



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання практичних занять з дисципліни**

**«Складська логістика та управління запасами»**

для студентів спеціальності

076 «Підприємництво та торгівля»

першого (бакалаврського) рівня усіх форм навчання

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання практичних занять з дисципліни  
«Складська логістика та управління запасами»**

для студентів спеціальності

076 «Підприємництво та торгівля»

першого (бакалаврського) рівня усіх форм навчання

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 3 від 12.10.2023 р.

Харків  
НТУ «ХП»

2024

Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Складська логістика та управління запасами» для студентів спеціальності 076 «Підприємництво та торгівля» першого (бакалаврського) рівня усіх форм навчання / уклад. Білоцерківський О. Б. – Харків : НТУ «ХП», 2024. – 60 с.

Укладач О. Б. Білоцерківський

Рецензент І. І. Соснов

Кафедра підприємництва, торгівлі і логістики

## ВСТУП

Складська логістика та управління запасами займає ключове місце в логістичній системі як окремого підприємства, так і матеріально-технічного забезпечення торгово-промислової корпорації в цілому. Забезпечення єдиного і безперервного процесу постачання структурних одиниць на всіх рівнях ієрархії необхідними запасами в оптимальній кількості і заданої якості – це найважливіша гарантія їхнього ефективного функціонування і безумовного виконання поставлених планових завдань.

Навчальна дисципліна «Складська логістика та управління запасами» належить до вибіркових дисциплін спеціальності 076 «Підприємництво та торгівля».

*Предметом навчальної дисципліни є логістичні процеси, які пов'язані зі зміною параметрів форми, часу розміщення запасів на підприємстві.*

*Метою навчальної дисципліни є формування у студентів системних знань і розуміння теоретичних і практичних засад щодо основ логістики, розробки методів організації складського господарства, системи закупівель, приймання, розміщення, обліку товарів і управління запасами з метою мінімізації витрат, пов'язаних із складуванням і переробкою товарів.*

*Завданнями навчальної дисципліни є:*

- 1) проектування та розробка системи управління запасами на підприємстві;
- 2) розрахунок показників якості управління запасами продукції;
- 3) організація технологічного процесу на складі, як ланки логістичного ланцюга;
- 4) оптимізація системи складування з урахуванням специфіки бізнесу та особливостей сучасної економіки.

У результаті вивчення дисципліни студент має *знати*:

- основні визначення та терміни навчальної дисципліни;
- основи управління запасами;
- методи оцінки вартості запасів продукції;
- нормативну базу та особливості проведення інвентаризації запасів на підприємстві;
- системи управління товарними запасами;
- показники, які характеризують стан товарних запасів та ефективність управління ними;
- логістичні принципи проектування систем управління запасами;
- методики розрахунку показників запасів продукції;
- роль і місце складу в логістичній системі підприємства;
- сутність логістики складування та організації складського господарства;
- складське обладнання;
- характеристики основних складських зон;
- організацію технологічного процесу на складі;
- логістичні принципи проектування складу;
- складський облік та організацію документообігу;
- організаційну структуру управління складським господарством.

У результаті вивчення дисципліни студент має *вміти*:

- визначати оптимальне місце розташування розподільного складу;
- розрахувати величину сумарного матеріального потоку та вартості вантажопереробки на складі;
- застосовувати методи *ABC*- та *XYZ*-аналізу для прийняття управлінських рішень;
- проектувати та розробляти системи управління запасами;
- розраховувати параметри складських зон;
- ухвалювати рішення щодо користування послугами найманого складу;
- розраховувати мінімально допустимий вантажообіг складу;
- визначати показники роботи складу та кількості складського обладнання;
- проводити інвентаризацію запасів.

## ТЕМА 1. ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ У ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ

**Розподільний центр** – це складський комплекс, який отримує товари від підприємств-виробників або від підприємств оптової торгівлі і розподіляє їх дрібнішими партіями замовникам через свою або їх товаропровідну мережу. Завдання розміщення розподільних центрів можна сформулювати як пошук оптимального або субоптимального (близького до оптимального) рішення. Наукою і практикою розроблено різноманітні методи вирішення завдань обох видів.

### 1.1. Метод визначення центру ваги

**Метод визначення центру ваги** (використовується для визначення місця розташування одного розподільного центру). Для цього використовується метод накладення мережі координат на карту потенційних місць розташування складів. Система мережі дає можливість оцінити вартість доставки від кожного постачальника до ймовірного складу і від складу до кінцевого споживача, а вибирають варіант, який визначається як центр маси.

Координати центру ваги вантажних потоків ( $X_{\text{скл}}$ ,  $Y_{\text{скл}}$ ), тобто точки, в якій може бути розташований розподільний склад, визначаються за формулами:

$$X_{\text{скл}} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n B_i}; \quad Y_{\text{скл}} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n B_i}, \quad (1.1)$$

де  $B_i$  – вантажообіг  $i$ -го споживача;  $X_i$ ,  $Y_i$  – координати  $i$ -го споживача;  $n$  – кількість споживачів.

**Задача 1.1.** На території району розташовано 8 магазинів, які торгують продовольчими товарами, їх координати (у прямокутній системі координат), а також місячний вантажообіг наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Вантажообіг і координати магазинів, які обслуговуються

номер магазину	Координата X, км	Координата Y, км	Товарообіг В, т/міс.
1	10	10	15
2	23	41	10
3	48	59	20
4	36	27	5
5	60	34	10
6	67	20	20
7	81	29	45
8	106	45	30

На основі вихідних даних необхідно знайти координати точки ( $X_{\text{скл}}$ ,  $Y_{\text{скл}}$ ), навколо якої рекомендовано організувати роботу розподільного складу.

#### Розв'язання

$$X_{\text{скл}} = \frac{15 \cdot 10 + 10 \cdot 23 + 20 \cdot 48 + 5 \cdot 36 + 10 \cdot 60 + 20 \cdot 67 + 45 \cdot 81 + 30 \cdot 106}{15 + 10 + 20 + 5 + 10 + 20 + 45 + 30} = 66,35 \text{ км};$$

$$Y_{\text{скл}} = \frac{15 \cdot 10 + 10 \cdot 41 + 20 \cdot 59 + 5 \cdot 27 + 10 \cdot 34 + 20 \cdot 20 + 45 \cdot 29 + 30 \cdot 45}{15 + 10 + 20 + 5 + 10 + 20 + 45 + 30} = 34 \text{ км}.$$

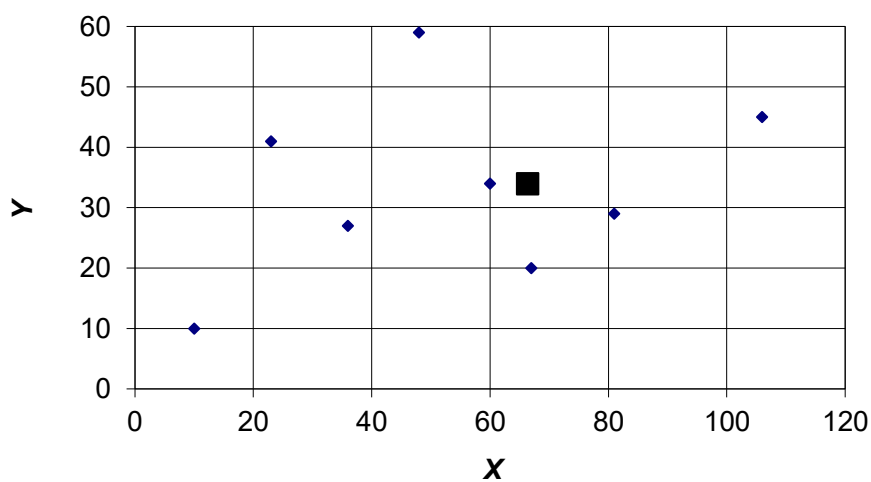


Рисунок 4.1 – Оптимальне місце розташування розподільного складу

**Центр мас** або **центр рівноважної системи транспортних витрат** розраховується за формулою:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^m T_{\Pi i} R_{\Pi i} Q_{\Pi i} + \sum_{i=1}^n T_{K i} R_{K i} Q_{K i}}{\sum_{i=1}^m T_{\Pi i} Q_{\Pi i} + \sum_{i=1}^n T_{K i} Q_{K i}}, \quad (1.2)$$

де  $M$  – центр маси, або центр рівноважної системи транспортних витрат, т · км;  $R_{\Pi i}$  – відстань від початку осей координат до точки, що позначає місце розташування постачальника, км;  $R_{K i}$  – відстань від початку осей координат до точки, що позначає місце розташування клієнта, км;  $T_{K i}$  – транспортний тариф для клієнта на перевезення вантажу, дол./т · км;  $T_{\Pi i}$  – транспортний тариф для постачальника на перевезення вантажу, дол./т · км;  $Q_{K i}$  – вага (обсяг) вантажу, реалізована  $i$ -м клієнтом, т;  $Q_{\Pi i}$  – вага (обсяг) вантажу, що закуповується в  $i$ -го постачальника, т.

Визначення центру мас або центру рівноважної системи транспортних витрат розглянемо на прикладі.

**Задача 1.2.** Фірма, що займається реалізацією продукції на ринках збуту  $K_A, K_B, K_C$ , має постійних постачальників  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$  у різних регіонах. Збільшення обсягу продажів змушує фірму підняти питання про будівництво нового розподільного складу, що забезпечує просування товару на нові ринки та безперебійне постачання своїх клієнтів.

**Вихідні дані:**

1) тариф для постачальників на перевезення продукції на склад  $T_{\Pi} = 1$  дол./т · км;

2) тарифи для клієнтів на перевезення продукції зі складу дорівнюють:  $T_K - K_A = 0,8$  дол./т · км;  $K_B = 0,5$  дол./т · км,  $K_C = 0,6$  дол./т · км;

3) ваги вантажів постачальників:

$Q_{\Pi} - \Pi_1 = 150$  т,  $\Pi_2 = 75$  т,  $\Pi_3 = 125$  т,  $\Pi_4 = 100$  т,  $\Pi_5 = 150$  т.

4) ваги вантажів, що реалізовані клієнтам:  $Q_K - K_A = 300$  т;  $K_B = 250$  т;  $K_C = 150$  т.

5) координати клієнтів ( $R_{K i}$ ) та постачальників ( $R_{\Pi i}$ ):

Таблиця 4.2 – Координати клієнтів і постачальників

Координати	Клієнти			Постачальники				
	К <sub>А</sub>	К <sub>В</sub>	К <sub>С</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>
X	0	300	550	150	275	500	500	600
Y	575	500	600	125	300	275	100	550

Необхідно визначити координати оптимального розташування складу.

### Розв'язання

1. Сумарні витрати на транспортування перевезеної партії вантажів від постачальників з урахуванням відстаней по осі X:

$$\begin{aligned} \sum T_{\Pi i} R_{\Pi i} Q_{\Pi i} &= T_{\Pi 1} R_{\Pi 1} Q_{\Pi 1} + T_{\Pi 2} R_{\Pi 2} Q_{\Pi 2} + T_{\Pi 3} R_{\Pi 3} Q_{\Pi 3} + T_{\Pi 4} R_{\Pi 4} Q_{\Pi 4} + T_{\Pi 5} R_{\Pi 5} Q_{\Pi 5} = \\ &= 22500 + 20625 + 50000 + 62500 + 90000 = 245625; \end{aligned}$$

по осі Y:  $\sum T_{\Pi i} R_{\Pi i} Q_{\Pi i} = 168125$ .

2. Сумарні витрати на транспортування перевезеної партії вантажів клієнтам з урахуванням відстаней по осі X:

$$\sum T_{K i} R_{K i} Q_{K i} = T_{K A} R_{K A} Q_{K A} + T_{K B} R_{K B} Q_{K B} + T_{K C} R_{K C} Q_{K C} = 0 + 37500 + 49500 = 87000;$$

по осі Y:  $\sum T_{K i} R_{K i} Q_{K i} = 254500$ .

3. Координати оптимального місця розташування

$$\text{по осі X: } M_X = \frac{\sum_{i=1}^5 T_{\Pi i} R_{\Pi i} Q_{\Pi i} + \sum_{i=1}^3 T_{K i} R_{K i} Q_{K i}}{\sum_{i=1}^5 T_{\Pi i} Q_{\Pi i} + \sum_{i=1}^3 T_{K i} Q_{K i}} = \frac{245625 + 87000}{600 + 455} = 315 \text{ км};$$

$$\text{по осі Y: } M_Y = \frac{\sum_{i=1}^5 T_{\Pi i} R_{\Pi i} Q_{\Pi i} + \sum_{i=1}^3 T_{K i} R_{K i} Q_{K i}}{\sum_{i=1}^5 T_{\Pi i} Q_{\Pi i} + \sum_{i=1}^3 T_{K i} Q_{K i}} = \frac{168125 + 254500}{600 + 455} = 401 \text{ км}.$$

**Відповідь:** оптимальне розташування складу має такі координати: 315 км по осі X і 401 км по осі Y.

## 1.2. Метод пробної точки

**Метод пробної точки** дає змогу визначити оптимальне місце розташування розподільного складу у випадку прямокутної конфігурації мережі автомобільних доріг на ділянці, яка обслуговується. Суть методу полягає в послідовній перевірці кожного відрізка ділянки, що обслуговується.

*Пробною точкою* відрізка називається будь-яка точка, що розташована на цьому відрізку і не належить до його кінців.

*Лівий вантажообіг пробної точки* – вантажообіг споживачів, розташованих на всій ділянці обслуговування ліворуч від цієї точки.

*Правий вантажообіг пробної точки* – вантажообіг споживачів, розташованих праворуч від неї.

Ділянку обслуговування перевіряють, починаючи з її лівого кінця. Спочатку аналізують перший відрізок ділянки: на цьому відрізку ставиться пробна точка і підраховується сума вантажообігів споживачів, які знаходяться ліворуч і праворуч від поставленої точки. Якщо вантажообіг споживачів праворуч більше, то перевіряють наступний відрізок. Якщо менше, то вирішують щодо розміщення складу на початку аналізованого відрізка.

**Задача 1.3.** На ділянці дороги довільної довжини (ділянка  $AD$ ) є чотири споживачі матеріального потоку:  $A$ ,  $B$ ,  $C$  і  $D$ . Місячний обсяг завезення товарів кожному з них зазначено в дужках (рис. 4.2). Необхідно визначити оптимальне місце розташування розподільного складу.

Оптимальне місце розташування складу

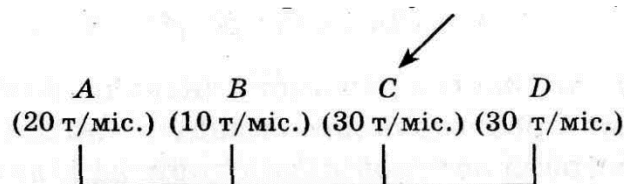


Рисунок 1.2 – Оптимальне місце розташування складу на ділянці обслуговування

**Розв’язання.** Послідовна перевірка кожного відрізка ділянки, яка обслуговується, починаючи з крайнього лівого його кінця, показує, що найоптимальнішим буде розміщення складу на початку відрізка  $CD$  (рис. 1.2).

## Завдання 1. Визначення оптимального місця розташування розподільного складу

**Задача 1.** На території району розташовано 8 магазинів, які торгують продовольчими товарами, їх координати (у прямокутній системі координат), а також місячний вантажообіг наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Вантажообіг і координати магазинів, які обслуговуються

номер магазину	Координата X, км	Координата Y, км	Товарообіг В, т/міс.
1	$10 \cdot k$	$10 \cdot k$	15
2	$23 \cdot k$	$41 \cdot k$	10
3	$48 \cdot k$	$59 \cdot k$	20
4	$36 \cdot k$	$27 \cdot k$	5
5	$60 \cdot k$	$34 \cdot k$	10
6	$67 \cdot k$	$20 \cdot k$	20
7	$81 \cdot k$	$29 \cdot k$	45
8	$106 \cdot k$	$45 \cdot k$	30

Необхідно для свого варіанта вихідних даних знайти координати точки  $(X_{\text{скл}}, Y_{\text{скл}})$ , в околі якої рекомендовано організувати роботу розподільного складу, а також побудувати точки, в яких розміщені магазини та склад, на одному графіку.

У табл. 1.3 коефіцієнт варіанта завдання  $k$  визначається за формулою

$$k = \frac{100 + N}{100}, \quad (1.3)$$

де  $N$  – номер прізвища студента в журналі групи.

**Задача 2.** Для свого варіанта вихідних даних визначте оптимальне місце розташування складу.

### Вихідні дані:

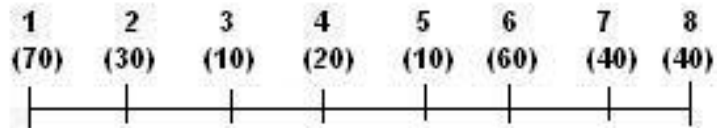
1) тариф для постачальників на перевезення продукції на склад  $T_{\text{п}} = k$  (дол./ т · км);

2) тарифи для клієнтів на перевезення продукції зі складу дорівнюють:  $T_{\text{к}} - K_{\text{А}} = 0,8 \cdot k$  (дол./ т · км),  $K_{\text{В}} = 0,5 \cdot k$  (дол./ т · км),  $K_{\text{С}} = 0,6 \cdot k$  (дол./ т · км).

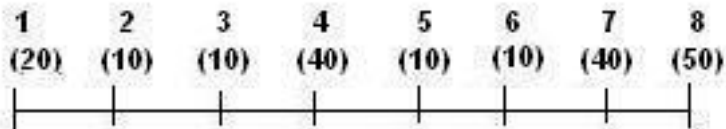
Інші дані не змінюються.

**Задача 3.** Для свого варіанта вихідних даних визначте оптимальне місце розташування розподільного складу з використанням методу пробної точки.

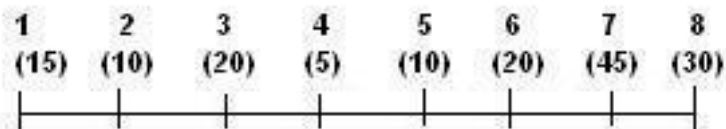
**Варіант 1**



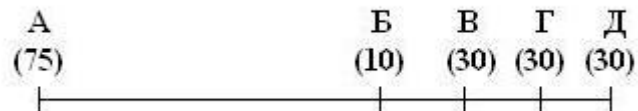
**Варіант 2**



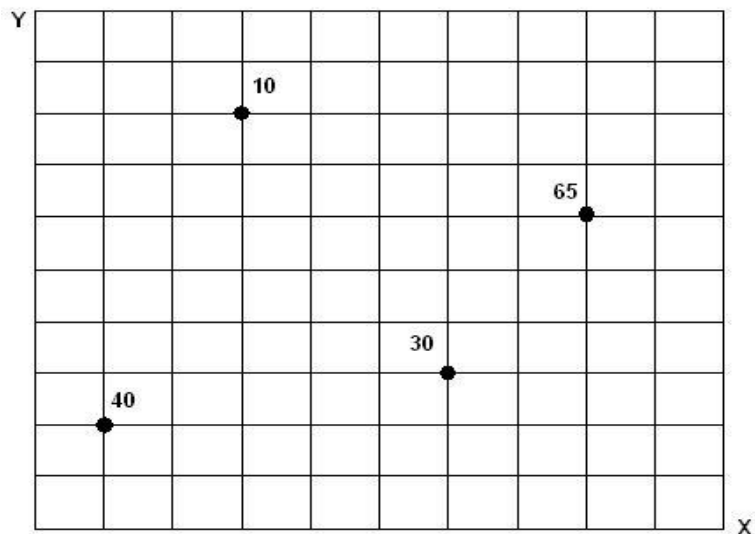
**Варіант 3**



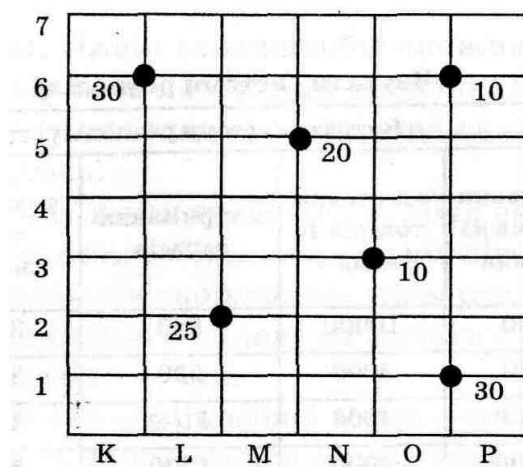
**Варіант 4**



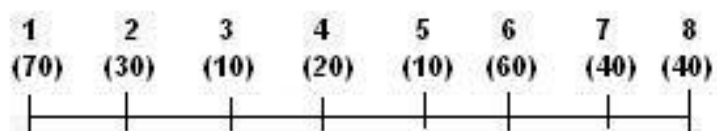
**Варіант 5**



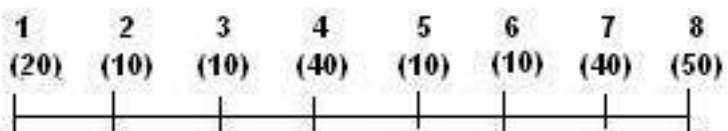
### Вариант 6



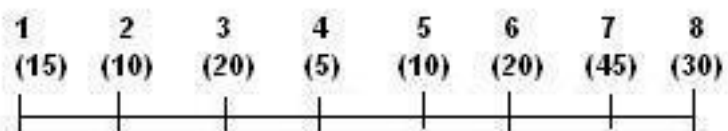
### Вариант 7



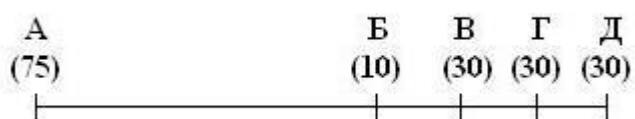
### Вариант 8



### Вариант 9



### Вариант 10



## ТЕМА 2. РОЗРАХУНОК ВЕЛИЧИНИ СУМАРНОГО МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ ТА ВАРТОСТІ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ НА СКЛАДІ

Схематично склад має декілька зон, призначених для проведення певних складських процедур і операцій. Класичний варіант типового проєкту складу показаний на рис. 2.1.

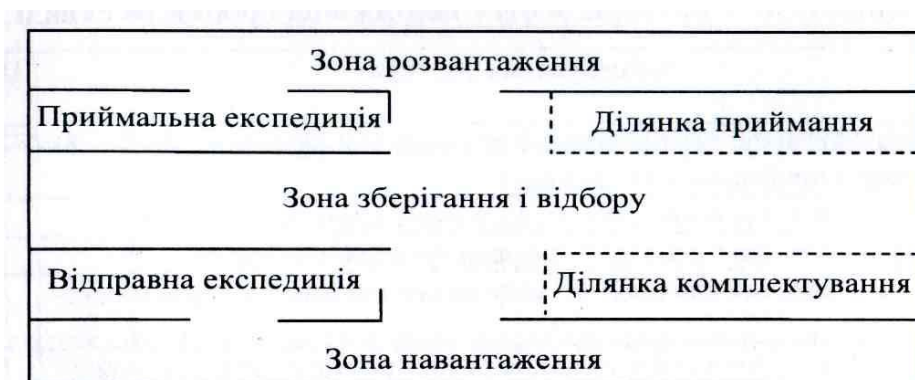


Рисунок 2.1 – Типовий проєкт складу

На складах матеріальні потоки розраховуються, як правило, для окремих ділянок або за окремими операціями. Виділяють вхідний матеріальний потік (надходить на склад із зовнішнього середовища), внутрішній матеріальний потік (утворюється у результаті здійснення логістичних операцій в середині складу) і вихідний матеріальний потік (надходить зі складу до зовнішнього середовища). Сумарний внутрішній матеріальний потік складу визначається як сума матеріальних потоків, що проходять через його окремі ділянки та між ними.

Схема руху матеріального потоку на складі показана на рис. 2.2.

Величина сумарного матеріального потоку на складі залежить від того, яким маршрутом проходить вантаж на складі та які з ним будуть виконуватися операції. Маршрут матеріального потоку визначається значеннями факторів, що впливають на процес вантажопереробки на складі (табл. 2.1). Обсяг робіт з виконання окремої складської операції розраховується за певний проміжок часу: місяць, квартал, рік.

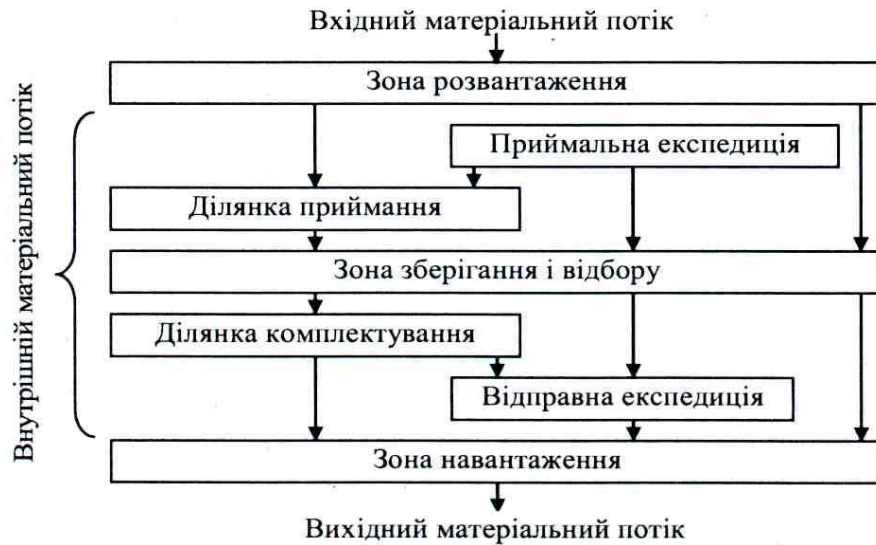


Рисунок 2.2 – Схема руху матеріального потоку на складі

Таблиця 2.1 – Фактори обсягу вантажопереробки на складі

Найменування фактору	Позначення фактору
Частка вантажів, що поставляються на склад у позаробочий час і проходять через приймальну експедицію	$A_1$
Частка вантажів, що проходять через ділянку приймання складу	$A_2$
Частка вантажів, що підлягають комплектуванню на складі	$A_3$
Частка вантажів, що надходять у зону навантаження з відправної експедиції	$A_4$
Частка вантажів, що надійшли на склад і потребують ручного розвантаження з укладанням на піддони	$A_5$
Частка вантажів, що завантажуються на транспортні засоби при відпусканні зі складу вручну	$A_6$
Кратність обробки вантажів у зоні зберігання (разів)	$A_7$

Величина сумарного матеріального потоку на складі визначається як сума величин матеріальних потоків, згрупованих за ознакою складської операції, що виконуються з вантажем,

$$P = P_{всп.} + P_{р.р} + P_{м.р} + P_{р.н} + P_{м.н} + P_{р.п} + P_{кр} + P_{п.е} + P_{в.е} + P_{збер}, \quad (2.1)$$

де  $P_{п.в.}$  – вантажопотік в процесі внутрішньоскладського переміщення вантажів

$$P_{всп.} = 2T + T \cdot A_1 / 100 + T \cdot A_2 / 100 + T \cdot A_3 / 100 + T \cdot A_4 / 100, \quad (2.2)$$

де  $T$  – вантажообіг складу за певний період часу, при цьому величина  $2T$  відображає матеріальні потоки, що надходять із зони розвантаження та зони зберігання;

$$P_{p.p} - \text{вантажопотік при ручному розвантаженні вантажу} \\ P_{p.p} = T \cdot A_5 / 100 \text{ (т/рік);} \quad (2.3)$$

$$P_{m.p} - \text{вантажопотік при механізованому розвантаженні} \\ P_{m.p} = T \cdot (1 - A_5 / 100) \text{ (т/рік);} \quad (2.4)$$

$$P_{p.n} - \text{вантажопотік при ручному навантаженні} \\ P_{p.n} = T \cdot A_6 / 100 \text{ (т/рік);} \quad (2.5)$$

$$P_{m.n} - \text{вантажопотік при механізованому навантаженні} \\ P_{m.n} = T \cdot (1 - A_6 / 100) \text{ (т/рік);} \quad (2.6)$$

$P_{p.п}$  – вантаж, що підлягає ручному перебиранню при комплектуванні замовлень покупців

$$P_{p.п} = T \cdot (A_2 / 100) \text{ (т/рік);} \quad (2.7)$$

$P_{кр}$  – вантаж, що підлягає ручному перебиранню при прийманні товарів

$$P_{кр} = T \cdot (A_3 / 100) \text{ (т/рік);} \quad (2.8)$$

$$P_{п.е} - \text{вантажопотік, що надходить через приймальну експедицію} \\ P_{п.е} = T \cdot (A_1 / 100) \text{ (т/рік);} \quad (2.9)$$

$$P_{в.е} - \text{вантажопотік, що проходить через відправну експедицію} \\ P_{в.е} = T \cdot (A_4 / 100) \text{ (т/рік);} \quad (2.10)$$

$$P_{збер} - \text{вантажопотік, що проходить через зону зберігання} \\ P_{збер} = T \cdot A_7 \text{ (т/рік).} \quad (2.11)$$

Загальна вартість вантажопереробки на складі визначається за формулою

$$V_{\text{вантаж}} = S_1 \cdot P_{всп} + S_2 \cdot (P_{п.е} + P_{в.е}) + S_3 \cdot (P_{п.р} + P_{кр}) + S_4 \cdot P_{збер} + S_5 \cdot \\ \cdot (P_{p.p} + P_{p.n}) + S_6 \cdot (P_{m.p} + P_{m.n}), \quad (2.12)$$

де  $S_1$  – питома вартість робіт, пов'язаних з внутрішньоскладським переміщенням вантажів;  $S_2$  – питома вартість робіт, пов'язаних з виконанням операцій з вантажем в експедиціях;  $S_3$  – питома вартість робіт, пов'язаних з виконанням операцій з вантажем у процесі його приймання та комплектування;  $S_4$  – питома вартість робіт, пов'язаних з виконанням операцій з вантажем у зоні зберігання;  $S_5$  – питома вартість робіт, пов'язаних з виконанням операцій розвантаження і навантаження вантажів вручну;  $S_6$  – питома вар-

тість робіт, пов'язаних з виконанням операцій розвантаження і навантаження вантажів за допомогою механізмів.

**Задача 2.1.** Розрахувати величину сумарного матеріального потоку і сумарної вартості вантажообробки на складі при загальному вантажообігу складу 10000 т/рік. Величини факторів, що впливають на величину матеріального потоку на складі, та питомої вартості робіт з потоками наведені у табл. 2.2 і 2.3 відповідно.

Таблиця 2.2 – Фактори, що впливають на величину матеріального потоку на складі

Назва фактору	Значення фактору, %
Частка вантажів, що поставляються на склад у позаробочий час і проходять через приймальну експедицію	20
Частка вантажів, що проходять через ділянку приймання складу	25
Частка вантажів, що підлягають комплектуванню на складі	80
Частка вантажів, що надходять у зону навантаження з відправної експедиції	30
Частка вантажів, що надійшли на склад і потребують ручного розвантаження з укладанням на піддони	40
Частка вантажів, що завантажуються на транспортні засоби при відпусканні зі складу вручну	30
Кратність обробки вантажів у зоні зберігання (разів)	2,0

Таблиця 2.3 – Питома вартість робіт з матеріальними потоками на складі

Назва групи матеріальних потоків	Питома вартість робіт з потоком, грн/т
Внутрішньоскладське переміщення вантажів	80,0
Операції в експедиціях	120,0
Операції з вантажем у процесі приймання і комплектування	200,0
Операції в зоні зберігання	100,0
Ручне розвантаження і завантаження	150,0
Механізоване розвантаження і завантаження	40,0

**Розв'язання.** Розрахунки величин сумарного матеріального потоку і сумарної вартості вантажопереробки на складі за формулами (2.1)–(2.12) подано у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок величин сумарного матеріального потоку сумарної вартості вантажопереробки на складі

Назва групи матеріальних потоків	Показник	Значення фактору $A$ , %	Величина матеріального потоку, т/рік	Питома вартість робіт із потоком, грн/т	Вартість робіт із потоком, грн/рік
Вантажопотік при внутрішньоскладському переміщенні	$P_{всп}$	–	35500	80,0	2840000,0
Вантажопотік при ручному розвантаженні	$P_{р.р}$	40	4000	150,0	600000,0
Вантажопотік при механізованому розвантаженні	$P_{м.р}$	60	6000	40,0	240000,0
Вантажопотік при ручному навантаженні	$P_{р.н}$	30	3000	150,0	450000,0
Вантажопотік при механізованому навантаженні	$P_{м.н}$	70	7000	40,0	280000,0
Вантажопотік, що підлягає ручному перебиранню при прийманні товарів	$P_{р.п}$	25	2500	200,0	500000,0
Вантажопотік, що підлягає ручному перебиранню при комплектуванні замовлень	$P_{кр}$	80	8000	200,0	1600000,0
Вантажопотік, що проходить через експедиції	$P_{е}$	50	5000	120,0	600000,0
Вантажопотік, що проходить через зону зберігання	$P_{збер}$	200	20000	100,0	2000000,0
Сумарний матеріальний потік на складі	$P$	–	91000	–	9110000,0

Таким чином, при загальному вантажообігу складу в 10000 т/рік сумарний матеріальний потік на складі становить 91000 т/рік, а сумарна вартість вантажопереробки на складі дорівнює 9 110 000,0 грн/рік.

## Завдання 2. Управління матеріальним потоком на складі

Розрахувати величину сумарного матеріального потоку і сумарної вартості вантажопереробки на складі при загальному вантажообігу складу 5000 т/рік. Величини факторів, що впливають на величину матеріального потоку на складі, та питомої вартості робіт з потоками наведені у табл. 2.5 і 2.6 відповідно.

Таблиця 2.5 – Фактори, що впливають на величину сумарного матеріального потоку на складі

Позначення чинника	Найменування чинника	Значення чинника (за варіантами роботи), %		
		1	2	3
$A_1$	Частка вантажів, що поставляються на склад у позаробочий час і проходять через приймальну експедицію	15	20	25
$A_2$	Частка вантажів, що проходять через ділянку приймання складу	20	15	30
$A_3$	Частка вантажів, що підлягають комплектуванню на складі	70	60	80
$A_4$	Частка вантажів, що надходять у зону навантаження з відправної експедиції	40	50	30
$A_5$	Частка вантажів, що надійшли на склад і потребують ручного розвантаження з укладанням на піддони	60	70	50
$A_6$	Частка вантажів, що завантажуються на транспортні засоби при відпусканні зі складу вручну	30	40	20
$A_7$	Кратність обробки вантажів у зоні зберігання (разів)	2,0	2,0	2,0

Таблиця 2.6 – Групи матеріальних потоків на складі

Найменування групи матеріальних потоків	Умовне позначення групи	Питома вартість робіт на потоках даної групи	
		Умовне позначення	Величина, у.о. / т
Внутрішньоскладське переміщення вантажів	$P_{всп}$	$S_1$	0,6
Операції в експедиціях	$P_{ек.}$	$S_2$	2,0
Операції з вантажем у процесі приймання і комплектування	$P_{пр.} P_{км}$	$S_3$	5,0
Операції в зоні зберігання	$P_{збер}$	$S_4$	1,0
Ручне розвантаження і завантаження	$P_{р.р.} P_{р.н}$	$S_5$	4,0
Механізоване розвантаження і завантаження	$P_{мр.} P_{м.н}$	$S_6$	0,8

### ТЕМА 3. УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АНАЛІЗУ *ABC* І *XYZ*

**Матеріальні запаси** – це продукція виробничо-технічного призначення, яка знаходиться на різних стадіях виробництва і обігу, вироби народного споживання та інші товари, що очікують на вступ у процес виробничого або особистого споживання.

#### 3.1. Управління запасами із застосуванням аналізу *ABC* і *XYZ*

Метод *ABC* – це спосіб нормування і контролю за станом запасів, який полягає в розбитті номенклатури *N* реалізованих товарно-матеріальних цінностей на три нерівнопотужних підмножини *A*, *B* і *C* на основі деякого формального алгоритму. В методі *XYZ* весь асортимент поділяють на три групи залежно від рівномірності попиту і точності прогнозування. Використання цих методів для управління запасами розглянемо на прикладах.

**Задача 3.1.** Побудувати криву аналізу *ABC* для такої множини (табл. 3.1):

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до задачі 3.1

номер об'єкта	Внесок об'єкта, од.	Частка внеску об'єкта, %	номер об'єкта	Внесок об'єкта, од.	Частка внеску об'єкта, %
1	10	0,1	11	10	0,1
2	200	2,0	12	20	0,2
3	30	0,3	13	2300	23
4	5200	52,0	14	300	3,0
5	30	0,3	15	40	0,4
6	90	0,9	16	70	0,7
7	10	0,1	17	50	0,5
8	100	1,0	18	20	0,2
9	800	8,0	19	400	4,0
10	300	3,0	20	20	0,2
			Разом	10000	100

## Розв'язання

### Порядок проведення аналізу *ABC*

1. Формулювання мети аналізу.
  2. Ідентифікація об'єктів управління, що аналізуються методом *ABC*.
  3. Виділення ознаки, на основі якої буде здійснена класифікація об'єктів управління.
  4. Оцінка об'єктів управління за виділеною класифікаційною ознакою.
  5. Групування об'єктів управління в порядку убутання значення ознаки.
  6. Побудова кривої *ABC*.
  7. Розділення сукупності об'єктів управління на три групи: *A*, *B* і *C*.
- Результати *ABC*-аналізу наведено в табл. 3.2 і на рис. 3.1.

Таблиця 3.2 – Результати *ABC*-аналізу

номер об'єкта	Внесок об'єкта, од.	Частка внеску об'єкта, %	Номер рядка упорядкованого списку	Кількість позицій упорядкованого списку (вісь <i>OX</i> ), %	Частка внеску наростаючим підсумком, (вісь <i>OY</i> ), %
4	5200	52	1	5	52
13	2300	23	2	10	75
9	800	8	3	15	83
19	400	4	4	20	87
10	300	3	5	25	90
14	300	3	6	30	93
2	200	2	7	35	95
8	100	1	8	40	96
6	90	0,9	9	45	96,9
16	70	0,7	10	50	97,6
17	50	0,5	11	55	98,1
15	40	0,4	12	60	98,5
3	30	0,3	13	65	98,8
5	30	0,3	14	70	99,1
12	20	0,2	15	75	99,3
18	20	0,2	16	80	99,5
20	20	0,2	17	85	99,7
1	10	0,1	18	90	99,8
7	10	0,1	19	95	99,9
11	10	0,1	20	100	100
Разом	10000	100	–	–	–

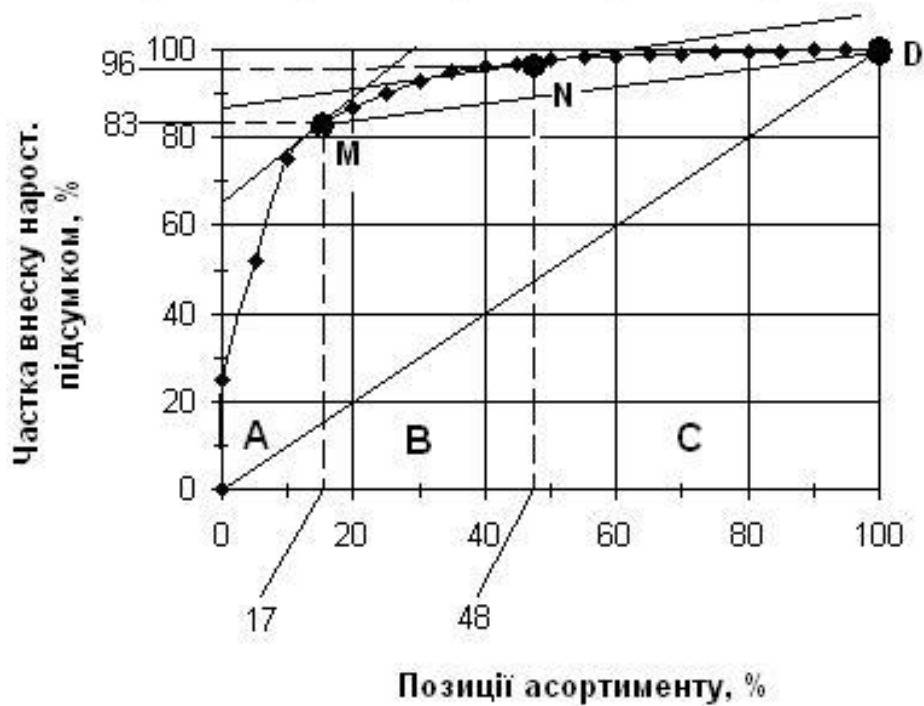


Рисунок 3.1 – Крива ABC-аналізу

Група	Частка в асортименті, %	Частка в реалізації, %
A	17	83
B	31	13
C	52	4

### Задача 3.2

Диференціювати асортимент (табл. 3.3) за методом XYZ.

Таблиця 3.3 – Асортимент за рік

номер позиції	Реалізація за рік	Реалізація за квартал			
		1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал
1	2600	600	620	700	680
2	800	240	180	220	160
3	3000	500	1400	400	700

## Розв'язання

Можливий алгоритм диференціації асортименту на групи X, Y і Z наведено в таблиці:

Група	Інтервал
X	$0 \leq v < 10 \%$
Y	$10 \leq v < 25 \%$
Z	$25 \leq v < \infty$

### Порядок проведення аналізу XYZ

1. Визначення коефіцієнтів варіації за окремими позиціями асортименту.
2. Групування об'єктів управління в порядку зростання коефіцієнта варіації.
3. Побудова кривої XYZ.
4. Розділення сукупності об'єктів управління на три групи: X, Y і Z.

Результати XYZ-аналізу наведено в табл. 3.4–3.5.

Таблиця 3.4 – Розрахунок коефіцієнтів варіації

номер позиції	Середня реалізація за квартал $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	Дисперсія $\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}$	Середньо-квадратичне відхилення $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$	Коефіцієнт варіації реалізації $v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \%$
1	650	1700	41,23	6,34
2	200	1000	31,62	15,81
3	750	152500	390,51	52,07

Таблиця 3.5 – Позичії асортименту, що упорядковані в порядку зростання коефіцієнта варіації

номер позиції	Коефіцієнт варіації (вісь $OY$ )	Номер рядка упорядкованого списку	Кількість позицій наростаючим підсумком (вісь $OX$ ), %	Група ( $X, Y, Z$ )
1	6,34	1	33	X
2	15,81	2	66	Y
3	52,07	3	100	Z

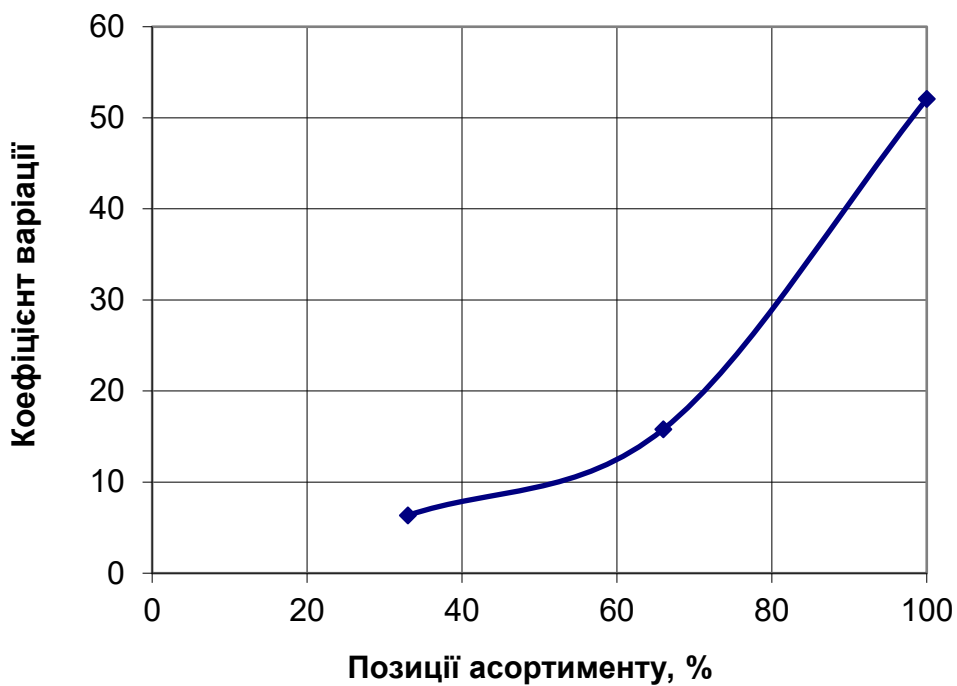


Рисунок 3.2 – Крива XYZ-аналізу

### Задача 7.3

Побудувати матрицю  $ABC$  –  $XYZ$ -аналізу, використовуючи дані таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати аналізу ABC і XYZ

Результати аналізу ABC				Результати аналізу XYZ			
номер об'єкта	Група	номер об'єкта	Група	номер об'єкта	Група	номер об'єкта	Група
14	A	8	C	19	X	1	Y
9		17		5		20	
1		2		4		7	
20	B	16		17		9	
3		10		8		18	
7		4		11		10	
11		6		3		12	Z
15		12		6		15	
5		13		13		14	
18	19	16		2			

**Розв'язання.** Матриця ABC – XYZ складається за формою табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Матриця ABC – XYZ

AX	AY	AZ
BX	BY	BZ
CX	CY	CZ

Тоді за даними табл. 3.6. матриця ABC – XYZ-аналізу буде мати вигляд:

–	1, 9	14
3, 5, 11	7, 18, 20	15
4, 6, 8, 13, 16, 17, 19	10	2, 12

### Завдання 3. Управління запасами із застосуванням аналізу ABC і XYZ

Для свого варіанта вихідних даних побудувати криві ABC-аналізу і XYZ-аналізу, результати аналізу навести у матричній формі.

### Варіант 1

Постачальники	Обсяги поставок товарів, тис. грн			
	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал
ТОВ «Галактон»	2350	1890	3540	2790
АТ «Веселий молочник»	3400	3800	6000	7000
АТ «Алмаш»	690	580	1050	670
ТОВ «Ян»	4580	4090	3470	3280
ООО «Равс»	8900	6800	6500	300
ПП «Нива»	1240	1500	1400	1360
ТОВ «Джапан Корпарейшн»	5600	8700	8300	15000
ПП «Гришин»	2300	2500	8900	2100
«Меридіан»	480	510	630	520
ТОВ «Дари природи»	1300	1400	1500	1200
ТОВ «Долмарт»	13200	13600	13100	12100
ТОВ «Преміумвін»	7600	1200	890	1400
ТОВ «Арлекін»	1050	890	950	1300
ТОВ «JFK»	900	950	870	350
«Molinary»	890	1300	1450	800

### Варіант 2

Назва товару	Річна реалізація, тис. грн	Реалізація за квартал, тис. грн			
		I	II	III	IV
Товар А	100	30	20	28	22
Товар Б	900	200	240	270	190
Товар В	70	20	15	25	10
Товар Г	620	154	156	153	157
Товар Д	4350	1300	1200	1100	750
Товар Е	450	105	115	120	110
Товар Є	110	28	29	27	26
Товар Ж	90	25	18	17	30
Товар З	340	85	90	82	83
Товар І	3610	820	800	1020	970
Товар ІІ	1800	450	420	500	430
Товар Й	690	140	180	200	170
Товар К	560	130	145	135	150
Товар Л	2500	625	650	610	615
Товар М	1200	290	310	305	295
Товар О	240	40	50	70	80
Товар П	600	185	150	130	165
Товар Р	140	31	36	35	38
Товар С	2000	460	520	540	480
Товар Т	820	230	210	200	180

### Варіант 3

номер позиції	Середньорічний запас за позицією, тис. грн	Реалізація за квартал, тис. грн			
		I	II	III	IV
Риба та морепродукти	13590	2900	3140	3300	3200
М'ясо та м'ясопродукти	9870	2600	2500	2700	2350
Вино	6050	1770	850	560	2280
Соки	630	90	130	170	140
Крупи	370	80	40	50	70
Чай	50	15	30	30	15
Кава	520	90	80	100	90
Борошно	140	20	30	80	40
Цукор	450	90	80	60	90
Молокопродукти	990	310	330	300	320
Овочі	1310	300	550	390	570
Спеції	580	100	110	90	100
Фрукти	690	130	180	150	190
Пиво	890	150	240	240	210
Кондитерська сировина	1700	530	580	420	470

### Варіант 4

Назва товару	Річна реалізація, тис. грн	Реалізація за квартал, тис. грн			
		I	II	III	IV
Товар А	1790	430	340	640	380
Товар Б	690	140	180	200	170
Товар В	560	130	145	135	150
Товар Г	2500	625	650	610	615
Товар Д	1200	290	310	305	295
Товар Е	480	130	115	90	145
Товар Є	160	44	46	40	30
Товар Ж	80	12	20	30	18
Товар З	340	85	90	82	83
Товар І	3610	820	800	1020	970

### Варіант 5

№ з/п	Річна реалізація, тис. грн	Реалізація за квартал, тис. грн			
		I	II	III	IV
1	2500	600	620	700	680
2	760	240	180	220	160
3	3000	500	1400	400	700
4	560	140	150	170	140
5	1880	520	530	400	430
6	17050	4500	4600	4400	4300
7	4000	1010	1030	1050	950
8	9000	2240	2200	2300	2260
9	2250	530	560	540	570
10	980	230	260	270	240
11	680	200	190	190	180
12	2390	710	670	800	580
13	23400	5280	5600	5600	6000
14	1120	300	400	200	200
15	13600	2900	3160	3200	3300
16	360	80	100	90	90
17	5400	1760	800	560	2280
18	11050	2500	2600	2700	2440
19	1280	320	340	300	320
20	1660	560	580	380	280

### Варіант 6

№ з/п	Річна реалізація, тис. грн	Реалізація за квартал, тис. грн			
		I	II	III	IV
1	2000	400	620	500	580
2	960	240	280	320	160
3	3600	800	1400	700	700
4	460	100	100	160	140
5	2200	610	530	430	430
6	18 000	3800	4600	4000	4300
7	2500	500	600	750	950
8	7500	1200	1110	1900	1750
9	2250	530	560	540	570
10	1050	160	350	270	240
11	800	230	100	260	180
12	2600	960	710	800	580
13	25100	6000	7500	5600	6000
14	990	400	530	250	200
15	14500	3000	4200	3200	2900

### Варіант 7

№ з/п	Реалізація за квартал, тис. грн			
	I	II	III	IV
1	650	670	750	730
2	290	230	270	210
3	550	1450	450	750
4	190	200	220	210
5	60	50	110	100
6	570	580	450	480
7	4550	4650	4450	4350
8	1060	1080	1100	1000
9	2290	2250	2350	2310
10	580	610	590	620
11	280	310	320	290
12	760	720	850	630
13	5330	5650	5650	6050
14	350	450	250	250
15	2950	3210	3250	3350

### Варіант 8

№ з/п	Реалізація за квартал, тис. грн			
	I	II	III	IV
1	780	680	750	730
2	290	230	370	190
3	650	1850	850	750
4	190	250	250	290
5	60	100	130	150
6	1570	580	1450	980
7	4550	4650	4450	4350
8	1260	1000	1140	1200
9	3290	2280	2400	2310
10	520	640	600	680
11	450	310	260	380
12	1760	1720	1850	1630
13	3380	3650	3200	3050
14	820	690	960	770
15	1950	1750	1150	1450

### Варіант 9

№ з/п	Реалізація за квартал, тис. грн			
	I	II	III	IV
1	840	860	940	920
2	480	420	460	400
3	740	1640	640	940
4	380	390	410	400
5	250	240	300	290
6	760	770	640	670
7	4740	4840	4640	4540
8	1250	1270	1290	1190
9	2480	2440	2540	2500
10	770	800	780	810
11	470	500	510	480
12	950	910	1040	820
13	5520	5840	5840	6240
14	540	640	440	440
15	3140	3400	3440	3540

### Варіант 10

Найменування товару	Реалізація за квартал, тис. грн			
	I	II	III	IV
Кукурудзяні пластівці «Геркулес»	400	620	500	580
Чай «Ахмад»	240	180	220	160
Шоколад «Світоч»	500	1400	400	700
Локшина «Доширак»	120	150	100	200
Газований напій «Живчик»	500	400	380	450
Сірники	20	40	60	50
Пельмені «Сибірські»	1600	1620	1700	1680
Вареники з картоплею	200	150	180	100
Ковбаса «Одеська»	300	280	350	300
Ковбаса «Краківська»	1200	1100	1080	1120

## ТЕМА 4. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ

**Система управління запасами** – це сукупність правил і показників, які визначають момент часу та обсяг закупівлі продукції для поповнення запасів.

Розрізняють такі системи управління запасами: 1) з фіксованим розміром замовлення; 2) з фіксованим інтервалом часу між замовленнями; 3) зі встановленою періодичністю поповнення запасів до постійного рівня. Розглянемо розрахунок параметрів цих систем на задачах.

### 4.1. Визначення оптимального розміру замовлення на комплектуючий виріб

Показник **оптимального (економічного) розміру замовлення** виражає потужність матеріального потоку, спрямованого постачальником за замовленням споживача, і який забезпечує для споживача мінімальне значення суми двох логістичних складових: транспортно-заготівельних витрат і витрат на формування й зберігання запасів.

**Задача 4.1.** За даними обліку витрат відомо, що вартість подачі одного замовлення становить 200 грн, річна потреба в комплектуючому виробі – 1550 шт., ціна одиниці комплектуючого виробу – 560 грн, вартість утримування комплектуючого виробу на складі дорівнює 20 % його ціни. Визначити оптимальний розмір замовлення на комплектуючий виріб.

**Розв’язання.** Оптимальний розмір замовлення (*economic order quantity* – *EOQ*) визначається за формулою Уілсона:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2C_0S}{C_iU}}, \quad (4.1)$$

де *EOQ* – оптимальний розмір замовлення, шт.;  $C_0$  – витрати на виконання замовлення, грн;  $C_i$  – закупівельна ціна одиниці товару, грн;  $S$  – річний обсяг продажів, шт.;  $U$  – частка витрат зберігання в ціні одиниці товару.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \cdot 1550}{0,2 \cdot 560}} = 74,402 \text{ шт.}$$

Щоб уникнути дефіциту комплектуючого виробу можна округлити оптимальний розмір замовлення у більшу сторону. Таким чином, оптимальний розмір замовлення на комплектуючий виріб складає 75 шт. Отже, протягом року потрібно розмістити 21 (1550/75) замовлення.

### Завдання 4.1. Визначення оптимального розміру замовлення на комплектуючий виріб

Компанія «Спецвузавтоматика», яка займається продажем комп'ютерних комплектуючих, визначила, що розмір замовлення на комплектуючі не є оптимальним. Після розрахунків визначено, що вартість одного замовлення становить  $A$ , у.о., річна потреба в комплектуючих –  $S$ , шт., а ціна одиниці комплектуючого виробу –  $P$ , у.о. Також було визначено, що вартість зберігання на складі дорівнює  $I$ , %, від його закупівельної ціни (табл. 4.1). Вам, як логістик-менеджеру, було доручено знайти оптимальний розмір замовлення та їх кількість протягом року. Варіант вибирається за номером прізвища студента в журналі групи.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані до завдання 4.1

Варіант	$A$	$S$	$P$	$I$
1	220	1560	200	20
2	210	1467	310	20
3	200	1378	210	20
4	190	1450	430	20
5	193	1790	216	20
6	145	1689	211	20
7	189	1636	314	20
8	231	1309	234	20
9	250	1590	124	20
10	219	1575	231	20
11	234	1384	275	20
12	240	1283	319	20
13	241	1748	416	20
14	209	1379	136	20
15	205	1836	324	20
16	199	1520	158	20
17	194	1245	154	20
18	185	1739	148	20
19	167	1843	162	20
20	159	1429	423	20
21	203	1249	321	20
22	206	1628	347	20
23	214	1493	226	20
24	152	1405	222	20
25	238	1734	412	20
26	140	1902	333	20

## 4.2. Системи управління запасами

**Задача 4.2.** Річна потреба в матеріалах 1550 шт., кількість робочих днів у році – 226 днів, оптимальний розмір замовлення – 75 шт., час поставки – 10 днів, можлива затримка у поставках – 2 дні. Визначити параметри систем управління запасами трьох видів: 1) з фіксованим розміром замовлення; 2) з фіксованим інтервалом часу між замовленнями; 3) зі встановленою періодичністю поповнення запасів до постійного рівня.

### Розв'язання

#### 1. Системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення

Результати розрахунків параметрів системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення наведено в табл. 4.2 та на рис. 4.1.

Таблиця 4.2 – Розрахунок параметрів системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення

№ з/п	Показник	Порядок розрахунку	Значення
1.	Потреба, шт.	–	1550
2.	Оптимальний розмір замовлення, шт.	–	75
3.	Час поставки, дн.	–	10
4.	Можлива затримка поставки, дн.	–	2
5.	Очікуване денне споживання, шт./день	[1] : кількість робочих днів	7
6.	Строк витрати замовлення, дні	[2] : [5]	11
7.	Очікуване споживання за час поставки, шт.	[3] · [5]	70
8.	Максимальне споживання за час поставки, шт.	([3] + [4]) · [5]	84
9.	Гарантійний запас, шт.	[8] – [7]	14
10.	Граничний рівень запасу, шт.	[9] + [7]	84
11.	Максимальний бажаний запас	[9] + [2]	89
12.	Строк витрати запасу до граничного рівня, дні	([11] – [10]) : [5]	1



Рисунок 4.1 – Графічна модель роботи системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення без збоїв у постачаннях

## 2. Системи управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями

Інтервал часу між замовленнями визначається за формулою:

$$I = N \cdot EOQ / S, \quad (4.2)$$

де  $I$  – інтервал часу між замовленнями, дні;  $N$  – кількість робочих днів у періоді, дні;  $EOQ$  – оптимальний розмір замовлення, шт.;  $S$  – потреба, шт.

$$I = 226 \cdot 75 / 1550 = 10,94 \approx 11 \text{ днів.}$$

Розмір замовлення в системі з фіксованим інтервалом часу між замовленнями має вигляд:

$$PЗ = МБЗ - ПЗ + ОС, \quad (4.3)$$

де  $PЗ$  – розмір замовлення, шт.;  $МБЗ$  – максимальний бажаний запас, шт.;  $ПЗ$  – поточне замовлення, шт.;  $ОС$  – очікуване споживання за час поставки, шт.

$$PЗ = 91 - 84 + 70 = 77.$$

Результати розрахунку параметрів системи управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок параметрів системи управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями

№ з/п	Показник	Порядок розрахунку	Значення
1.	Потреба, шт.	–	1550
2.	Інтервал часу між замовленнями, дні	(3.1)	11
3.	Час поставки, дн.	–	10
4.	Можлива затримка поставки, дн.	–	2
5.	Очікуване денне споживання, шт./день	[1] : кількість робочих днів	7
6.	Очікуване споживання за час поставки, шт.	[3] · [5]	70
7.	Максимальне споживання за час поставки, шт.	([3] + [4]) · [5]	84
8.	Гарантійний запас, шт.	[7] – [6]	14
9.	Максимальний бажаний запас	[8] + [2] · [5]	91
10.	Розмір замовлення	(4.3)	77

### 3. Системи управління запасами зі встановленою періодичністю поповнення запасів до постійного рівня

**Розмір замовлення** в системі зі встановленою періодичністю поповнення запасів до постійного рівня має вигляд:

$$PЗ = МБЗ - ГР + ОС, \quad (4.4)$$

де PЗ – розмір замовлення, шт.; МБЗ – максимальний бажаний запас, шт.; ГР – граничний рівень запасу, шт.; ОС – очікуване споживання за час поставки, шт.

Результати розрахунку параметрів системи управління запасами зі встановленою періодичністю поповнення запасів до постійного рівня наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок параметрів системи управління запасами зі встановленою періодичністю поповнення запасів до постійного рівня

№ з/п	Показник	Порядок розрахунку	Значення
1.	Потреба, шт.	–	1550
2.	Інтервал часу між замовленнями, дні	(3.1)	11
3.	Час поставки, дн.	–	10
4.	Можлива затримка поставки, дн.	–	2
5.	Очікуване денне споживання, шт./день	[1] : кількість робочих днів	7
6.	Очікуване споживання за час поставки, шт.	[3] · [5]	70
7.	Максимальне споживання за час поставки, шт.	([3] + [4]) · [5]	84
8.	Гарантійний запас, шт.	[7] – [6]	14
9.	Граничний рівень запасу	[8] + [6]	84
10.	Максимальний бажаний запас	[9] + [2] · [5]	161
11.	Розмір замовлення	(4.4)	147

$$PЗ = 161 - 84 + 70 = 147 \text{ шт.}$$

#### Завдання 4.2. Системи управління запасами

Для свого варіанта вихідних даних розрахувати параметри систем управління запасами трьох видів: 1) з фіксованим розміром замовлення; 2) з фіксованим інтервалом часу між замовленнями; 3) зі встановленою періодичністю поповнення запасів до постійного рівня.

**Умовні позначення:**  $S$  – річна потреба в товарах, од.;  $N$  – кількість робочих днів у періоді;  $t$  – час поставки, дні;  $EOQ$  – оптимальний розмір замовлення;  $Z$  – можлива затримка у поставках, дні.

**Вихідні дані:**  $EOQ = 75$  од.;  $N = 226$  днів. Інші дані наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Варіанти вихідних даних до завдання 4.2

Варіант	$S$	$t$	$3$
1	1200	5	2
2	1320	6	2
3	1595	3	1
4	1800	8	3
5	1460	12	6
6	1555	3	1
7	1820	6	1
8	1160	5	2
9	1230	4	1
10	1580	11	2
11	1470	13	6
12	1365	5	2
13	1520	9	4
14	1100	7	2
15	1095	3	1
16	1020	6	3
17	1960	5	1
18	1355	13	5
19	1640	11	4
20	1685	16	5
21	1670	8	3
22	1930	9	3
23	1345	7	3
24	1235	4	2
25	1495	5	2

## ТЕМА 5. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗОН СКЛАДУ

Загальна площа складу визначається за формулою

$$S^c = S^b + S^d + S^{np} + S^{km} + S^{pm} + S^{pc} + S^{bc}, \quad (5.1)$$

де  $S^b$  – вантажна площа, тобто площа зайнята безпосередньо вантажем, що зберігається на складі (стелажами, штабелями, контейнерами і т.д.), розраховуються за формулою

$$S^b = \frac{G \cdot Z \cdot K^{H3}}{254 \cdot C^V \cdot K^{BBO} \cdot H}, \quad (5.2)$$

де  $G$  – прогноз річного вантажообігу, грн/рік;  $Z$  – прогноз величини товарних запасів, днів обігу;  $K^{H3}$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження складу;  $K^{BBO}$  – коефіцієнт використання вантажного об'єму складу;  $C^V$  – приблизна вартість 1 м<sup>3</sup> товару, який зберігається на складі, грн/м<sup>3</sup>;  $H$  – висота укладання вантажів на зберігання, м; 254 – кількість робочих днів за рік.

$S^d$  – допоміжна площа (площа проходів і проїздів) визначається після вибору варіанта механізації і залежить від типу підйомно-транспортних машин, що використовуються в технологічному процесі на складі. Якщо ширина робочих коридорів між стелажами для роботи машин дорівнює ширині стелажного обладнання, то вважається, що допоміжна площа має дорівнювати вантажній площі складу

$$S^d = S^b. \quad (5.3)$$

$S^{np}$  – площа ділянки приймання вантажів розраховується як

$$S^{np} = \frac{G \cdot K^H \cdot A_2 \cdot t^{np}}{254 \cdot C^T \cdot q^{np} \cdot 100}, \quad (5.4)$$

де  $A_2$  – частка вантажів, що проходять через ділянку приймання на складі, %;  $t^{np}$  – кількість днів знаходження товару на ділянці приймання;  $q^{np}$  – укрупнений показник розрахункових навантажень на 1 м<sup>2</sup> на ділянці приймання вантажів, т/м<sup>2</sup>;  $C^T$  – приблизна вартість 1 т товару, що зберігається на складі, грн/т.

$S^{km}$  – площа ділянки комплектування вантажів розраховується як

$$S^{km} = \frac{G \cdot K^H \cdot A_3 \cdot t^{km}}{254 \cdot C^T \cdot q^{km} \cdot 100}, \quad (5.5)$$

де  $A_3$  – частка вантажів, що проходять через ділянку комплектування на складі, %;  $t^{km}$  – кількість днів знаходження товару на ділянці комплектування;  $q^{km}$  – укрупнений показник розрахункових навантажень на 1 м<sup>2</sup> на ділянці комплектування вантажів, т/м<sup>2</sup>.

$S^{PM}$  – площа робочих місць визначається з розрахунку 12 м<sup>2</sup> на одного адміністративного працівника складу.

$S^{пе}$  – площа приймальної експедиції розраховується за формулою

$$S^{пе} = \frac{G \cdot K^H \cdot t^{пе}}{365 \cdot C^T \cdot q^e}, \quad (5.6)$$

де  $t^{пе}$  – кількість днів, протягом яких товар знаходиться у приймальній експедиції;  $q^e$  – укрупнений показник розрахункових навантажень на 1 м<sup>2</sup> у приміщенні приймальної експедиції, т/м<sup>2</sup>.

$S^{ве}$  – площа відправної експедиції розраховується за формулою

$$S^{ве} = \frac{G \cdot K^H \cdot A_4 \cdot t^{ве}}{254 \cdot C^T \cdot q^e \cdot 100}, \quad (5.7)$$

де  $A_4$  – частка вантажів, що проходять через ділянку комплектування на складі, %;  $t^{ве}$  – кількість днів, протягом яких товар знаходиться у відправній експедиції.

### Задача 5.1

Розрахувати загальну площу складу. Вихідні дані для виконання розрахунків подані у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для розрахунку загальної площі складу

Показник	Одиниця виміру	Значення показника
1	2	3
Прогноз річного товарообігу	грн/рік	10000000
Прогноз товарних запасів	днів обігу	45
Коефіцієнт нерівномірності завантаження складу	-	1,3
Коефіцієнт використання вантажного об'єму складу	-	0,64
Приблизна вартість 1 м <sup>3</sup> товару, який зберігається на складі	грн/м <sup>3</sup>	500,0
Приблизна вартість 1 т товару, що зберігається на складі	грн/т	800,0
Висота укладання вантажів на зберігання	м	6
Частка вантажів, що проходять через ділянку приймання на складі	%	70
Частка вантажів, що проходять через ділянку комплектування на складі	%	60
Частка вантажів, що проходять через відправну експедицію	%	80
Укрупнені показники розрахункових навантажень на 1 м <sup>2</sup> на ділянках приймання і комплектування вантажів	т/м <sup>2</sup>	0,5

### Закінчення таблиці 5.1

1	2	3
Укрупнений показник розрахункових навантажень на 1 м <sup>2</sup> у приміщенні приймальної експедиції	т/мг <sup>2</sup>	0,53
Час знаходження товару на ділянці приймання	дн.	0,5
Час знаходження товару на ділянці комплектування	дн.	1
Час знаходження товару у приймальній експедиції	дн.	2
Час знаходження товару у відправній експедиції	дн.	1,5
Чисельність працівників складу	люд.	2

### Розв'язання

Вантажна площа складу дорівнює

$$S^в = \frac{1000000 \cdot 45 \cdot 1,3}{254 \cdot 500 \cdot 0,64 \cdot 6} = 1199,6 \text{ м}^2.$$

Таким чином, і допоміжна площа складу  $S = 1199,6 \text{ м}^2$ .

Площа ділянки приймання вантажів

$$S^{пр} = \frac{1000000 \cdot 1,3 \cdot 70 \cdot 0,5}{254 \cdot 800 \cdot 0,5 \cdot 100} = 44,8 \text{ м}^2.$$

Площа ділянки комплектування вантажів

$$S^{км} = \frac{1000000 \cdot 1,3 \cdot 60 \cdot 1}{254 \cdot 800 \cdot 0,5 \cdot 100} = 76,8 \text{ м}^2.$$

Площа робочих місць при двох працівниках складу становить:

$$S^{рм} = 12 \cdot 2 = 24 \text{ м}^2.$$

Площа приймальної експедиції

$$S^{пе} = \frac{1000000 \cdot 1,3 \cdot 2}{365 \cdot 800 \cdot 0,53} = 168 \text{ м}^2.$$

Площа відправної експедиції

$$S^{ве} = \frac{1000000 \cdot 1,3 \cdot 80 \cdot 1,5}{254 \cdot 800 \cdot 0,53 \cdot 100} = 144,8 \text{ м}^2.$$

Таким чином, загальна площа складу дорівнює

$$S^с = 1199,6 + 1199,6 + 44,8 + 76,8 + 24 + 168 + 144,8 = 2587,6 \text{ м}^2.$$

### Завдання 5. Визначення розмірів технологічних зон складу

Розрахувати загальну площу складу. Вихідні дані для виконання розрахунків наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані для розрахунку загальної площі складу

Показник	Одиниця виміру	Значення показника
Прогноз річного товарообігу	грн/рік	$8000000 \cdot k$
Прогноз товарних запасів	днів обігу	50
Коефіцієнт нерівномірності завантаження складу	-	1,2
Коефіцієнт використання вантажного об'єму складу	-	0,62
Приблизна вартість 1 м <sup>3</sup> товару, який зберігається на складі	грн/м <sup>3</sup>	$300,0 \cdot k$
Приблизна вартість 1 т товару, що зберігається на складі	грн/т	$1000,0 \cdot k$
Висота укладання вантажів ка зберігання	м	7,5
Частка вантажів, що проходять через ділянку приймання на складі	%	65
Частка вантажів, що проходять через ділянку комплектування на складі	%	55
Частка вантажів, що проходять через відправну експедицію	%	70
Укрупнені показники розрахункових навантажень на 1 м <sup>2</sup> на ділянках приймання і комплектування вантажів	т/м <sup>2</sup>	0,5
Укрупнений показник розрахункових навантажень на 1 м <sup>2</sup> у приміщенні приймальної експедиції	т/м <sup>2</sup>	0,55
Час знаходження товару на ділянці приймання	дн.	1
Час знаходження товару на ділянці комплектування	дн.	1,5
Час знаходження товару у приймальній експедиції	дн.	2
Час знаходження товару у відправній експедиції	дн.	2

## ТЕМА 6. УХВАЛЕННЯ РІШЕННЯ ПРО КОРИСТУВАННЯ ПОСЛУГАМИ НАЙМАНОВОГО СКЛАДУ

Визначення дійсної вартості вантажопереробки на складі дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо критичної величини складу.

Оптовику сьогодні найчастіше доводиться обирати між організацією власного складу і використанням для розміщення запасу складу загального користування. В останньому випадку власник складу включає виконання логістичних операцій у вартість зберігання.

Вибір між власним і найманим складом можна визначити з графіка, наведеного на рис. 6.1.

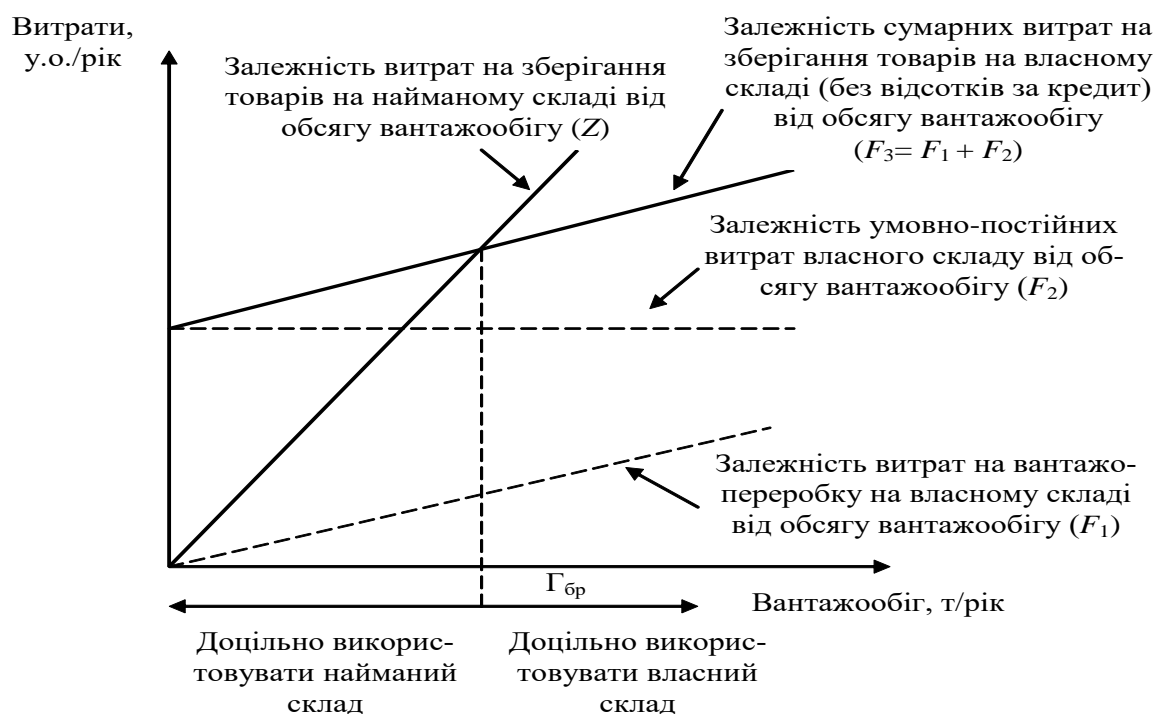


Рисунок 6.1 – Ухвалення рішення про використання власного чи найманого складу

Це завдання вирішують з достатнім ступенем точності лише у випадку, якщо відомий характер залежності витрат на вантажопереробку на власному складі від обсягу відповідних робіт, тобто якщо на складі налагоджений поопераційний облік витрат на логістику.

**Задача 6.1.** Визначити вантажообіг, при якому підприємство однаково влаштує мати власний чи користуватися послугами найманого складу, за даними табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Дані для розрахунку витрат на зберігання

Показник	Розмірність	Значення
Питома вартість вантажопереробки на власному складі	у.о./т	4,6
Умовно-постійні витрати власного складу	у.о./рік	36000
Тариф на послуги найманого складу	у.о. за 1 м <sup>2</sup> на добу	0,4
Розмір запасу в днях обігу	днів	66
Кількість робочих днів на рік	днів	300
Навантаження на 1 м <sup>2</sup> площі при зберіганні на найманому складі	т/м <sup>2</sup>	2,1

## Розв'язання

### Етапи виконання задачі

1. Визначити витрати на зберігання у власному складі.
2. Визначити витрати на зберігання у найманому складі.
3. Побудувати графіки витрат. Визначити зони доцільності використання складів.
4. Вивести формулу визначення «вантажобігу байдужності».

1. Витрати на вантажопереробку на власному складі ( $F_1$ ) визначимо за формулою

$$F_1 = v_{\text{вп}} \cdot T, \quad (6.1)$$

де  $T$  – річний вантажообіг, т/рік;  $v_{\text{вп}}$  – питома вартість вантажопереробки на власному складі, у.о./т.

$$F_1 = 4,6 \cdot 1000 = 4600 \text{ у.о./рік.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для інших значень. Результати розрахунків подамо у вигляді табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати розрахунку витрат на зберігання

Показник	Значення показника при різному вантажообігу ( $T$ , т/рік)				
	$T = 1000$	$T = 3000$	$T = 5000$	$T = 7000$	$T = 9000$
Витрати на вантажо-переробку на власному складі	4600	13800	23000	32200	41400
Витрати на зберігання на власному складі	40600	49800	59000	68200	77400
Необхідна площа найманого складу	105	314	524	733	943
Витрати на зберігання на найманому складі	15330	45844	76504	107018	137678

Витрати на зберігання на власному складі визначаємо за формулою

$$F_3 = F_1 + F_2, \quad (6.2)$$

де  $F_2$  – умовно-постійні витрати власного складу, у.о./рік.

$$F_3 = 4600 + 36000 = 40600 \text{ у.о./рік.}$$

Аналогічно проводять розрахунки для інших значень. Результати розрахунків подамо у вигляді табл. 6.2.

2. Графік витрат на зберігання на найманому складі ( $Z$ ) будемо на підставі тарифної ставки за зберігання товарів на найманому складі.

Залежність  $Z$  визначаємо за формулою

$$Z = \alpha \cdot S_{\text{н}} \cdot 365, \quad (6.3)$$

де  $\alpha$  – добова вартість використання вантажної площі найманого складу (тариф на послуги найманого складу);  $S_{\text{н}}$  – необхідна площа найманого складу,  $\text{м}^2$ ; 365 – кількість днів зберігання на найманому складі за рік.

Розрахунок потрібної площі найманого складу виконуємо за формулою

$$S_{\text{н}} = \frac{3 \cdot T}{D \cdot \eta}, \quad (6.4)$$

де  $3$  – розмір запасу в днях обороту;  $D$  – кількість робочих днів у році;  $\eta$  – навантаження на  $1 \text{ м}^2$  площі при зберіганні на найманому складі,  $\text{т/м}^2$ .

$$S_n = \frac{66 \cdot 1000}{300 \cdot 2,1} = 105 \text{ м}^2.$$

$$Z = 0,4 \cdot 105 \cdot 365 = 15330 \text{ у.о./рік.}$$

Аналогічно проводяться розрахунки для інших значень. Результати розрахунків подамо у вигляді табл. 6.2.

3. Графік функції будуюмо з припущення, що вона має лінійний характер. Графік будують на міліметровому папері чи з використанням графічного редактора на комп'ютері. На підставі графіка знайдемо значення «вантажобігу байдужості».

За даними прикладу на рис. 6.2 наведено графік.

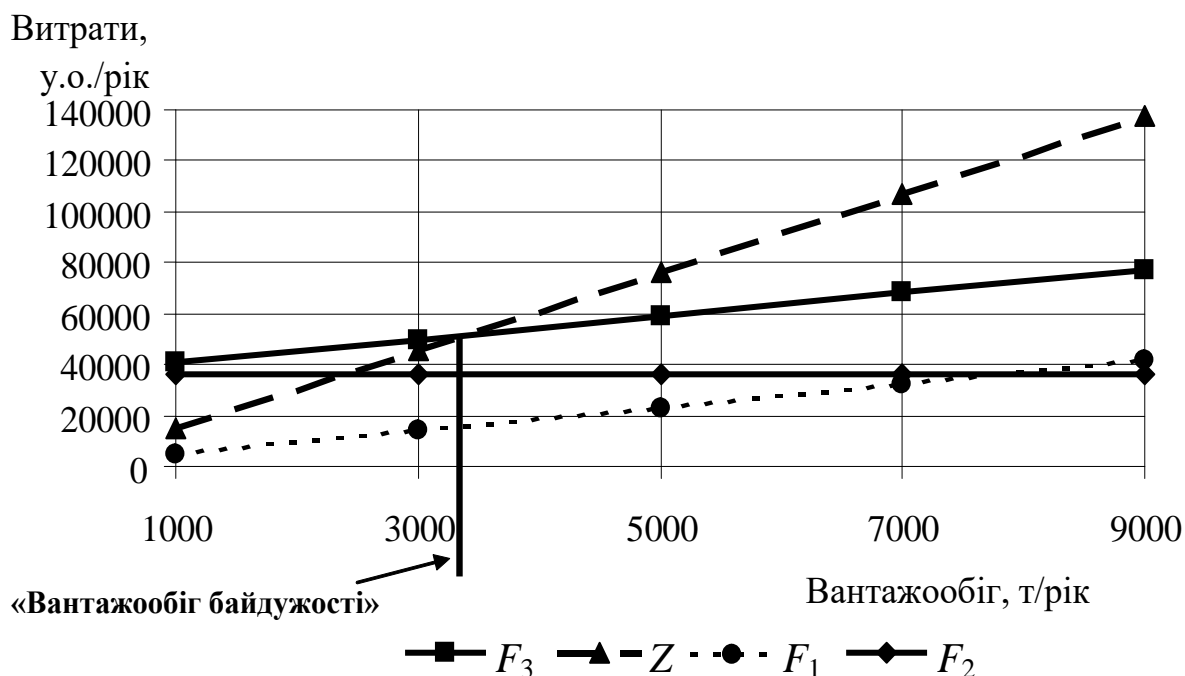


Рисунок 6.2 – Графічне визначення «вантажобігу байдужості»

4. Використовуючи формули для розрахунків витрат на зберігання, одержимо залежність вантажобігу від умов використання складу. На отриманій залежності перевіримо правильність визначення «вантажобігу байдужості», що був одержаний за допомогою графіка.

**Завдання 6. Ухвалення рішення про користування послугами  
найманого складу**

Для свого варіанта вихідних даних (табл. 6.3) визначити вантажообіг, при якому підприємство однаково влаштовує мати власний чи користуватися послугами найманого складу.

Таблиця 6.3 – Дані для розрахунку витрат на зберігання

Показник	Розмірність	Значення
Питома вартість вантажопереробки на власному складі	у.о./т	$4,6 \cdot k$
Умовно-постійні витрати власного складу	у.о./рік	$36000 \cdot k$
Тариф на послуги найманого складу	у.о. за $1 \text{ м}^2$ на добу	$0,4 \cdot k$
Розмір запасу в днях обігу	днів	66
Кількість робочих днів на рік	днів	300
Навантаження на $1 \text{ м}^2$ площі при зберіганні на найманому складі	т/ $\text{м}^2$	2,1

## ТЕМА 7. РОЗРАХУНОК МІНІМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО ВАНТАЖООБІГУ СКЛАДУ

Точкою беззбитковості називають мінімальний обсяг діяльності, тобто обсяг, нижче якого робота підприємства стає збитковою.

Розрахунок точки беззбитковості діяльності складу полягає у визначенні вантажообігу, при якому прибуток підприємства дорівнює нулю. Розрахунок мінімального вантажообігу дозволить вийти на мінімальні розміри складу, мінімально можливу кількість техніки, устаткування і персоналу.

**Задача 7.1.** Дані про роботу складу наведено в табл. 7.1. Розрахувати мінімально допустимий вантажообіг складу.

Таблиця 7.1 – Економічні показники роботи складу

Показник	Одиниця виміру	Значення показника
Середня вартість закупівлі товарів, $R$	у.о./т	6000
Коефіцієнт для розрахунку оплати відсотків за кредит, $k$	–	0,045
Торговельна надбавка при оптовому продажі товарів, $N$	%	7,8
Витрати на оренду складського приміщення, $V_{op}$	у.о./рік	170000
Витрати на амортизацію техніки, $V_{ам}$	у.о./рік	30000
Витрати на оплату електроенергії, $V_{ел}$	у.о./рік	80000
Витрати на оплату керівного персоналу і фахівців, $V_{зп}$	у.о./рік	20000
Вартість вантажопереробки, що приходить на 1 т вантажообігу складу, $V_{вл.пит}$	у.о./т	14
Існуючий вантажообіг складу, $T$	т/рік	1600

### Розв'язання

#### Етапи виконання завдання

1. Розрахувати загальні витрати на роботу складу.
2. Визначити прибуток складу.
3. Визначити точку беззбитковості.

1. Загальні витрати на роботу складу визначають за формулою

$$V_{заг} = V_{змін} + V_{пост}, \quad (7.1)$$

де  $V_{\text{пост}}$  – умовно-постійні витрати, у.о./рік;  $V_{\text{змін}}$  – умовно-змінні витрати, у.о./рік.

Умовно-постійні витрати визначають за формулою

$$V_{\text{пост}} = V_{\text{ор}} + V_{\text{ам}} + V_{\text{ел}} + V_{\text{зп}}, \quad (7.2)$$

де  $V_{\text{ор}}$  – витрати на оренду складського приміщення, у.о./рік;  $V_{\text{ам}}$  – витрати на амортизацію техніки, у.о./рік;  $V_{\text{ел}}$  – витрати на оплату електроенергії, у.о./рік;  $V_{\text{зп}}$  – витрати на оплату керуючого персоналу і фахівців, у.о./рік.

Умовно-змінні витрати визначають за формулою

$$V_{\text{змін}} = V_{\text{кр}} + V_{\text{вп}}, \quad (7.3)$$

де  $V_{\text{кр}}$  – витрати на кредит, у.о./рік;  $V_{\text{вп}}$  – витрати на вантажопереробку, у.о./рік.

Витрати на кредит знаходять за формулою

$$V_{\text{кр}} = k \cdot T \cdot R, \quad (7.4)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує оплату відсотків за кредит;  $T$  – вантажообіг складу (вхідний чи вихідний потік), т/рік;  $R$  – середня вартість закупівлі товарів, у.о./т.

Витрати на вантажопереробку визначають за формулою

$$V_{\text{вп}} = V_{\text{вп.пит}} \cdot T, \quad (7.5)$$

де  $V_{\text{вп.пит}}$  – вартість вантажопереробки, що приходить на 1 т вантажообігу складу, у.о./т.

Результати розрахунків звести до табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Економічні показники роботи складу, у.о./рік

Умовно-постійні витрати				Умовно-змінні витрати		Загальні витрати	Доходи	Прибуток
Витрати на оренду складського приміщення	Витрати на амортизацію техніки	Витрати на оплату електроенергії	Витрати на оплату керуючого персоналу і фахівців	Витрати на кредит	Витрати на вантажопереробку			

2. Прибуток складу визначають за формулою

$$\Pi = Д - V_{\text{заг}}, \quad (7.6)$$

де  $D$  – доходи складу, у.о./рік. Їх визначають за формулою

$$D = \frac{T \cdot R \cdot N}{100}, \quad (7.7)$$

де  $N$  – торгова надбавка при оптовому продажі товарів, %.

3. Точку беззбитковості визначають на підставі розрахунку прибутку складу. Для цього у формулу розрахунку прибутку замість значення існуючого вантажообігу ( $T$ ) підставляють вантажообіг, що дозволить працювати складу при нульовому прибутку ( $T_{зб}$ ). Далі отриманий вираз прирівнюють до нуля і знаходять шуканий вантажообіг.

$$T_{зб} = \frac{100 \cdot V_{\text{пост}}}{R \cdot N - 100 \cdot k \cdot R - 100 \cdot V_{\text{вп.пит}}}. \quad (7.8)$$

На підставі значень  $T$  і  $T_{зб}$  зробити висновок про збитковість і прибутковість складу. Для перевірки правильності виконаних розрахунків побудувати графіки залежності доходів і загальних витрат від значень вантажообігу.

### Завдання 7. Розрахунок точки беззбитковості діяльності складу

Для свого варіанта вихідних даних (табл. 7.3) визначити точку беззбитковості діяльності складу.

Таблиця 7.3 – Економічні показники роботи складу

Показник	Одиниця виміру	Значення показника
Середня вартість закупівлі товарів, $R$	у.о./т	$6000 \cdot k$
Коефіцієнт для розрахунку оплати відсотків за кредит, $k$	–	0,045
Торговельна надбавка при оптовому продажі товарів, $N$	%	7,8
Витрати на оренду складського приміщення, $V_{\text{ор}}$	у.о./рік	$170000 \cdot k$
Витрати на амортизацію техніки, $V_{\text{ам}}$	у.о./рік	$30000 \cdot k$
Витрати на оплату електроенергії, $V_{\text{ел}}$	у.о./рік	$80000 \cdot k$
Витрати на оплату керуючого персоналу і фахівців, $V_{\text{зп}}$	у.о./рік	$20000 \cdot k$
Вартість вантажопереробки, що приходить на 1 т вантажообігу складу, $V_{\text{вп.пит}}$	у.о./т	$14 \cdot k$
Існуючий вантажообіг складу, $T$	т/рік	1600

## ТЕМА 8. ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СКЛАДУ ТА КІЛЬКОСТІ СКЛАДСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ

### 8.1. Визначення показників роботи складу

Оцінювання роботи складів здійснюється за декількома групами техніко-економічних показників:

1) Обсягу роботи складу:

а) ємність складу

$$\epsilon^c = S^k \cdot q, \quad (8.1)$$

де  $S^k$  – корисна площа складу;  $q$  – питоме навантаження на  $1 \text{ м}^2$  корисної площі складу;

б) середній термін зберігання вантажів на складі

$$\overline{T^{зб}} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i t_i}{\sum_{i=1}^n W_i}, \quad (8.2)$$

де  $\sum_{i=1}^n W_i t_i$  – загальна кількість тонно-днів зберігання вантажів  $i$ -го виду на складі за певний період (місяць, квартал, рік);  $\sum_{i=1}^n W_i$  – загальна кількість вантажів  $i$ -го виду, що пройшли через склад за певний період;  $n$  – кількість видів вантажів;

в) оборот складу

$$O^c = \frac{T^c}{\overline{T^{зб}}}, \quad (8.3)$$

де  $T^c$  – період роботи складу;

г) пропускна здатність складу

$$ПЗ^c = \frac{\epsilon^c T^c}{\overline{T^{зб}}}. \quad (8.4)$$

2) Використання потужностей складу:

а) коефіцієнт використання площі складу

$$K^{вп} = \frac{S^k}{S^3}, \quad (8.5)$$

де  $S^3$  – загальна площа складу;

б) коефіцієнт використання об'єму складу

$$K^{во} = \frac{V^k}{V^3}, \quad (8.6)$$

де  $V^k$  – корисний об'єм складу;  $V^3$  – загальний об'єм складу;

в) вантажонапруженість складу

$$ВН^c = \frac{G^p}{S^k}, \quad (8.7)$$

де  $G^p$  – річний вантажообіг складу;

г) коефіцієнт використання ємності складу

$$K^{в\epsilon} = \frac{\epsilon^c \Gamma^c}{\sum_{i=1}^n W_i t_i}. \quad (8.8)$$

3) Використання обладнання:

а) коефіцієнт використання обладнання за продуктивністю

$$K^{впр} = \frac{\Pi^\phi}{\Pi^n}, \quad (8.9)$$

де  $\Pi^\phi$  – фактична продуктивність обладнання;  $\Pi^n$  – номінальна продуктивність обладнання;

б) коефіцієнт використання обладнання за часом

$$K^{вч} = \frac{\Gamma^\phi}{\Gamma^{зк} - \Gamma^{пр}}, \quad (8.10)$$

де  $\Gamma^\phi$  – фактичний час роботи обладнання;  $\Gamma^{зк}$  – загальний календарний період роботи обладнання;  $\Gamma^{пр}$  – тривалість планового ремонту обладнання.

4) Ефективності роботи складу:

а) сукупні логістичні витрати на 1 т товарів, що зберігається на складі,

$$V^c = V^n + \Gamma^o \rho, \quad (8.11)$$

де  $V^n$  – поточні логістичні витрати на 1 т товарів розраховуються за формулою

$$V^n = \frac{V^{aep}}{M \cdot OB^3}, \quad (8.12)$$

де  $V^{aep}$  – витрати, пов'язані з амортизацією, експлуатацією та ремонтом обладнання складу;  $M$  – маса товарів, розміщених на обладнанні (стелажах, піддонах) складу;  $OB^3$  – оборотність запасу товарів визначається як

$$OB^3 = \frac{365}{\Gamma^{зб}}; \quad (8.13)$$

$\Gamma^o$  – одноразові інвестиції розраховуються за формулою

$$\Gamma^o = \frac{C^{об}}{M \cdot OB^3}, \quad (8.14)$$

де  $C^{об}$  – вартість обладнання, розміщеного на складі;  $\rho$  – норма прибутку на інвестований капітал.

б) критерій ефективності системи складування

$$E^{cc} = \frac{K^{вп}}{V^c}. \quad (8.15)$$

### Задача 8.1

Визначити оборот і пропускну здатність складу за місяць, а також коефіцієнт використання ємності складу, якщо через склад пройшло 20000 т ван-

тажів, причому 8000 т вантажів зберігалось 5 днів, 5000 т вантажів – 7 днів, 7000 т вантажів – 10 днів. Корисна площа складу становить 3600 м<sup>2</sup>, а питоме навантаження на 1 м<sup>2</sup> корисної площі дорівнює 0,5 т/м<sup>2</sup>.

### Розв'язання

Ємність складу дорівнює

$$C^c = 3600 \cdot 0,5 = 1800 \text{ т.}$$

Середній термін зберігання вантажів на складі

$$\overline{T_{зб}} = \frac{8000 \cdot 5 + 5000 \cdot 7 + 7000 \cdot 10}{20000} = 7,25 \text{ дн.}$$

Оборот складу за розрахунковий період часу (місяць)

$$O^c = \frac{40}{7,25} = 4 \text{ об.}$$

Пропускна здатність складу за розрахунковий період часу

$$ПЗ^c = \frac{1800 \cdot 30}{7,25} = 7200 \text{ т.}$$

Коефіцієнт використання ємності складу:

$$K^{вс} = \frac{1800 \cdot 30}{145000} = 0,37.$$

### Задача 8.2

Виберіть більш ефективний варіант системи складування. Корисна площа складу складає 3000 м<sup>2</sup>, загальна площа – 3400 м<sup>2</sup>. Характеристики порівнюваних варіантів систем складування надані у табл. 8.1.

Таблиця 8.1 – Характеристики систем складування

Показники	Значення показника	
	Варіант 1	Варіант 2
Вартість обладнання складу, млн грн	8,5	8,7
Норма прибутку на інвестований капітал	0,29	0,27
Витрати на амортизацію, експлуатацію та ремонт обладнання, тис. грн	415	385
Середня оборотність запасу товарів, дн.	30	40
Маса товарів, що зберігається на складі, т	10000	8000

### Розв'язання

Поточні логістичні витрати на 1 т запасів товарів:

$$1\text{-й варіант: } V^п = \frac{415000}{10000 \cdot 30} = 1,38 \text{ грн/т;}$$

$$2\text{-й варіант: } V^п = \frac{385000}{8000 \cdot 40} = 1,2 \text{ грн/т.}$$

Одноразові інвестиції в систему складування:

$$1\text{-й варіант: } I^0 = \frac{8500000}{10000 \cdot 30} = 28,33 \text{ грн/т};$$

$$2\text{-й варіант: } I^0 = \frac{8700000}{8000 \cdot 40} = 27,18 \text{ грн/т}.$$

Сукупні логістичні витрати на 1 т товарів, що зберігається на складі:

$$1\text{-й варіант: } V^c = 1,38 + 28,33 \cdot 0,29 = 9,6 \text{ грн/т};$$

$$2\text{-й варіант: } V^c = 1,2 + 27,18 \cdot 0,27 = 8,27 \text{ грн/т}.$$

Коефіцієнт використання площі складу

$$K^{\text{вп}} = \frac{3000}{3400} = 0,88.$$

Критерій ефективності системи складування:

$$1\text{-й варіант: } E^{\text{cc}} = \frac{0,88}{9,6} = 0,092.$$

$$2\text{-й варіант: } E^{\text{cc}} = \frac{0,88}{8,27} = 0,106.$$

Таким чином більш ефективним виявився 2-й варіант побудови системи складування, який отримав вищий критерій ефективності (0,106) за рахунок менших сукупних логістичних витрат на 1 т запасів товарів.

## 8.2. Визначення кількості складського обладнання

Для організації ефективної роботи складу важливо визначити потреби в підйомно-транспортному обладнанні, що забезпечує вантажопереробку на складі. Складське підйомно-транспортне обладнання поділяється на машини періодичної (циклічної) дії (крани, тельфери, навантажувачі), що переміщують вантажі окремими підйомами чи штуками через певні інтервали часу, і машини безперервної дії (конвеєри, елеватори, пневматичні машини), що переміщують вантажі безперервним або майже безперервним потоком.

Кількість підйомно-транспортного обладнання розраховується за формулою

$$N^{\text{об}} = \frac{M^{\text{в}} \cdot K^{\text{нз}}}{\Pi^{\text{об}} \cdot K^{\text{воб}}}, \quad (8.16)$$

де  $M^{\text{в}}$  – кількість вантажів, що обробляються на складі за допомогою підйомно-транспортного обладнання;  $K^{\text{нз}}$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження складу (надходження вантажів);  $\Pi^{\text{об}}$  – продуктивність підйомно-транспортного обладнання;  $K^{\text{воб}}$  – коефіцієнт використання підйомно-транспортного обладнання у часі.

Специфіка роботи навантажувачів на складі обумовлює необхідність урахування нерівномірності як надходження, так і відправлення вантажів, а

також кількості прямих операцій з вантажем, що виконуються без навантажувачів. Так, максимальна кількість вантажів оброблених на складі за допомогою навантажувачів розраховується за формулою

$$M_{max}^B = M^B K^{H3} + M^B K^{HB} - M^B \frac{N^{po}}{100}, \quad (8.17)$$

де  $K^{HB}$  – коефіцієнт нерівномірності відвантаження (відправлення) вантажів зі складу;  $N^{po}$  – кількість прямих операцій з вантажем.

Кількість навантажувачів при цьому обчислюється як

$$N^{об} = \frac{M_{max}^B}{\Pi^{об} \cdot K^{воб}}. \quad (8.18)$$

Розрахунок продуктивності основних видів підйомно-транспортного обладнання має певні особливості.

1) Продуктивність крана визначається за формулою

$$\Pi^{кр} = M^B n^ц, \quad (8.19)$$

де  $n^ц$  – кількість циклів машини за 1 год. безперервної роботи, яка залежить від тривалості одного циклу її роботи ( $T^ц$ ) і виражається в секундах:

$$n^ц = \frac{3600}{T^ц}. \quad (8.20)$$

При цьому тривалість циклу роботи крана складається із часу, необхідного для здійснення окремих елементів циклу, з урахуванням одночасного виконання (суміщення) деяких з них:

$$T^ц = K^{co} \sum_{i=1}^m t_i, \quad (8.21)$$

де  $K^{co}$  – коефіцієнт, що враховує скорочення тривалості циклу при суміщенні декількох операцій;  $m$  – кількість елементів циклу роботи крана;  $t$  – час на виконання  $i$ -го елемента циклу, с.

2) Часова продуктивність навантажувача визначається за формулою для машин періодичної дії

$$\Pi^{нав} = \frac{3600}{T^ц} M^B. \quad (8.22)$$

3) Продуктивність машин безперервної дії розраховується як

$$\Pi^{од} = 3,6 \cdot M^{впм} U^{po}, \quad (8.23)$$

де  $M^{впм}$  – маса вантажу на одному погонному метрі несучого елемента машини;  $U^{po}$  – швидкість робочого органу (вантажонесучого елемента) машини.

### Задача 8.3

Визначити потрібну кількість кранів на складі, якщо за добу необхідно переробляти 600 т вантажу, коефіцієнт нерівномірності надходження вантажу – 1,2, коефіцієнт використання крана у часі – 0,9, тривалість робочої зміни – 8 год., маса підйому вантажу – 2 т, цикл роботи крана складається з чотирьох основних елементів тривалістю 90, 270, 120 і 240 с, відповідно, коефіцієнт сумісності операцій – 0,5.

#### Розв'язання

Тривалість циклу роботи крана

$$T^ц = 0,5 \cdot (90 + 270 + 120 + 240) = 360 \text{ с.}$$

Кількість циклів роботи крана за 1 год. безперервної роботи

$$n^ц = \frac{3600}{360} = 10.$$

Продуктивність крана за робочу зміну

$$П^{кр} = 2 \cdot 10 \cdot 8 = 160 \text{ т/год.}$$

Потреба у кранах складає

$$N^{об} = \frac{600 \cdot 1,2}{160 \cdot 0,9} = 5 \text{ од.}$$

Таким чином, потреба у кранах для виконання заданого обсягу робіт за зміну на складі становить 5 одиниць.

### Задача 8.4

Визначити потребу в навантажувачах для виконання вантажно-розвантажувальних робіт із тарно-штучним вантажем, якщо середньодобове надходження вантажів на склад становить 250 т, коефіцієнт нерівномірності надходження вантажу – 1,2, коефіцієнт нерівномірності відправлення вантажу зі складу – 1,3, кількість прямих операцій з вантажем, що виконуються без навантажувачів, складає 50 % від загальної кількості вантажно-розвантажувальних робіт на складі, продуктивність роботи одного навантажувача – 10 т/год., тривалість робочої зміни – 8 год., виконання норми виробітку – 110 %.

#### Розв'язання

Максимальна кількість вантажів, що обробляються на складі за допомогою навантажувачів

$$M_{max}^в = 250 \cdot 1,2 + 250 \cdot 1,3 - 250 \cdot 0,5 = 500 \text{ т.}$$

Потреба в навантажувачах складає

$$N^{об} = \frac{500}{10 \cdot 8 \cdot 1,1} = 5,7 \approx 6 \text{ од.}$$

Таким чином, потреба в навантажувачах для виконання заданого обсягу вантажно-розвантажувальних робіт за зміну на складі становить 6 одиниць.

## Завдання 8. Визначення показників роботи складу

### Задача 1

Обчислити оборот і пропускну здатність складу за місяць, а також коефіцієнт використання ємності складу, якщо через склад пройшло 40000 т вантажів, причому 7000 т вантажів зберігалось 5 днів, 10000 т вантажів – 8 днів, 11000 т вантажів – 10 днів, 12000 т – 12 днів. Корисна площа складу становить 4200 м<sup>2</sup>, а питоме навантаження на 1 м<sup>2</sup> корисної площі дорівнює 0,5 т/м<sup>2</sup>.

### Задача 2

Виберіть більш ефективний варіант системи складування. Корисна площа складу складає 4000 м<sup>2</sup>, загальна площа – 4600 м<sup>2</sup>. Характеристики порівнюваних варіантів систем складування наведені у табл. 8.2.

Таблиця 8.2 – Характеристики систем складування

Показники	Значення показника	
	Варіант 1	Варіант 2
Вартість обладнання склад, млн грн	$6,5 \cdot k$	$6,2 \cdot k$
Норма прибутку на інвестований капітал	0,29	0,31
Витрати на амортизацію, експлуатацію та ремонт обладнання, тис. грн	$320 \cdot k$	$285 \cdot k$
Середня оборотність запасу товарів, дн.	20	30
Маса товарів, що зберігаються на складі, т	8000	7000

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Складська логістика : навч. посіб. / Марчук В. Є., Григорак М. Ю., Гармаш О. М., Овдієнко О. В. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 256 с.
2. Марченко В. М. Логістика : підручник / В. М. Марченко, В. В. Шутюк. – Київ : Видавничий дім «Артек», 2018. – 312 с.
3. Shyriaieva N. International supply chain management : lecture notes : Intern. logistics course for undergraduate students. Majors : 073 «Management», 076 «Entrepreneurship, Trade and Exchange Activity» = Міжнародна логістика : текст лекцій для студентів спец. 073 «Менеджмент», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» [Electronic resource] / N. Shyriaieva, A. Makarenko, O. Bilotserkivskiyi. – Electronic text data. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2020. – 125 р. – Режим доступу : <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/47801>.
4. Білоцерківський О. Б. Логістика : навч. посіб. / О. Б. Білоцерківський, П. В. Брінь, О. О. Замула, Н. В. Ширяєва. – Харків : НТУ «ХПІ», 2010. – 152 с.
5. Сумець О. М. Логістика : теорія, ситуації, практичні завдання / Частина 1. Логістика як інструмент ринкової економіки : навч. посіб. / О. М. Сумець, О. Б. Білоцерківський, І. П. Голофаєва. – Харків : Міськдрук, 2010. – 212 с.
6. International supply chain management. Study guide : Intern. logistics course for undergraduate students. Majors : 073 «Management», 076 «Entrepreneurship, Trade and Exchange Activity» [Електронний ресурс] / уклад.: Н. В. Ширяєва, А. Б. Макаренко, О. Б. Білоцерківський. – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – 57 с. – Режим доступу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/47541>.
7. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Комерційна логістика» : для студентів спец. 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» другого (магістерського) рівня усіх форм навчання / уклад. Білоцерківський О. Б. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – 116 с.
8. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Комерційна логістика» : для студентів спец. 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» другого (магістер.) рівня усіх форм навчання / уклад. Білоцерківський О. Б. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – 60 с.

9. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Міжнародна логістика» : для студентів спец. 073 «Менеджмент», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» / уклад. Ширяєва Н. В., Макаренко А. Б., Білоцерківський О. Б. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – 100 с.
10. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Логістика» : для студентів спец. 073 «Менеджмент» / уклад. Білоцерківський О. Б. – Харків : НТУ «ХП», 2017. – 60 с.
11. Сисоєв В. В. Практикум з логістики : навч. посіб. / В. В. Сисоєв, Д. В. Сисоєв. – Харків : НТУ «ХП», 2011. – 144 с.
12. Марченко С. М. Задачник з логістики / С. М. Марченко. – Київ : МА-УП, 2006. – 68 с.
13. Білоцерківський О. Б. Метод ABC–XYZ-аналізу як ефективний інструмент управління запасами торговельного підприємства / О. Б. Білоцерківський, Н. В. Ширяєва // Вісник Національного технічного університету «ХП». – Харків : НТУ «ХП», 2010. – №50-1. – С. 19–26.
14. Білоцерківський О. Б. Дослідження асортименту фармацевтичного підприємства з використанням методу ABC–XYZ-аналізу / О. Б. Білоцерківський, Н. В. Ширяєва, М. В. Горбонос // Вісник Національного технічного університету «ХП». – Харків : НТУ «ХП», 2010. – №51-1. – С. 150–159.
15. Білоцерківський О. Б. Економетрія : навч.-метод. посіб. / О. Б. Білоцерківський, Н. В. Ширяєва. – Харків : НТУ «ХП», 2008. – 80 с.
16. Білоцерківський О. Б. Економіко-математичне моделювання : текст лекцій / О. Б. Білоцерківський, Н. В. Ширяєва, О. О. Замула. – Харків : НТУ «ХП», 2010. – 108 с.
17. Білоцерківський О. Б. Статистика : текст лекцій / О. Б. Білоцерківський, Н. В. Ширяєва, О. О. Замула. – Харків : НТУ «ХП», 2009. – 96 с.
18. Білоцерківський О. Б. Теорія ймовірностей і математична статистика : текст лекцій / О. Б. Білоцерківський. – Харків : НТУ «ХП», 2016. – 94 с.
19. Білоцерківський О. Б. Теорія ймовірностей і математична статистика : практикум / О. Б. Білоцерківський. – Харків : НТУ «ХП», 2018. – 170 с.

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
Тема 1. Задачі оптимізації складських комплексів у логістичній системі.....	5
1.1. Метод визначення центру ваги.....	5
1.2. Метод пробної точки.....	9
Тема 2. Розрахунок величини сумарного матеріального потоку та вартості вантажопереробки на складі.....	13
Тема 3. Управління запасами із застосуванням аналізу <i>ABC</i> і <i>XYZ</i> .....	20
Тема 4. Системи управління запасами.....	31
4.1. Визначення оптимального розміру замовлення на комплектуючий виріб.....	31
4.2. Системи управління запасами.....	33
Тема 5. Визначення розмірів технологічних зон складу.....	38
Тема 6. Ухвалення рішення про користування послугами найманого складу.....	42
Тема 7. Розрахунок мінімально допустимого вантажообігу складу.....	47
Тема 8. Визначення показників роботи складу та кількості складського обладнання.....	50
8.1. Визначення показників роботи складу.....	50
8.2. Визначення кількості складського обладнання.....	53
Список літератури.....	57

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання  
практичних занять  
з дисципліни «Складська логістика та управління запасами»  
для студентів спеціальності  
076 «Підприємництво та торгівля»  
першого (бакалаврського) рівня усіх форм навчання

Укладач    БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ Олександр Борисович

Відповідальна за випуск    проф. Мащенко М. А.  
Роботу до видання рекомендувала    проф. Райко Д. В.

В авторській редакції

План 2023 р., поз. 714  
Підп. до друку 06.02.24 р.  
Гарнітура Times New Roman. Обсяг 2,7

---

Видавничий центр НТУ «ХП».  
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

---