм	Природне, %
						Комбіне	Комбіне
Дуже високої точності	Більше 0,15 до 0,3	2	В	Середн.	Середн.	2000	2,5

Таблиця 5.3– Коефіцієнт світлового клімату та сонячності

Пояс світлового клімату	Коефіцієнт світлового клімату	Коефіцієнт сонячності клімату, °С
		При світлових прийомах, орієнтованих в боки горизонту (азимут, град)
		226...315
II б) 50° пш та південніше	0,9	0,75

Нормоване значення КПО,  $e_n$  для будівлі, що знаходиться в IV поясі світлового клімату, знаходимо за формулою:



$$e_{\text{H}}^{\text{IV}} = e_{\text{H}}^{\text{III}} \cdot m \cdot c, \quad (5.1)$$

де  $e_{\text{H}}^{\text{III}}=2,5$  для природнього освітлення;

$e_{\text{H}}^{\text{III}}=4,5$  для суміщеного освітлення;

$$m = 0,9; c = 0,75,$$

$$e_{\text{H}}^{\text{IV}} = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,68 = 1,7\%,$$

$$e_{\text{H}}^{\text{IV}} = 4,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 3,07 = 3\%,$$

$$e_{\text{H}}^{\text{IV}} = 0,5 - 0,9 - 0,75 = 0,34 = 0,3\%.$$

Отже, освітленість робочої зони дільниці відповідає нормам.

### 5.2.3. Шум

Основним джерелом шуму на дільниці є комп'ютери та системи вентиляції. Норми рівнів уму мають відповідати ДСН 3.3.6.037-99 [18].

Таблиця 5.4– Допустимі рівні звукового тиску

Рівні звукового тиску в дБ в октанових смугах з середнто геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівнів звуку, лБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	80
107	95	87	82	78	75	73	71	69	

Засоби та заходи захисту від шуму на робочому місці. Для звукоізоляції окремих шумних дільниць у приміщенні чи устаткування застосовують легкі багат шарові звукоізоляційні перегородки з повітряними прошарками. Для звукоізоляції найбільш шумних вузлів та агрегатів (ланцюгові передачі, двигуни, компресори, вентилятори) використовуються звукоізоляційні кожухи, які є засобами, що встановлюються в безпосередній близькості від джерела шуму. В тих випадках, коли неможливо ізолювати шумне устаткування чи його вузли, захист працівника від дії шуму здійснюють

шляхом облаштування звукоізолюваної кабіни з пультом керування та оглядовими вікнами.

Метод акустичного екранування застосовується в тих випадках, коли інші методи малоефективні або недоцільні з техніко-економічної точки зору. Акустичний екран встановлюється між джерелом шуму та робочим місцем і являє собою певну перешкоду на шляху поширення прямого шуму, за якою виникає так звана звукова тінь. Найбільш поширеними для виготовлення екранів є сталеві чи алюмінієві листи товщиною 1-3 мм, які покриваються з боку джерела шуму звукопоглинальним матеріалом.

#### 5.2.4. Вібрація

Джерелами вібрації автомобіля при русі та при поєднанні руху з технологічним процесом. Напрямок дії:  $X_L$ ,  $Y_L$ ,  $Z_L$ . Нормовані значення наведені в таблиці 5.5 .

Таблиця 5.5– Рівень вібрації

Середньгеометрична частота октавних смуг, Гц	Нормативні значення			
	Віброприскорення		Віброшвидкість	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с·10 <sup>-2</sup>	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,7	129	1,4	109
63	5,4	136	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	147	1,4	109
500	42,5	153	1,4	109
1000	85	150	1,4	109

#### Виробничі випромінювання

Видиме (світлове) випромінювання - діапазон електромагнітних коливань 780-400 нм. Випромінювання видимого діапазону при достатніх рівнях енергії також може становити небезпеку для шкірних покривів і

органів зору. Пульсації яскравого світла викликають звуження поля зору, впливають на стан зорових функцій, нервової системи, загальну працездатність. Широкополосне світлове випромінювання великої енергії характеризується світловим імпульсом, дія якого на організм призводить до опіків відкритих ділянок тіла, тимчасовому осліпленню чи опікам сітківки ока (наприклад, світлове випромінювання ядерного вибуху). Мінімальна опікова доза світлового випромінювання коливається в межах  $2,93 \dots 8,37$  Дж/см<sup>2</sup>\*с) за час 0,15 секунд. Сітківка може бути ушкоджена при тривалому впливі світла помірної інтенсивності, недостатньої для розвитку термічного опіку, наприклад, при впливі блакитної частини спектра (400... 550 нм), що здійснює на сітківку специфічний фотохімічний вплив.

Джерелом електромагнітних полів промислової частоти є струмопровідні частини діючих електроустановок. Тривалий вплив електромагнітного поля на організм людини може викликати порушення функціонального стану нервової і серцево-судинної систем.

### 5.3 Техніка безпеки

Розглянемо заходи, що необхідно провести для захисту від небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Розглянемо питання електробезпеки та захисту від ураження електричним струмом. Для цього визначимо клас приміщення за ступенем небезпеки ураження електричним струмом. Згідно ПУЕ, приміщення відноситься до особливо небезпечних приміщень, що характеризуються наявністю наступних умов, що чинять особливу небезпеку:

- струмопровідні поли;
- можливість одночасного дотику людини до механізмів, що мають з'єднання з землею, з одного боку та металевим корпусом електрообладнання з іншого.

В електроустановках змінного струму в мережах з заземленою нейтраллю повинно бути застосоване занулення та повторне заземлення нульового провідника.

#### **5.4. Пожежна безпека**

Основними причинами загорянь на автотранспорті є:

- порушення герметизації комунікацій і загоряння пального та електромережі при контактуванні з поверхнями, що мають високі робочі температури (вихлопні колектори, глушники, опалювачі);
- займання палива в результаті потрапляння іскри, що виникла при ударі сталених деталей, при пошкодженні кузова автомобіля в момент аварії;
- займання палива від потрапляння іскри розряду статичної електрики;
- займання горючих конструктивних матеріалів і палива через несправності електрообладнання (коротке замикання, порушені контакти тощо);
- займання горючих конструктивних матеріалів і палива від дії відкритого вогню (зварювальні роботи, розігрів вузлів автомобіля в зимовий період, куріння тощо);
- причиною виникнення пожежі можуть бути несправності в системах автомобілів, особливо в таких як система живлення і запалювання. Тому водії повинні уважно стежити, щоб паливні баки не підтікали, й в автомобілях, що стоять в гаражах, вони були повністю заправлені. Слід пам'ятати, що заповнений паливний бак менш вибухонебезпечний, ніж той, в якому частина ємності заповнена сумішшю парів бензину й повітря. Горловини баків необхідно щільно закривати.

Електрообладнання автомобілів потрібно утримувати в технічно справному стані. Іскріння контактів, яке може призвести до загоряння, треба

негайно усувати. Особливу увагу слід приділяти стану ізоляції електропроводів, справності приладів запалювання, освітлення й сигналізації.

### **5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

У першу чергу варто вирішувати завдання для термінового захисту працівниць та працівників, щоб запобігти або зменшити вплив НС, а також завдання з підготовки й виконання невідкладних робіт. Із цією метою проводиться оповіщення про небезпеку або загрозу небезпеки; евакуація людей і тварин з небезпечних зон, використання методів профілактики захворювань, травматизму, надання медичної й іншої допомоги; локалізація аварій, зупинка або заміна технологічних процесів, попередження й гасіння пожеж; приведення в готовність органів керування, сил і методів для рятувальних робіт, проведення розвідки у вогнищі поразки, оцінка сформованої ситуації.

Медичну допомогу проводять спеціальні рятувальні підрозділи або санітарні дружини, а також можна скористатися засобами індивідуального захисту. З їхньою допомогою можна врятувати життя, попередити або значно зменшити ступінь враження людей, підвищити стійкість організму людини до впливу деяких небезпечних і шкідливих факторів (іонізуючих випромінювань, токсичних речовин і бактеріальних засобів). До них ставляться радіопротектори (наприклад, цистамін, що знижує ступінь впливу іонізуючих випромінювань), антидоти (речовини, що попереджають або послабляють дія токсичних речовин); протибактеріальні засоби (антибіотики, інтерферони, вакцини, анатоксини тощо).

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи вирішені наведені нижче задачі.

1. Охарактеризовані основні логістичні об'єкти для вантажопереробки товарів та оцінена транспортно – складська система ДБГ «Нова Лінія» у місті Одеса. До основних логістичних об'єктів належать різні види складів, терміналів та термінально – логістичних комплексів. Встановлено, що процес вантажопереробки має відмінності в залежності від категорії ТЛЮ. Зазначено, що мережа ДБГ «Нова лінія» входить до групи компаній «Епіцентр» та має свої транспортні та логістичні потужності й власними силами забезпечує вантажопереробку своїх товарів та вантажів підприємств - партнерів. Тому, складські приміщення частини торгівельних підприємств поєднують в собі декілька класифікаційних ознак.

Виконана оцінка транспортно – складської системи при перевезенні збірних вантажів в умовах ДБГ «Одеса - 1». Формуванням та регулюванням процесу вантажопереробки на складі займається логістичний відділ. Площі складських зон ДБГ становлять від 3 до 18 тис. м<sup>2</sup>. Розроблена схема складських приміщень з розстановкою обладнання. Проаналізовані та обрані необхідні категорії вантажів, які проходять вантажопереробку та перевозяться різним вантажоодержувачам. Наведені особливості перевезень збірних вантажів. На підприємстві для організації перевезень збірних вантажів використовуються бортові автомобілі та автопоїзда, а в якості транспортної тари – контейнери та піддони.

2. Проаналізовані та обрані методи формування вантажопереробки. Для цього розроблена модель вантажопереробки, яка містить 7 основних етапів, 4 задачі та 9 принципів. Визначено, що забезпечення раціональної системи вантажопереробки передбачає вдосконалення як окремих її операцій, так і складської системи в цілому. Аналіз існуючих напрямів

оптимізації вантажопереробки дозволив їх систематизувати та виділити 5 напрямів раціонального формування ВПР.

Для досягнення раціональних параметрів системи вантажопереробки в умовах ДБГ сформований наступний перелік заходів:

- розробити науково обґрунтований механізм для покращення операційної ефективності вантажопереробки та забезпечення раціональних параметрів обробки вхідного та вихідного матеріальних потоків збірних вантажів;

- запропонувати модернізоване обладнання для покращення приймання та відвантаження вантажів на складі з дотриманням належної якості виконання операцій та зниженням часу на визначення параметрів вантажу;

- покращити взаємодію з постачальниками продукції за рахунок використання веб-порталу для реєстрації постачальників.

3. Розроблена модель вантажопереробки з урахуванням невизначеності подій у вигляді графу. Він являє собою сукупність різних логістичних операцій з просування будівельних матеріальних потоків. В структурі моделі визначені сім основних компонентів, які характеризують різні логістичні процеси.

4. Виконане формування методики визначення раціональної кількості вантажно-розвантажувальних постів для третього сценарію функціонування транспортно-складської системи, який передбачає паралельне розвантаження транспортних засобів.

5 Зроблений економічний аналіз витрат в транспортно-складських системах, який включає витрати для складу та перевізника. Розраховані витрати на функціонування певних засобів механізації, які є основою для прийняття раціональних рішень щодо вибору засобу механізації.

6 Вирішені питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Транспортно-експедиторська діяльність: навч. посібник / В. М. Запара та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2017. 214 с.
- 2 Макарова Т.В., Коліжук А.В. Аналіз впливу параметрів вантажопотоку на функціонування складу торгівельної компанії. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи». Вінниця, ВНТУ, 2020.
- 3 Гуторов О.І., Лебединська О.І., Прозорова Н.В. Логістика: навч. посібник. Харк. нац. аграр. ун-т. Харків: Міськ. друк. 2011. 322 с.
- 4 Григорак М.Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепція, методологія, компетентність: монографія. Київ. 2017. 513 с.
- 5 Алькема В.Г., Кудренко С.О. Територіальна організація регіональної логістичної інфраструктури. Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. пр. 2014. №1(49). С. 157–172.
- 6 Алькема В.Г., Сумець О.М. Логістика: теорія та практика: навч. посібник. К. 2007. 216 с.
- 7 Логістика : навч. посібник / Білоцерківський О.Б., Брінь П.В., Замула О.О., Ширяєва Н.В. Нац. техн. ун-т «Харківський політехнічний інститут». Харків : НТУ "ХПІ". 2010. 152 с
- 8 Крикавський Є.В., Чернописька Н.В. Логістичні системи : навч. посібник. Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. 264 с.
- 9 Смирнов І.Г., Косарева Т.В. Транспорта логістика: навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2008. 224 с.
- 10 Турченко М.О., Кірічок О.Г., Швець М.Д., Кристопчук М.Є. Проектування транспортно – складських комплексів» : Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2014. 190 с.



- 11 Шинкаренко В.Г., Ананко І.М. Проектування логістичних систем: навчальний посібник. Харків, ХНАДУ, 2015. 286 с.
- 12 Транспортне право України: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / М.Л. Шелухін та ін. К.: Вид. Дім "Ін Юре", 2008. 896 с.
- 13 Нагорний Є.В., Шраменко Н.Ю. Комерційна робота на автомобільному транспорті : підручник. Харків, ХНАДУ, 2010. 324 с
- 14 Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні : Наказ Міністерства транспорту від 14.10.1997 р. № 363. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98#Text>.
- 15 Макарова Т.В., Богданюк О.В. До оцінки ролі транспортно-складської системи в діяльності торгівельної компанії. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи». Вінниця, ВНТУ. 2020. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/view/10945>.
- 16 Організація та проектування логістичних систем: Підручник / Денисенко М. П. та ін. К: Центр учбової літератури, 2010. 336 с.
- 17 Про транспортно – експедиторську діяльність : Закон України від 16.04.2009 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1955-15#Text>.
- 18 ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : Постанова від 01.12.1999 № 37. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>.
- 19 ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: Постанова від 01.12.1999 № 42. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.
- 20 ДБН В.2.5-28:2018 Природне та штучне освітлення. Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій". Київ. 133 с.

## ДОДАТОК А

## ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

«ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ  
ЗБІРНИХ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ РОБОТИ ДЕКОРАТИВНО-  
БУДІВЕЛЬНОГО ГІПЕРМАРКЕТУ «НОВА ЛІНІЯ» МІСТО ОДЕСА»

Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)

Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

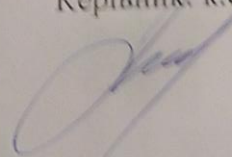
Форма навчання денна

Розробив ст. гр. ІТТ-21м



Коліжук А.В.

Керівник: к.е.н., доц. каф. АТМ



Макарова Т.В.

## МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

**Мета дослідження** – розробка заходів з формування раціональної системи вантажопереробки збірних вантажів на основі регулювання операційних та загальних параметрів складської системи торгівельного підприємства.

**Для досягнення мети поставлені наступні задачі:**

- охарактеризувати основні логістичні об'єкти для вантажопереробки товарів та оцінити транспортно – складську систему ДБГ «Нова Лінія» у місті Одеса;
- дослідити основні етапи, задачі та принципи забезпечення раціональної системи вантажопереробки на складі торгівельного підприємства;
- проаналізувати процес вантажопереробки на ДБГ «Нова Лінія» та виявити основні недоліки;
- розробити модель вантажопереробки з урахуванням невизначеності подій;
- сформувати методику визначення основних параметрів транспортно - складської системи для трьох сценаріїв розвитку подій з урахуванням балансу інтересів всіх учасників транспортного процесу;
- виконати техніко - економічний розрахунок для засобів механізації та економічний ефект від раціоналізації параметрів транспортно-складського комплексу для вантажопереробки товарів;
- вирішити питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт дослідження** – це процес вантажопереробки збірних вантажів в транспортно-складській системі торгівельного підприємства.

**Предмет дослідження** – методи та засоби обробки вантажів в транспортно-складській системі.

**Новизна одержаних результатів** полягає в розробці моделі для покращення операційної ефективності вантажопереробки з урахуванням невизначеності подій.

# КЛАСИФІКАЦІЯ ТРАНСПОРТНО – ЛОГІСТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ

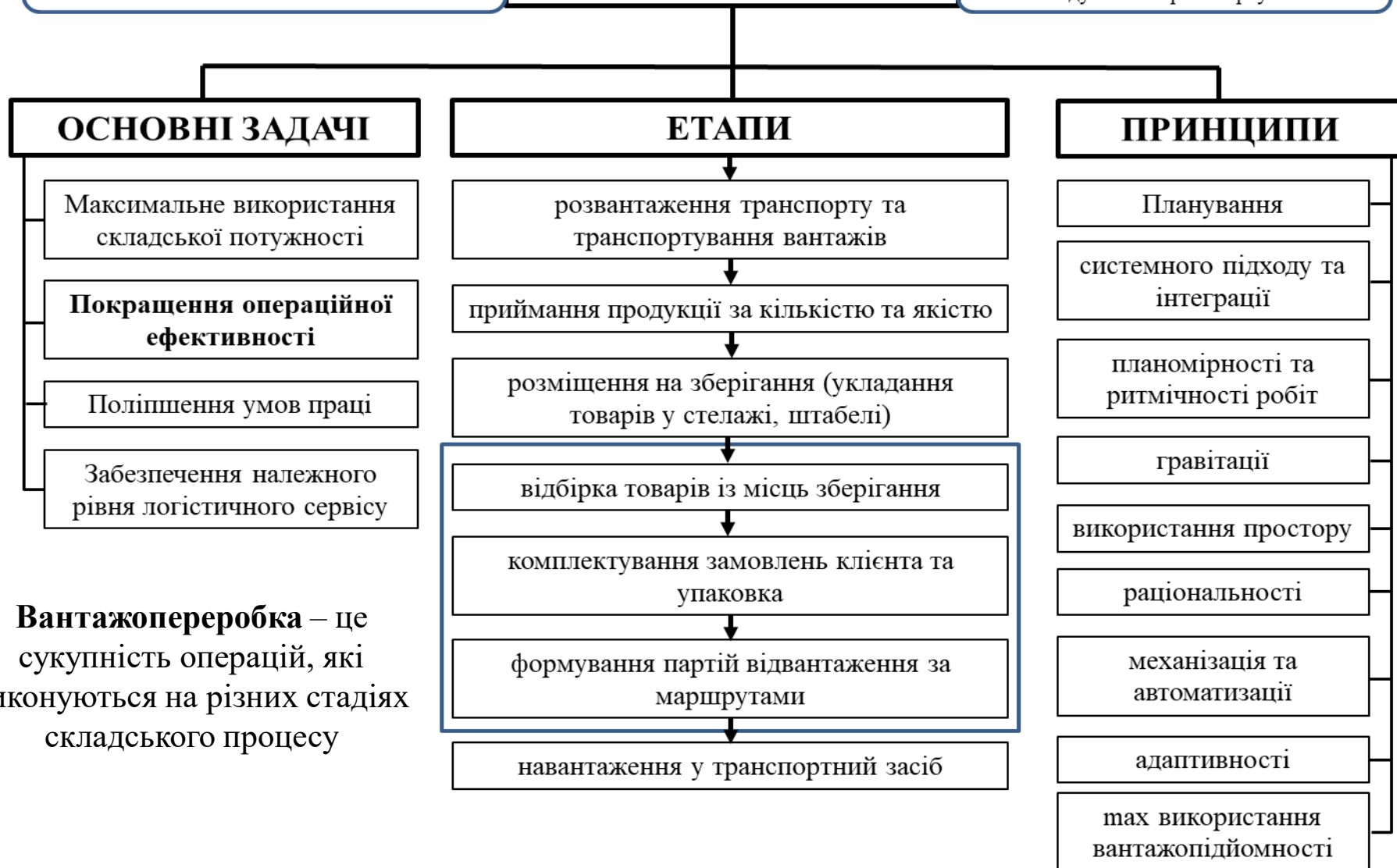


# ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ

Процес переміщення вантажів на короткі відстані в середині підприємства чи складу, або між зонами зберігання та транспортними засобами

## ВАНТАЖОПЕРЕРОБКА

Логістична активність підтримки запасів, яка виконується разом із функціями складування і транспортування

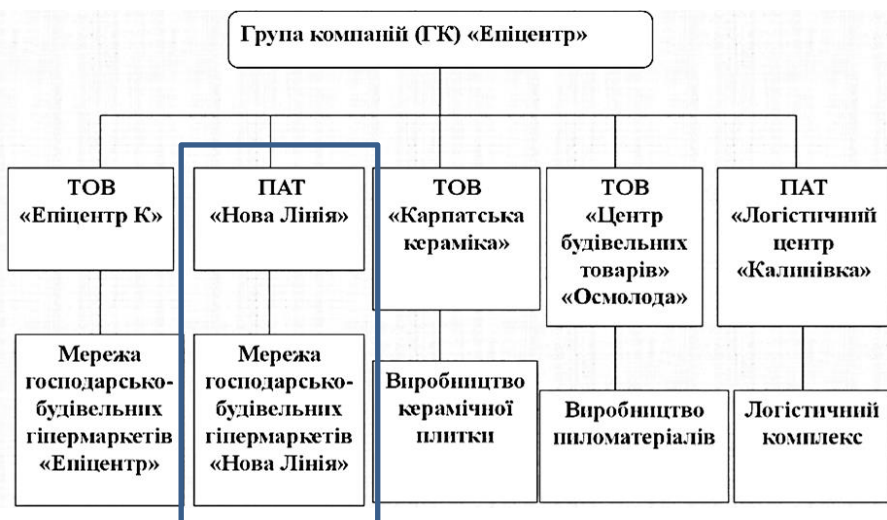


**Вантажопереробка** – це сукупність операцій, які виконуються на різних стадіях складського процесу

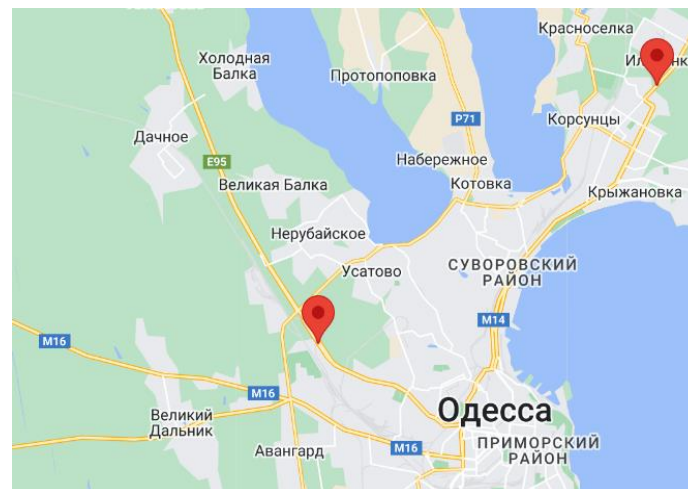
## СТРУКТУРА УПРАВЛІННЯ ТОРГІВЕЛЬНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ



# ОЦІНКА ТРАНСПОРТНО - СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА



## Місця розташування гіпермаркетів на карті



## Основні показники роботи мережі гіпермаркетів

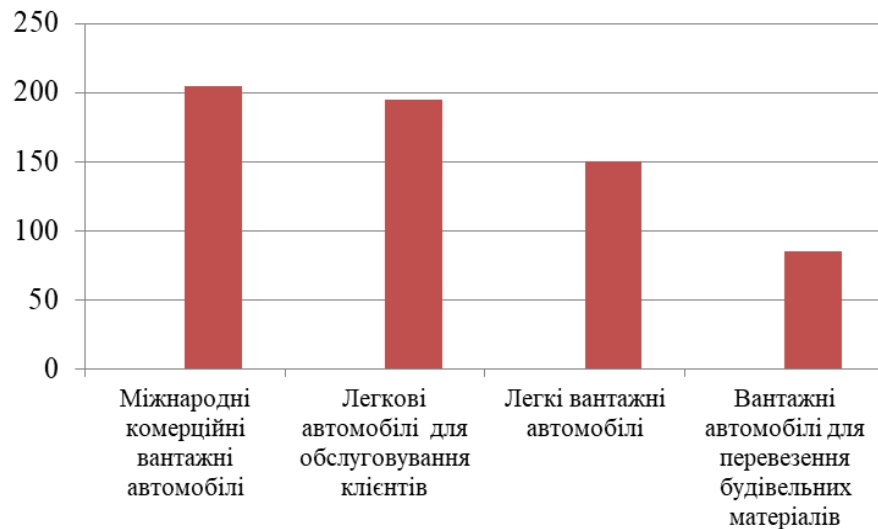
Найменування показника	Одиниці вимірювання	Значення				
		2018	2019	2020	2021	2022
Кількість торгівельних центрів	од.	10	10	11	12	12
Загальна площа	тис. м <sup>2</sup>	208	208	229	250	250
Логістичні потужності	тис. м <sup>2</sup>	102	110	129	139	159
Кількість працівників	осіб	670	660	655	655	655
Товарообіг	млрд. грн.	35	43	44	51	52

## Зовнішній вигляд гіпермаркету Одеса - 1



## ОЦІНКА ТРАНСПОРТНО - СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

Діаграма розподілу рухомого складу за видами



Засоби механізації



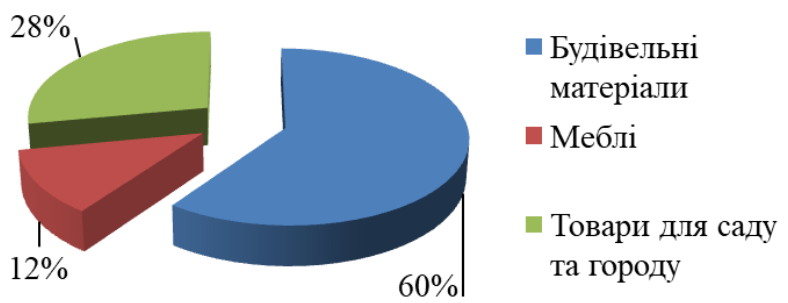
Поводковий штабелер



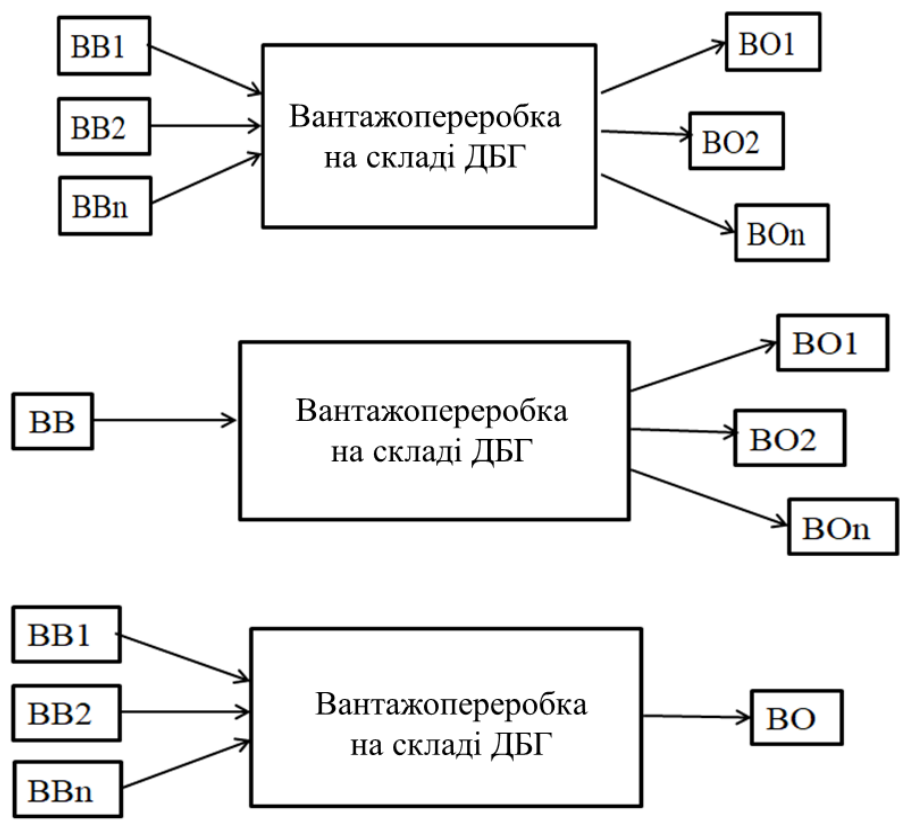


# ЗБІРНІ ВАНТАЖІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

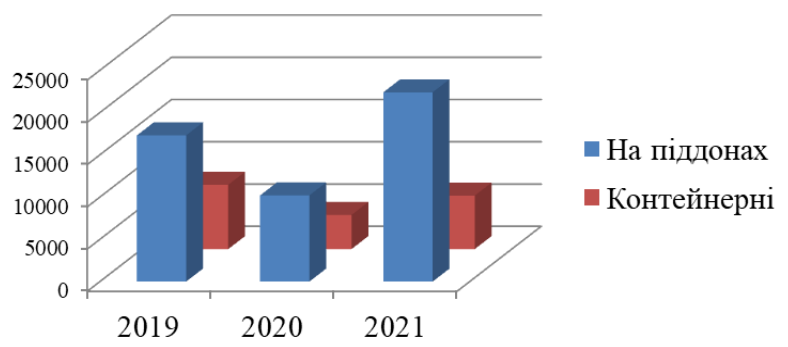
### Види вантажів



### Схеми переміщення вантажів

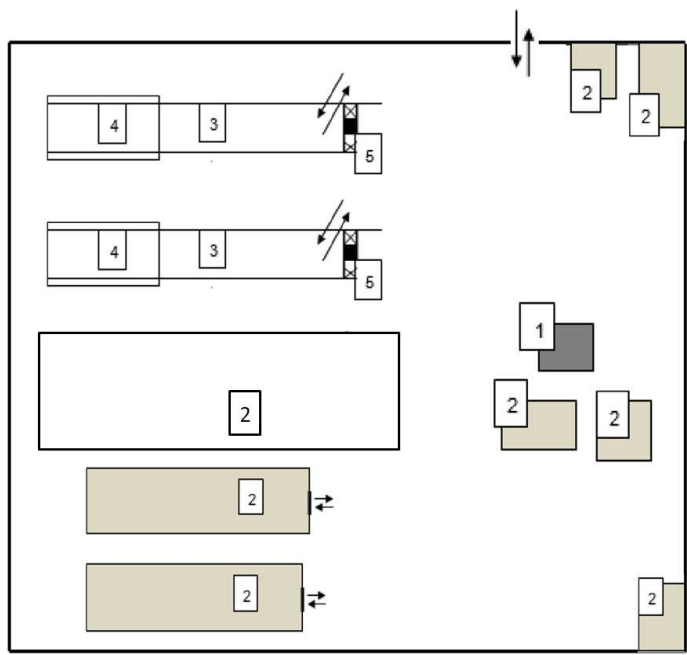


### Характеристика перевезень в залежності від виду транспортної тари



# ВИБІР НАПРЯМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ

## Схема складських приміщень



- 1 – адміністративна будівля,  
 2 – криті та відкриті склади;  
 3 – робоче місце;  
 4 – площадка для контейнеру;  
 5 – козловий кран

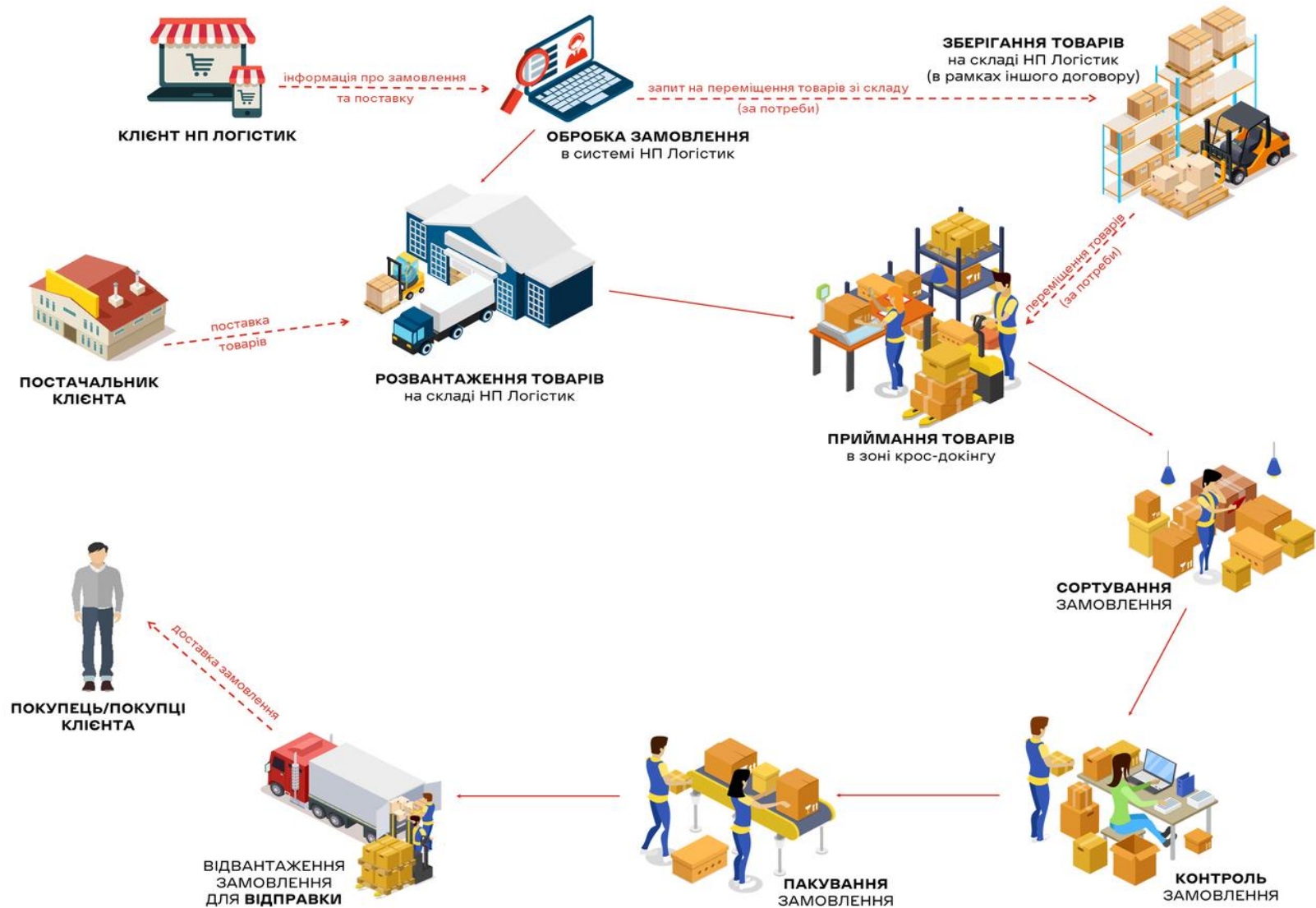
## Площі складських приміщень



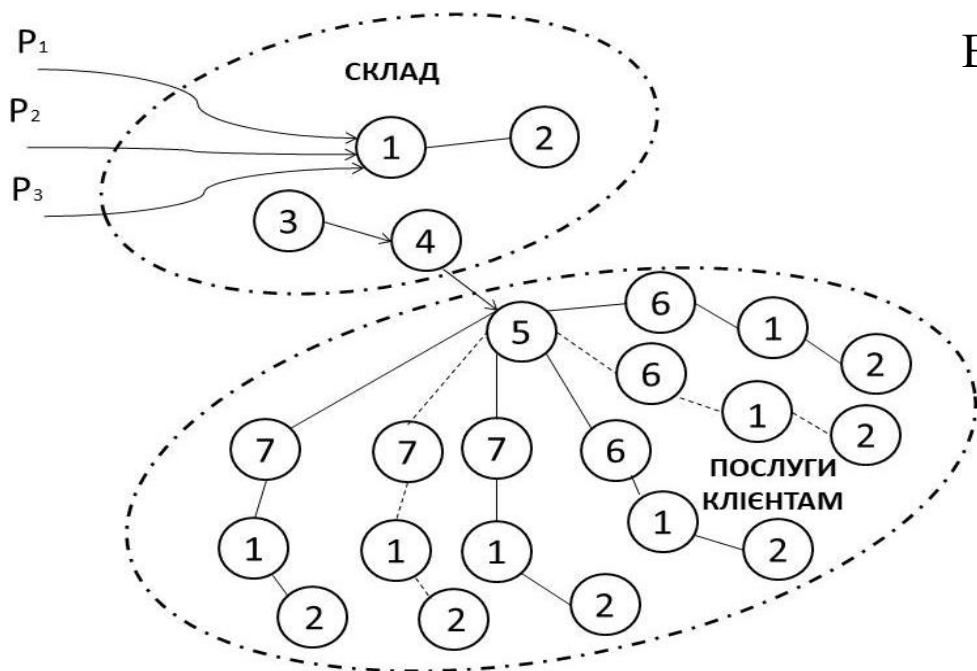
## Напрямів оптимізації вантажопереробки

Оптимізація окремих операцій вантажопереробки	Оптимізація діяльності складу в цілому
Штрихове кодування. Радіочастотна ідентифікація.	Система управління складом (WMS)
Об'єднання процесів з використанням сучасних технічних засобів	
Крос - докінг	Дискретно-подієве моделювання
ABC - XYZ -аналіз	

# ТЕХНОЛОГІЯ КРОС - ДОКІНГ

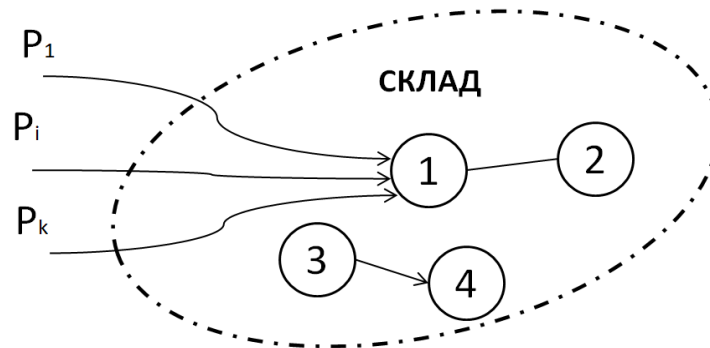


# РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПОКРАЩЕННЯ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ



Візуалізація структури функціонування існуючої системи транспортно-складських робіт: 1 – розвантаження; 2 – контроль отриманих на складі вантажів; 3 - формування партії та контроль вантажу перед завантаженням; 4 - завантаження автотранспортного засобу; 5 - транспортування вантажів; 6 - контроль вантажів, які розподіляються за окремими торговельними організаціями; 7 - контроль вантажів, які розподіляються за конкретними користувачами

Вхідні та вихідні компоненти на початку і в кінці шляху на схемі



Імовірність нероботоздатності складу

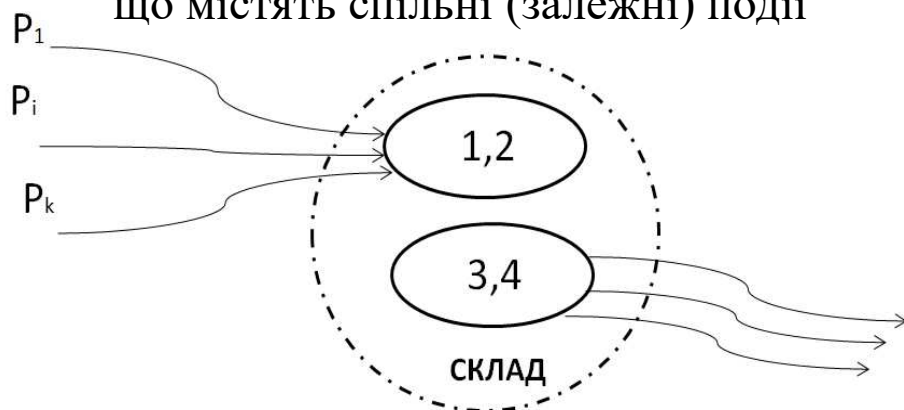
$$\bar{P}(1 - 2 - 3 - 4) = \bar{P}(1) \cup \bar{P}(2) \cup \bar{P}(3) \cup \bar{P}(4)$$

Імовірність роботоздатного стану складу

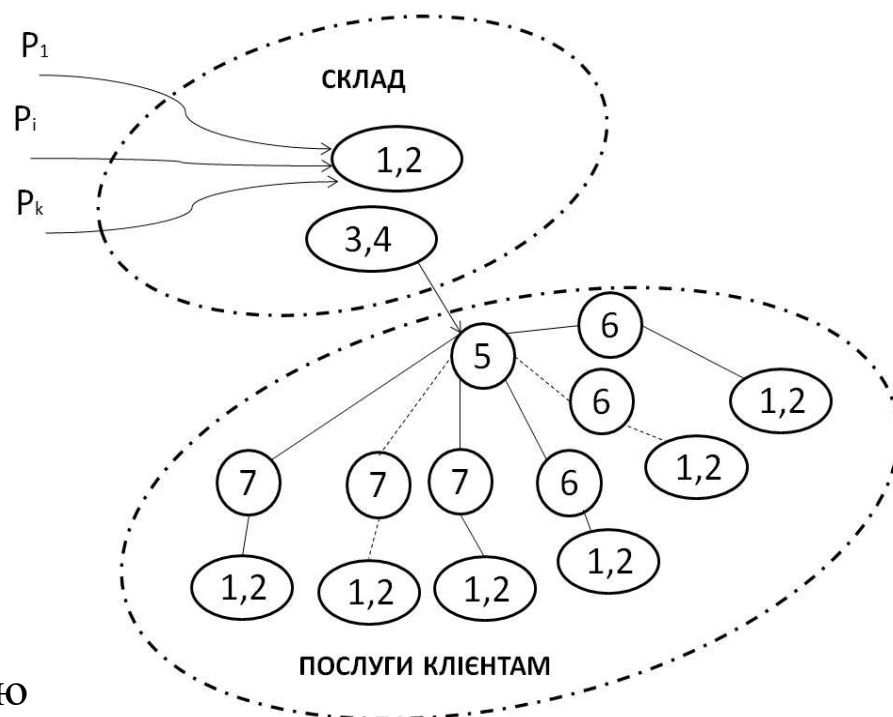
$$P(1 - 2 - 3 - 4) = 1 - \bar{P}(1 - 2 - 3 - 4)$$

## РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПОКРАЩЕННЯ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ

Фрагмент складської схеми з перетвореними незалежними компонентами в компоненти, що містять спільні (залежні) події



Структура функціонування системи транспортно-складських робіт з перетвореними незалежними компонентами в компоненти, що містять спільні залежні події



Вдосконалений складський вантажопотік

$$N_{\text{вх./вих.}} = N_{\text{п}} \cdot \left( \frac{T_{\text{роб.скл.}}}{(t_{\text{н-р}} \cdot k)} \right) \cdot q_{\phi}, T,$$

де  $N_{\text{п}}$  - кількість постів на складі, од.;  
 $T_{\text{роб.скл.}}$  - тривалість роботи складу, год.;  
 $t_{\text{н-р}}$  - час навантаження – розвантаження 1 т вантажу, год.;  $k$  – коефіцієнт суміщення складських операцій, який враховує економію часу на автоматизоване зважування вантажів (може приймати значення від 0,1 до 1,0).

## СИСТЕМИ ВАГОВОГО КОНТРОЛЮ RAVAS

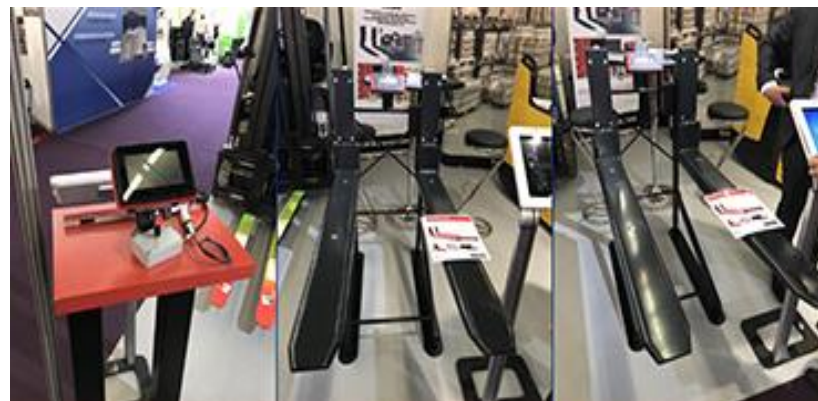
**До системи вагового контролю RAVAS належать наступні складові:**

- вили для складських навантажувачів з ваговими давачами;
- рокли з ваговими давачами;
- окремі давачі з індикаторами.



**Система вагового контролю RAVAS виконує наступні задачі:**

- дозволяє проводити ваговий контроль на місці приймання без переміщення вантажів в окрему зону вагового контролю;
- дозволяє організувати ваговий контроль в момент проведення комплектації вантажу, що суттєво знижує похибки при комплектації;
- контролює вагу вантажу й інформує водія навантажувача про перевантаження, коли вага вантажу більше припустимої.



# ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ НА ОСНОВІ РЕГУЛЮВАННЯ ВХІДНИХ ПОТОКІВ

Кількість механізмів

$$n_{крj} = \sum_{i=1}^n n_{крij},$$

$$n_{кр} = \sum_{j=1}^n n_{крj},$$

Кількість постів

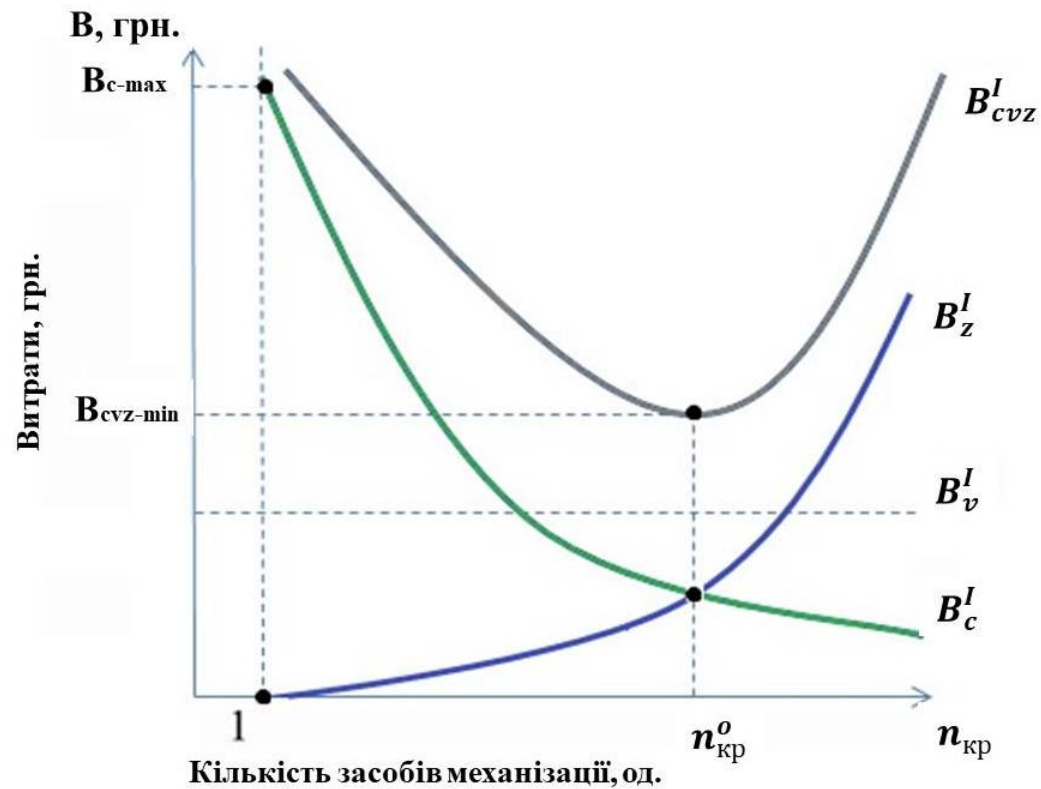
$$n_n = \sum_{j=1}^m n_{nj},$$

Мінімум сукупних витрат

$$B_{cvzd} = B_c + B_v + B_z + B_d$$

$$B_{cvzd}^o = F(n_{кри}^o, n_n^o, B_{cvzd}(n_{кри}^o, n_n^o)) \rightarrow \min$$

Графік зміни витрат при  $t_{nl} = I_c$

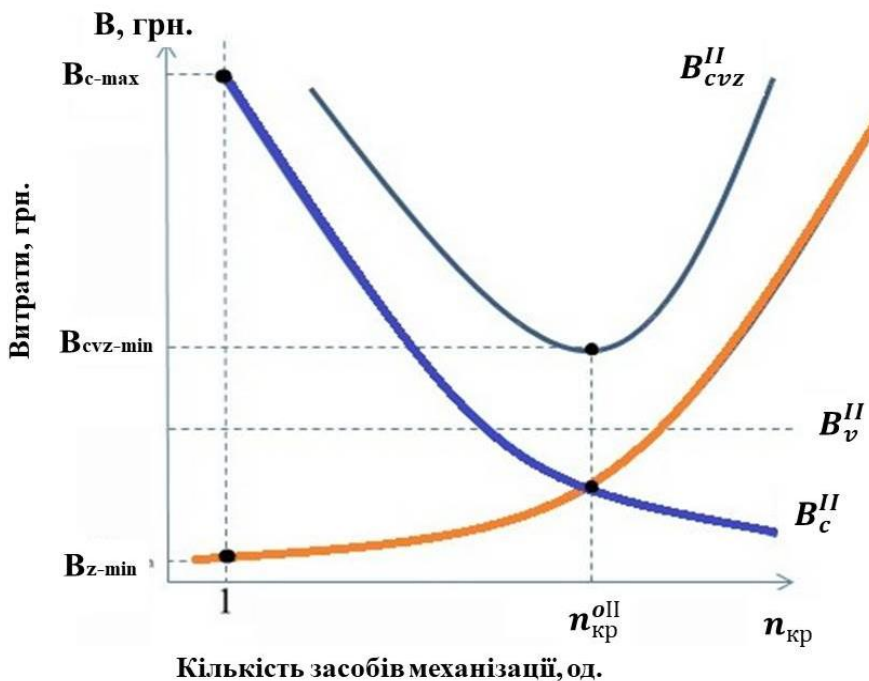


Величина сукупних витрат

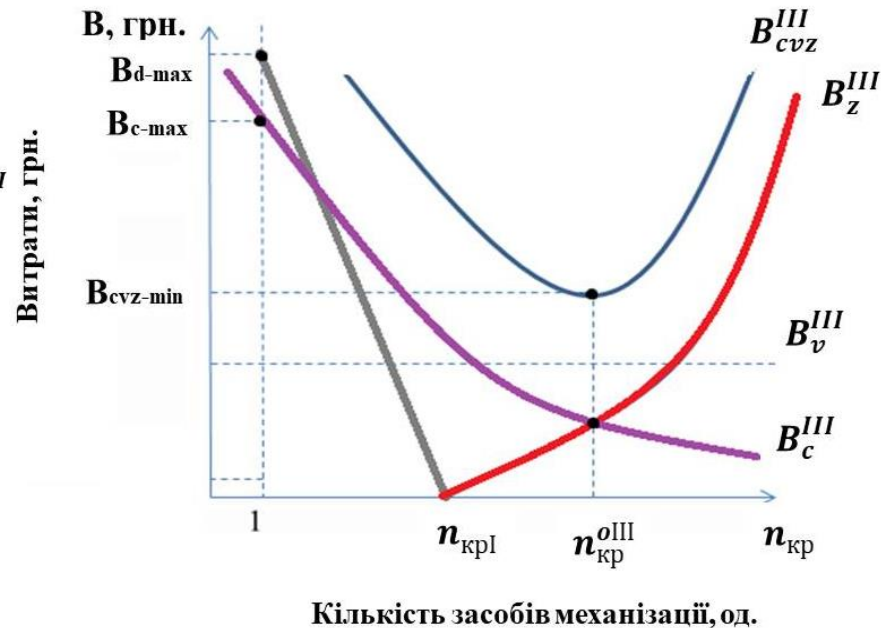
$$B_{cvzj}^I = B_{ci} + B_{vi} + B_{zi} = B_{ci} \cdot t_c + S_{vi} \cdot t_c + S_{zi} \cdot t_z$$

# ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ НА ОСНОВІ РЕГУЛЮВАННЯ ВХІДНИХ ПОТОКІВ

Графік зміни витрат при  $t_{нл} < I_c$



Графік зміни витрат при  $t_{нл} > I_c$



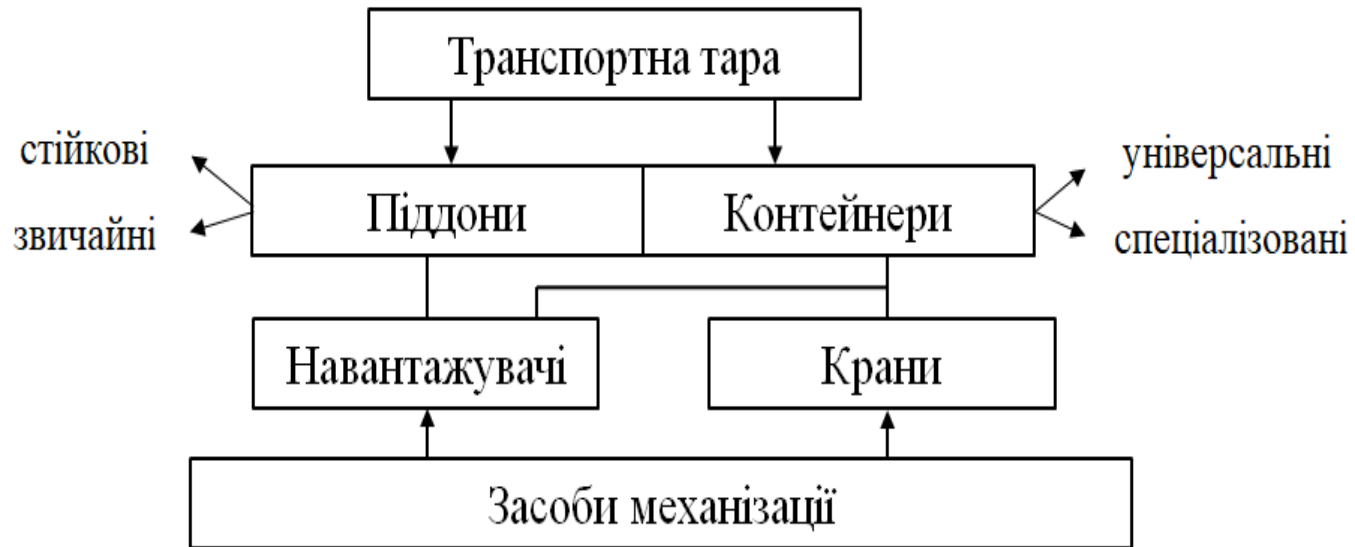
$$B_{cvz}^{II} = B_{ci} + B_{vi} + B_{zi} = S_{ci} t_{нл} / n_{крj} + S_{vi} t_{нл} n_{крj} / n_{крj} + S_{zi} \cdot n_{крj} (I_c - t_{нл} / n_{крj})$$

$$S_{ci} t_{нл} / n_{крj} + S_{vi} t_{нл} + S_{zi} \cdot n_{крj} \cdot I_c - S_{zi} \cdot t_{нл}$$

$$B_{cvz}^{III} = B_{ci} + B_{vi} + B_{zi} = S_{ci} t_{нл} / (n_{крj} + n_{крl}) + S_{vi} t_{нл} (n_{крj} + n_{крl}) / (n_{крj} + n_{крl}) + S_{zi} \cdot (n_{крj} + n_{крl}) \cdot \left( \frac{t_{нл}}{n_{крl}} - t_{нл} / (n_{крj} + n_{крl}) \right) = \frac{S_{ci} t_{нл}}{(n_{крj} + n_{крl})} + S_{vi} t_{нл} + \frac{S_{zi} \cdot t_{нл} (n_{крj} + n_{крl})}{n_{крl}} - \frac{S_{zi} \cdot t_{нл} (n_{крj} + n_{крl})}{(n_{крj} + n_{крl})} = \frac{S_{ci} t_{нл}}{(n_{крj} + n_{крl})} + S_{vi} t_{нл} + \frac{S_{zi} \cdot t_{нл} n_{крj}}{n_{крl}} - S_{zi} \cdot t_{нл}$$



## РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ДЛЯ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ



### Продуктивності

кран козловий

$$W_{e1} = \frac{3600 * 4,0 * 0,8}{150,5} = 76 \text{ т / год.};$$

автокран

$$W_{e2} = \frac{3600 * 4,0 * 0,8}{163} = 70 \text{ т / год.}$$

автонавантажувач

$$W_{e3} = \frac{3600 * 0,480 * 0,7}{120} = 10 \text{ м / год.};$$

1. Виконана оцінка транспортно-складської системи торгівельної компанії «Нова Лінія». Для оцінки вантажопереробки збірних вантажів проаналізовані логістичні та транспортні потужності підприємства, а також технології обробки вантажів на складі.
2. Досліджені основні етапи, задачі та принципи забезпечення раціональної вантажопереробки. Запропоновані технічні рішення, які використовуються на сучасному ринку для виконання транспортно-складських операцій. Сформований перелік заходів для досягнення кращих параметрів вантажопереробки на складі торгівельного підприємства. Одним з заходів є використання модернізованого обладнання для покращення приймання та відвантаження вантажів на складі
3. Розроблена модель вантажопереробки з урахуванням невизначеності подій у вигляді графу, який являє собою сукупність різних логістичних операцій з просування збірних вантажів. Запропонована залежність для розрахунку складського вантажопотоку.
4. Сформована методика визначення основних параметрів вхідних вантажопотоків. Визначені основні принципи забезпечення раціональних параметрів роботи транспортно-складського комплексу по обробці вхідного та вихідного вантажопотоків на складі. Розглянуті математичні залежності між показниками системи, які дозволяють проаналізувати втрати учасників транспортного процесу.
5. Виконаний економічний аналіз витрат в транспортно-складських системах. Розрахований економічний ефект від раціоналізації вантажопереробки.
6. Virішені питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## ДОДАТОК Б

Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових  
запозичень

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Формування системи вантажопереробки при перевезенні збірних вантажів в умовах роботи декоративно-будівельного гіпермаркету «Нова Лінія» місто Одеса

Тип роботи: Магістерська дипломна робота  
(БДР, МКР)

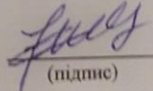
Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту  
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

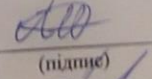
Оригінальність 98,65 % Схожість 1,35 %

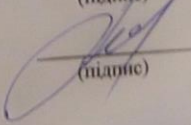
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

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

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи  Коліжук А.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи  Макарова Т.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)