



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до виконання курсового проєкту з дисципліни**  
**«Технологія прийняття рішень в логістиці»**  
**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 курсового проєкту з дисципліни**  
**«Технологія прийняття рішень в логістиці»**  
**для студентів спеціальності 076 «Підприємництво та торгівля»**  
**першого (бакалаврського) рівня» усіх форм навчання**

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 2 від 27.06.2024 р.

Харків  
НТУ «ХП»  
2024

УДК 005:338.2:658

М-54

Рецензенти: Дюжев В.Г., доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки бізнесу і міжнародних економічних відносин

Затверджено на засіданні кафедри підприємництва, торгівлі і логістики  
Протокол № 13 від 19.06.2024 р.

**Електронне мережне навчально-методичне видання**

Сисоєв Володимир Вікторович – докт. екон. наук, проф.

М-54 Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Технологія прийняття рішень в логістиці» для студентів спеціальності 076 «Підприємництво та торгівля» першого (бакалаврського) рівня усіх форм навчання / Сисоєв В.В. Харків : НТУ «ХП», 2024. 35 с. (Укр. мов.)

Методичні вказівки містять питання організації курсового проєктування з навчальної дисципліни, структуру курсового проєкту, теоретико-методичні рекомендації до виконання завдань курсового проєкту та варіанти індивідуальних завдань. Наведено вимоги до оформлення пояснювальної записки курсового проєкту.

Рекомендовано для студентів спеціальності 076 «Підприємництво та торгівля» першого (бакалаврського) рівня усіх форм навчання.

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Загальна відомості.....	5
2 Структура та зміст курсового проєкту .....	6
3 Вимоги до оформлення і порядок захисту курсового проєкту	7
4 Теоретико-методичні рекомендації до виконання завдань курсового проєкту.....	8
4.1 АВС-аналіз прибутковості товарів.....	
4.2 Прогнозування продаж товарів групи А.....	13
4.3 Визначення оптимальних розмірів замовлень товарів.....	17
4.4 Визначення обсягів закупівель товарів групи А при обмеженому бюджеті.....	20
5 Варіанти індивідуальних завдань .....	27
Рекомендована література.....	33
Додаток А.....	34
Додаток Б.....	35

## ВСТУП

Логістика охоплює логістичні процеси у сферах закупівлі, виробництва, дистрибуції, зберігання та доставки товарів, що забезпечують взаємодію усіх учасників ланцюгів постачання та просування продукції від джерела закупівлі сировини до кінцевого споживача. Це вимагає планування, організації, координації та контролю усіх логістичних процесів на кожному етапі товароруку.

Ефективність керування логістичною діяльністю суб'єктів господарювання залежить від умінь фахівців з логістики розробляти та приймати ефективні логістичні рішення. Логістичні рішення – це комплекс дій, який охоплює і поєднує усі ланки логістичної системи, для того, щоб задовольнити потреби споживачів і досягти високого рівня задоволеності інтересів та цілей усіх учасників ланцюгів постачання з оптимальними витратами ресурсів.

Виконання курсового проекту є важливим кроком для вивчення дисципліни «Технологія прийняття рішень в логістиці». Якість та зміст курсового проекту дозволяють виявити загальну теоретичну підготовку студента та рівень володіння ним спеціальними знаннями й навичками, необхідними для прийняття ефективних логістичних рішень для забезпечення ефективної підприємницької та торговельної діяльності.

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Технологія прийняття рішень в логістиці» спрямовані на закріплення теоретичних знань та оволодіння студентами навичок щодо рішення практичних завдань, що формують такі компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність обирати та використовувати відповідні методи, інструментарій для обґрунтування рішень щодо створення, функціонування підприємницьких і торговельних структур;
- здатність визначати і виконувати професійні завдання з організації діяльності підприємницьких та торговельних структур;
- здатність ставити і вирішувати завдання з управління матеріальними та супутніми потоками в логістичних системах на мікро- і макрорівнях;
- здатність планувати, організовувати та контролювати операційну логістичну діяльність підприємницьких та торговельних структур.

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Під час вивчення навчальної дисципліни «Технологія прийняття рішень в логістиці» студент має виконати курсовий проєкт, який покликаний поглибити знання студентів, отримані ними в ході лекційних та практичних занять, прищепити їм навички проведення економіко-математичних розрахунків для пошуку ефективних логістичних рішень при розв'язанні практичних завдань з використанням обчислювальної техніки.

Під час підготовки курсового проєкту студент повинен продемонструвати широту та глибину знань у професійній сфері, навички самостійної дослідницької та проєктної роботи, вміння вирішувати завдання у галузі підприємницької логістики, а також здатність обґрунтувати та захистити свої рішення перед комісією з прийому захисту курсових проєктів.

Методичні вказівки дозволяють забезпечити єдність вимог, що висуваються до змісту, якості та оформлення курсового проєкту. У методичних вказівках розглянуто мету, завдання, структуру та зміст курсового проєкту, теоретико-методичні рекомендації до виконання завдань, варіанти індивідуальних завдань, а також склад і послідовність робіт з оформлення та захисту курсового проєкту.

Мета виконання курсового проєкту – закріпити та систематизувати знання та навички, отримані при вивченні різних функціональних сфер логістики, навчити студентів застосовувати знання для вирішення конкретних завдань логістичної підтримки підприємницької діяльності, розробляти пропозиції щодо реалізації отриманих результатів та формулювати за ними висновки.

Головне завдання курсового проєкту з дисципліни «Технологія прийняття рішень в логістиці» полягає в оптимальному плануванні закупівель при випадковому попиті на товари. Частковими завданнями курсового проєктування є отримання студентами навичок виконувати прогностичні розрахунки, вирішувати завдання на оптимальність та приймати управлінські рішення в різних функціональних сферах логістики із застосуванням сучасних інструментальних засобів.

Курсовий проєкт виконується кожним студентом за індивідуальним завданням під науковим керівництвом викладача, закріпленого завідувачем кафедри за студентом.

## 2. СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Структурними елементами записки до курсового проєкту є:

- титульна сторінка;
- завдання (видається кожному студенту індивідуально);
- зміст;
- вступ;
- вихідні дані згідно варіанту завдання;
- розрахункова частина виконання завдання;
- список використаних джерел.

Основні вимоги до змісту курсового проєкту:

- зміст проєкту має відповідати завданню;
- курсовий проєкт має бути виконаний самостійно;
- викладення тексту та розрахунків має бути логічно послідовним, коротким і точним;
- пропозиції щодо реалізації отриманих результатів вирішення практичних завдань мають бути конкретними та обґрунтованими;
- наприкінці рішення завдання потрібно зробити висновок.

Тема курсового проєкту є однаковою для всіх студентів: «Курсовий проєкт з дисципліни «Технологія прийняття рішень в логістиці»».

Варіант курсового проєкту обирається студентом, виходячи з номеру у списку навчальної групи.

Термін та порядок виконання курсового проєкту визначаються графіком навчального процесу спеціальності і уточнюються під час видачі завдання на курсовий проєкт керівником.

У вступі автору курсового проєкту необхідно обґрунтувати актуальність логістики, її місце та роль у підприємницькій діяльності суб'єктів господарювання. Далі визначаються мета проєкту та завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети. Мета та завдання мають бути визначені у конкретних формулюваннях та відповідати змісту курсового проєкту. Формулювання мети та завдань може містити терміни: дослідити, оптимізувати, обґрунтувати, визначити, показати тощо. У вступі необхідно також вказати методи та способи вирішення сформульованих завдань.

Технологія проектних розрахунків орієнтована на можливості табличного процесора Excel з встановленими розширеннями «Аналіз даних» та «Пошук рішень», доступними через пункт меню «Сервіс».

Розрахункова частина виконання завдань курсового проекту має містити вихідні дані згідно варіанту, формули та розрахунки за ними, необхідні таблиці та графічний матеріал, пропозиції та висновки за отриманими результатами розрахунків. При роботі в Excel рекомендується використовувати представлені в методичних вказівках форми і типи графіків.

### **3. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ І ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ**

Оформлення тексту курсового проекту здійснюється на основі стандарту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» СТЗВО-ХПІ-3.01-2021 ССОНП. Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання (зі змінами).

Загальний обсяг пояснювальної записки до курсового проекту – 15-20 сторінок формату А4, абзацний відступ 1,25 мм; міжрядковий інтервал 1,5; друкується шрифтом Times New Roman, 14. Текст слід розміщувати на сторінці, залишаючи поля таких розмірів: ліве – 30 мм, праве, верхнє та нижнє – по 20 мм.

Сторінки нумеруються арабськими цифрами, номер сторінки ставиться по центру внизу сторінки без розділових знаків. Першою сторінкою вважається титульний аркуш, але номер сторінки на ньому не ставиться. Титульний лист має містити такі дані, як найменування навчального закладу, кафедри, назва теми курсового проекту, номер варіанта, прізвище та ініціали студента і керівника тощо (див. Додаток А).

Після титульного аркушу розміщується завдання на курсовий проєкт, у якому вказані такі атрибути: шифр групи та прізвище студента, тема курсового проєкту, термін здачі його на перевірку, варіант вихідних даних, зміст пояснювальної записки, перелік графічного матеріалу та підписи керівника і студента-виконавця (див. Додаток Б).

Сторінки нумеруються, починаючи з третьої, на якій наводиться зміст курсового проєкту із зазначенням сторінок початку розділів та параграфів (за їх наявності).

Підготовлений курсовий проєкт здається керівникові на перевірку не пізніше ніж за тиждень до його захисту. Керівник оцінює самостійність, уміння вирішувати практичні завдання, правильність розрахунків, обґрунтованість висновків та пропозицій, оформлення проєкту. Після проходження перевірки курсовий проєкт допускається до захисту.

Під час захисту студент робить доповідь висвітлюючи отримані результати рішення практичних завдань, наводить пропозиції щодо їх реалізації та висновки. Загальна тривалість доповіді не повинна перевищувати 10 хв. Після доповіді члени комісії можуть поставити додаткові запитання. Загальна оцінка за курсовий проєкт є середньою за трьома рівно вагомими складовими: оцінка за оформлення й зміст пояснювальної записки, оцінка за доповідь та оцінка за відповіді на питання.

Курсовий проєкт вважається виконаним після його захисту.

## **4. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ**

### **4.1 ABC-аналіз прибутковості товарів**

Відомо, що номенклатура прибуткових (витратних) товарів обмежена і, в принципі, відповідає відомому правилу Парето, згідно з яким більшу частину прибутку компанії приносить обмежена номенклатура товарів. При плануванні закупівель цей факт має бути врахований. Ця задача пов'язана з формуванням проранжованої за важливістю номенклатури запасів на товарному складі. У теорії управління запасами подібні задачі розглядаються з погляду попиту чи вартості запасів (ABC і XYZ аналіз) і не мають чіткого алгоритму рішення.

Використовуючи табличний процесор Excel, потрібно вирішити задачу про номенклатуру товарів з розподілом їх на три групи (групи А-В-С), використовуючи, як критерій, прибуток від їх продажу в останньому (7-му) місяці. Групи А-В-С визначаються аналітично та графічно у вигляді діаграми Парето.

#### **4.1.1 Розрахунок прибутку від продажу товарів в останньому місяці**

Прибуток від продажу  $i$ -го товару визначається за формулою:

$$R_i = D_i - S_i \quad (4.1)$$

де:  $D_i$  – загальний дохід від продажу  $i$ -го товару, що розраховується як:

$$D_i = Q_i \cdot C_i^{\text{ПЦ}}, \quad (4.2)$$

де:  $Q_i$  – обсяг продажів  $i$ -го товару у 7-му місяці;

$C_i^{\text{ПЦ}}$  – продажна ціна  $i$ -го товару;

$S_i$  – загальні витрати, пов'язані з  $i$ -им товаром, що розраховуються як:

$$S_i = Q_i \cdot C_i^{\text{ПВ}}, \quad (4.3)$$

де:  $C_i^{\text{ПВ}}$  – питомі витрати, пов'язані з  $i$ -им товаром, що розраховуються як:

$$S_i = C_i^{\text{ЗЦ}} + C_i^{\text{ВТ}} + C_i^{\text{ВЗ}} + C_i^{\text{ВР}}, \quad (4.4)$$

де:  $C_i^{\text{ЗЦ}}$  – закупівельна ціна  $i$ -го товару;

$C_i^{\text{ВТ}}$  – витрати, пов'язані з транспортуванням  $i$ -го товару;

$C_i^{\text{ВЗ}}$  – витрати, пов'язані зі зберіганням  $i$ -го товару;

$C_i^{\text{ВР}}$  – витрати, пов'язані з реалізацією  $i$ -го товару.

#### **4.1.2 Визначення середнього значення прибутку від продажів по всій товарній номенклатурі**

Поділ товарів на групи будується на порівнянні прибутку від продажів кожного товару з її середнім значенням по всій номенклатурі. Середнє значення прибутку від продажу знаходиться за формулою:

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i, \quad (4.5)$$

де:  $N$  – загальна кількість найменувань товарів ( $N=28$ ).

Або у відсотках:

$$K_{\text{ср}} = \frac{\bar{R}}{\sum_{i=1}^N R_i} 100 = \frac{100}{N}, \quad (4.6)$$

#### 4.1.3 Побудова варіаційного ряду товарів за прибутковістю

Вихідні дані щодо товарів необхідно ранжувати в порядку зменшення прибутку від їхнього продажу в останньому місяці. Технологія та алгоритм процедури такі:

- після розрахунку прибутку за формулою (4.1) отримуємо вектор прибутковості товарів  $\{R_i\}_{i=1}^N$ ;

- отриманий вектор  $\{R_i\}_{i=1}^N$  шляхом сортування перетворюється на спадаючий варіаційний ряд:

$$\{R_j\}_{j=1}^N = \{R_1 > R_2 > \dots > R_j > \dots > R_{N-1} > R_N\}$$

або у відсотках:

$$\{K_j\}_{j=1}^N = \{K_1 > K_2 > \dots > K_j > \dots > K_{N-1} > K_N\},$$

де:  $K_j = \frac{R_j}{\sum_{j=1}^N R_j} 100.$

Для перетворення слід використовувати функцію сортування таблиці даних Excel за стовпцем прибутку, представленим у числовому форматі. Для цього слід сформувати новий стовпець та вставити в нього значення даних, скопійованих із стовпця прибутку через буфер обміну. Форма для розрахунку прибутковості товарів та їх ранжування приведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахункова форма для ранжування товарів (приклад)

№	Товар	$Q_i$	$C_i^{\text{шц}}$	Питомі витрати				$S_i$	$R_i$	$K_i, \%$	$Z_i = K_i$
				$C_i^{\text{зц}}$	$C_i^{\text{вт}}$	$C_i^{\text{вз}}$	$C_i^{\text{вп}}$				
1	T1										
2	T2										
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
28	T28										
Сума:								$\sum =$	$\sum =$	100	100

Останній стовпець таблиці 4.1 ( $Z_i = K_i$ ) формується для виконання операцій сортування. Дані в ньому, на відміну від стовпця  $K_i$ , надаються у числовому форматі.

#### 4.1.4 Розрахунок та побудова кумулятивної кривої прибутковості товарів

Кумулятивна крива (діаграма Парето) будується за вектором накопиченого прибутку від продажу товарів, що розраховується після ранжування ( $y$  %) за формулою:

$$W_k = \sum_{j=1}^k K_j, \quad (4.7)$$

для усіх  $k = 1, 2, \dots, N$ .

Результати сортування та розрахунку кумулятивного ряду надаються у формі табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахункова форма для розподілу товарів на групи (приклад)

№	Товар	Обсяги продажів за місяцями							$S_i$	$K_i, \%$	$W_k$
		$Q_i^1$	$Q_i^2$	$Q_i^3$	$Q_i^4$	$Q_i^5$	$Q_i^6$	$Q_i^7$			
1	T3										
2	T22										
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28	T2										100
Сума:									$\Sigma =$	100	

#### 4.1.5 Поділ товарів на категорії та визначення частки товарів групи А

Розподіл товарів на категорії може виконуватися як аналітично, так і графічно. Аналітичний розрахунок здійснюється за алгоритмом:

1) Всі товари з прибутковістю вище середньої відносяться до категорії А. Тобто, за табл. 4.2 всі товари з  $K_j \geq K_{\text{ср}}$  слід віднести до категорії А і по тій же таблиці знайти частку цієї групи у загальному прибутку  $W_A$ .

2) Підраховується кількість товарів групи А –  $N_A$  і відповідний цій групі товарів прибуток у % за кумулятивним рядом  $W_A$ . З урахуванням цих

даних знаходиться середній прибуток за номенклатурою товарів, що входять до груп В та С:

$$K_{BC} = \frac{100 - W_A}{N - N_A} \quad (4.8)$$

3) До групи товарів категорії В слід віднести ті товари, для яких виконується правило:

$$K_{cp} > K_j \geq K_{BC}.$$

Інші товари становлять групу С.

Для графічного способу поділу товарів на групи АВС необхідно засобами Excel побудувати графік накопиченого прибутку (кумулятивна крива)  $W(k)$  шляхом з'єднання точок плавної опуклої кривої (рис. 4.1). Потім потрібно з'єднати прямою лінією початкову і кінцеву точки (0 та  $N$ ). Дотична до опуклої кривої накопиченого прибутку  $W(k)$ , паралельна прямій  $(0-N)$ , відсікає зліва від точки торкання групу товарів категорії А. Якщо далі з'єднати прямою точку торкання з кінцевою точкою і провести паралельно їй нову дотичну до кумулятивної кривої прибутку, то нова точка торкання розділить товари на групи В (ліворуч) і С (праворуч).

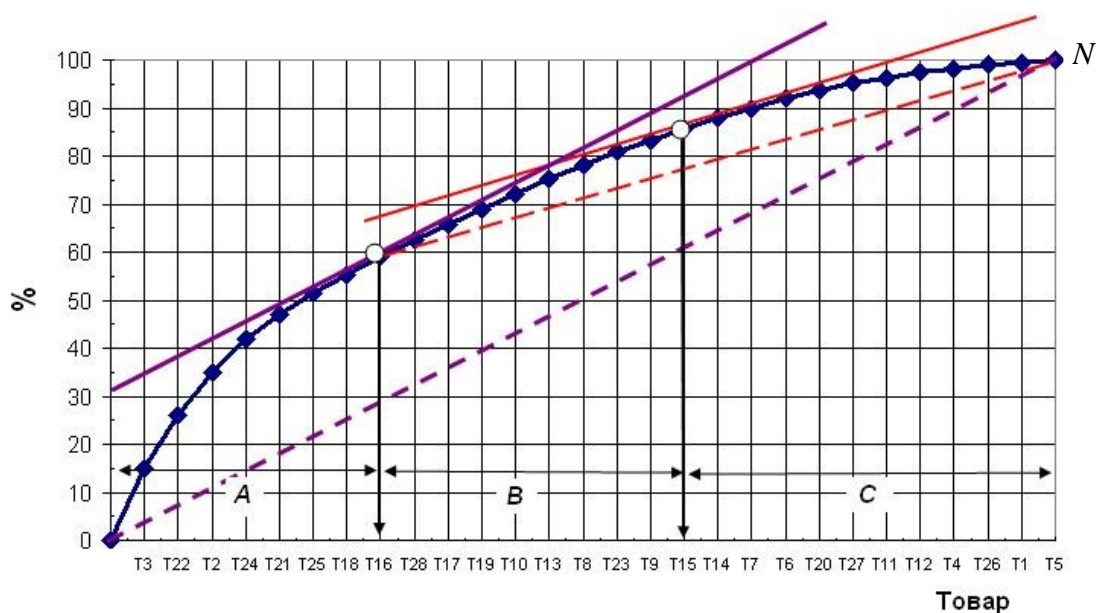


Рисунок 4.1 – Діаграма Парето: ABC аналіз номенклатури товарів (приклад)

#### 4.1.6 Розрахунок бюджету товарів групи А

Бюджет товарів групи А (найбільш прибуткові товари) визначається через заданий у вихідних даних загальний бюджет  $B_3$  в умовних одиницях (див. табл. 5.4) за формулою:

$$B_A = \frac{\gamma_A \cdot B_3}{100} 1000, \quad (4.9)$$

де:  $\gamma_A$  – частка витрат у %, що припадає на групу товарів категорії А. Ця частка визначається з табл. 4.2 за формулою:

$$\gamma_A = \frac{S_A}{\sum_{j=1}^N S_j} 100, \quad (4.10)$$

де:  $S_A$  – це сумарні витрати на товари групи А з табл. 4.2.

*Примітка:* бюджет  $B_A$  у формулі (4.9) множиться на 1000, оскільки у табл. 5.4 загальний бюджет заданий у тис. у. о.

***Усі наступні розрахунки виконуються лише для товарів групи А!***

#### 4.2 Прогнозування продаж товарів групи А

Прогнозування продажів виконується для всіх товарів групи А і здійснюється за часовими рядами  $Q_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) табл. 4.2 (у даному випадку  $n = 7$ ). Горизонт прогнозування  $\Delta t$  та довірна ймовірність прогнозу  $\beta$  входять до складу вихідних даних, що вибираються з табл. 5.4. Для прогнозування використовується лінійна модель тренду з довірчими межами для залежної змінної  $Q$ .

##### 4.2.1 Розрахунок коефіцієнтів лінійної моделі тренду для товарів групи А

Параметри моделі прогнозування

$$Q = a + b \cdot t \quad (4.11)$$

визначаються шляхом найменших квадратів (МНК). Для їх розрахунку можна застосувати різні способи.

Перший спосіб, найпростіший, полягає у формуванні в середовищі Excel точкового графіка  $Q(t)$  з подальшою побудовою лінії тренду (виділити мишею графік та натиснути праву кнопку).

Другий спосіб визначення параметрів моделі прогнозування полягає у використанні вбудованих функцій Excel (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Вбудовані функції Excel, які використовуються для прогнозування

Параметри	Позначення	Функція
Середнє значення аргументу $t$ (міс.)	$t_{\text{cp}}$	=СРЗНАЧ( $t$ )
Коефіцієнт кореляції	$r$	=КОРРЕЛ( $Q,t$ )
Коефіцієнти лінійної моделі тренду	$a$	=ОТРЕЗОК( $Q,t$ )
	$b$	=НАКЛОН( $Q,t$ )
Статистика Стьюдента	$t_{\beta}$	=СТЬЮДРАСПОБР( $\beta,n-2$ )

#### 4.2.2 Розрахунок параметрів моделі дисперсії помилки прогнозу

Для інтервального прогнозу необхідно розрахувати дисперсію помилки незалежної змінної  $\sigma_Q^2$ , часова модель якої визначається виразом:

$$\sigma_Q(t) = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2 \cdot t^2 - 2K_{a,b} \cdot t} \quad (4.12)$$

де:  $K_{a,b}$  – кореляційний момент коефіцієнтів моделі, визначається за формулою:

$$K_{a,b} = t_{\text{cp}} \cdot \sigma_b^2, \quad (4.13)$$

де:  $t_{\text{cp}} = \frac{1}{n} \sum_i t_i$  – середнє значення часового інтервалу.

Дисперсії помилок коефіцієнтів, що входять до (4.12), визначаються за формулами:

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{n-2} \sum_i [Q_i - (a + b \cdot t_i)]^2; \quad (4.14)$$

$$\sigma_a^2 = \frac{\sigma_0^2 \sum_i t_i^2}{n \sum_i (t_i - t_{cp})^2}; \quad (4.15)$$

$$\sigma_b^2 = \frac{\sigma_0^2}{\sum_i (t_i - t_{cp})^2}; \quad (4.16)$$

Для розрахунків у Excel, пов'язаних із прогнозуванням та визначенням меж довірчого інтервалу, рекомендується використовувати форму, представлену в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахункова форма прогнозування продажів

	$t_i$ , міс.	$Q_i$ , од.	$Q(t) = a + b \cdot t$	$[Q_i - Q(t)]^2$	$t^2$	$(t - t_{cp})^2$	$\sigma_Q(t)$ (СКВ)	Довірчі межі	
								$Q_B$	$Q_H$
Вихідні дані	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
Прогноз	8								
	9								
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Сума:	$\Sigma$			$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$			

### 4.2.3 Визначення довірчих меж прогнозу продажів товарів групи А

Довірчі межі для прогнозованих обсягів продажу товарів визначаються за формулою:

$$Q_{B,H}(t) = Q(t) \pm t_\beta \cdot \sigma_Q(t) \quad (4.17)$$

де:  $t_\beta$  – статистика Стюдента (табл. 4.3).

Результати розрахунку верхньої та нижньої довірчих меж прогнозу продажів для кожного з товарів групи А при заданій довірчій ймовірності  $\beta$

подаються у вигляді табл. 4.4 та графіків (рис. 4.2). Графіки усіх товарів групи можуть бути представлені на одному рисунку.

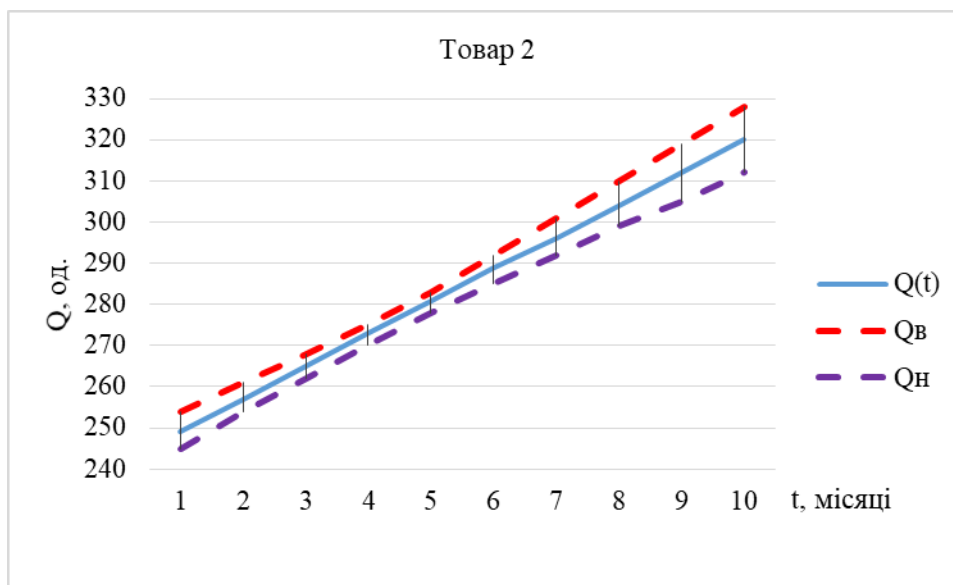


Рисунок 4.2 – Графік результатів прогнозування продажу товару T2 (приклад)

На закінчення у точці попередження  $t_{\text{пр}} = t_7 + \Delta t$  для усіх товарів групи визначаються характеристики розподілу обсягів продажів (випадкового попиту на товари) у вигляді параметрів нормального розподілу  $\bar{Q} = Q(t_{\text{пр}})$  та  $\sigma_Q = \sigma_Q(t_{\text{пр}})$ :

$$f(Q) = \frac{1}{\sigma_Q \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{Q - \bar{Q}}{\sigma_Q} \right)^2 \right] \quad (4.18)$$

Форму подання остаточних результатів наведено в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Результуюча форма для параметрів розподілу попиту (приклад)

Параметри нормального розподілу	Позначення	Товари групи А				
		T3	T22	T2	T24	...
Середнє значення, од.	$\bar{Q}$					
Середньоквадратичне відхилення, од.	$\sigma_Q$					

### 4.3 Визначення оптимальних розмірів замовлень товарів

Випадковість попиту на товари, виражена у вигляді розподілу (4.18), вимагає врахування ризиків для формування запасів. Ризики пов'язані з іммобілізацією фінансових ресурсів у надлишкових запасах та з втраченою вигодою компанії через нестачу товарів. Оптимальним вважається замовлення (запас), що мінімізує загальні втрати, що визначаються через штрафні функції. Моделі, що формалізують завдання такого типу, називають моделями господарського ризику (рис. 4.3). У даному випадку, використовуючи цю модель, слід визначити оптимальні у вказаному сенсі обсяги замовлень всіх товарів групи А.

#### 4.3.1 Розрахунок параметрів моделі господарського ризику

Модель господарського ризику (рис. 4.3) є мінімізованою функцією загальних втрат компанії:

$$S = \int_{Q_H}^{Q_0} C_1 \cdot (Q_0 - Q) \cdot f(Q) d(Q) + \int_{Q_0}^{Q_B} C_2 \cdot (Q - Q_0) \cdot f(Q) d(Q) \rightarrow \min, \quad (4.19)$$

де:  $Q_0$  – шуканий оптимальний обсяг замовлення, який визначається в інтервалі довірчих меж  $\{Q_B \geq Q_0 \geq Q_H\}$ ;

$f(Q)$  – функція розподілу попиту (4.18);

$C_1, C_2$  – втрати під час замовлення одиниці товару (див. п. 4.1.1), які визначаються за формулами:

$$C_1 = C^{B3} + 0,01\gamma \cdot C^{ПВ}, \quad C_2 = C^{ПЦ} - C^{ПВ},$$

де:  $\gamma$  – банківська ставка, % (табл. 5.4).

Додатковим обмеженням є умова неперевикнення бюджету групи А:

$$S_0 = Q_0 \cdot C^{ПВ} \leq B_A.$$

Перший інтеграл у цільовій функції (4.19) у межах  $[Q_H \dots Q_0]$  відповідає втратам від замовлення зайвих, незатребуваних споживачами, товарів

(надмірність запасів), а другий інтеграл у межах  $[Q_0...Q_B]$  – втраченій вигоді через нестачу товарів.

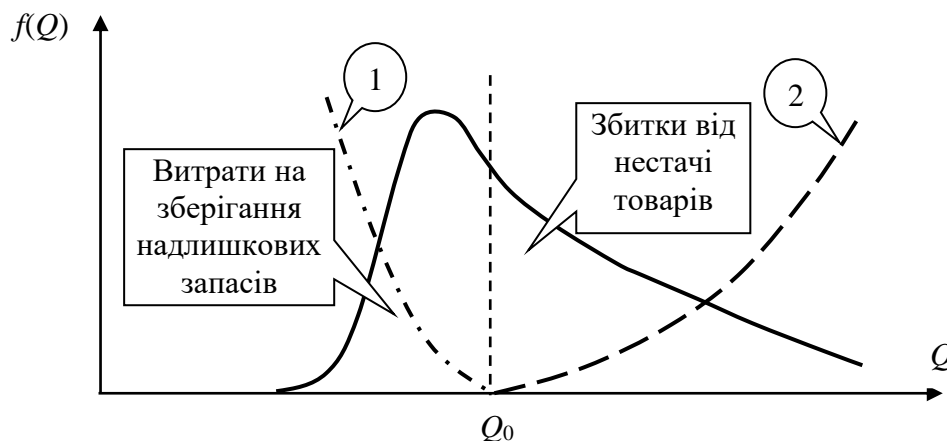


Рисунок 4.3 – Графічне представлення моделі  
(1, 2 – штрафні функції відповідних втрат)

#### 4.3.2 Розрахунок оптимальних замовлень

Оскільки засоби Excel не дозволяють обчислювати інтеграли безпосередньо, слід замінити їх сумами з кінцевими межами ( $Q_H$  та  $Q_B$ ):

$$S = \sum_{Q_H}^{Q_0} C_1 \cdot (Q_0 - Q) \cdot f(Q) \Delta Q + \sum_{Q_0}^{Q_B} C_2 \cdot (Q - Q_0) \cdot f(Q) \Delta Q \rightarrow \min, \quad (4.20)$$

де:  $\Delta Q$  – інтервал дискретизації діапазону зміни попиту, для розрахунків інтервал дискретизації слід прийняти рівним  $\Delta Q = 1$ .

Розрахунок складових загальних витрат (табл. 4.6) слід проводити у всьому діапазоні попиту (на всьому інтервалі), але підсумовуються тільки витрати з позитивним знаком (умовне підсумовування). Так, вбудована функція умовного підсумовування даних у стовпці D має наступний вигляд:

$$= \text{СУММЕСЛИ}(D16:D63; ">0").$$

Оптимальне замовлення  $Q_0$  знаходиться за допомогою інструмента «ПОШУК РОЗВ'ЯЗАННЯ» в меню СЕРВІС (рис. 4.4 – 4.5) при обмеженнях:

$$S_0 = Q_0 \cdot C^{IB} \leq B_A, \quad Q_B \geq Q_0 \geq Q_H.$$

Таблиця 4.6 – Розрахункова форма для визначення витрат (приклад)

Розрахунок витрат				Штрафні функції	
$Q(t)$	$f(Q)$	$C_1 \cdot (Q_0 - Q) \cdot f(Q)$	$C_2 \cdot (Q - Q_0) \cdot f(Q)$	$C_1 \cdot (Q_0 - Q) / 10^3$	$C_2 \cdot (Q - Q_0) / 10^3$
290					
291					
292					
293					
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Сума, якщо $> 0$		$S_1$	$S_2$		

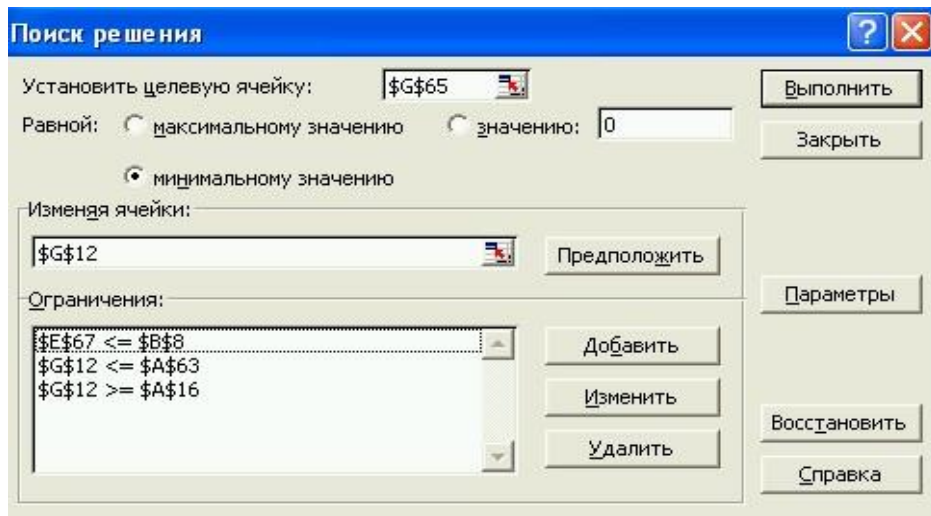


Рисунок 4.4 – Інтерфейс інструменту «ПОШУК РОЗВ’ЯЗАННЯ»: в цільовій комірці має бути значення цільової функції, а в змінюваній – шукане  $Q_0$

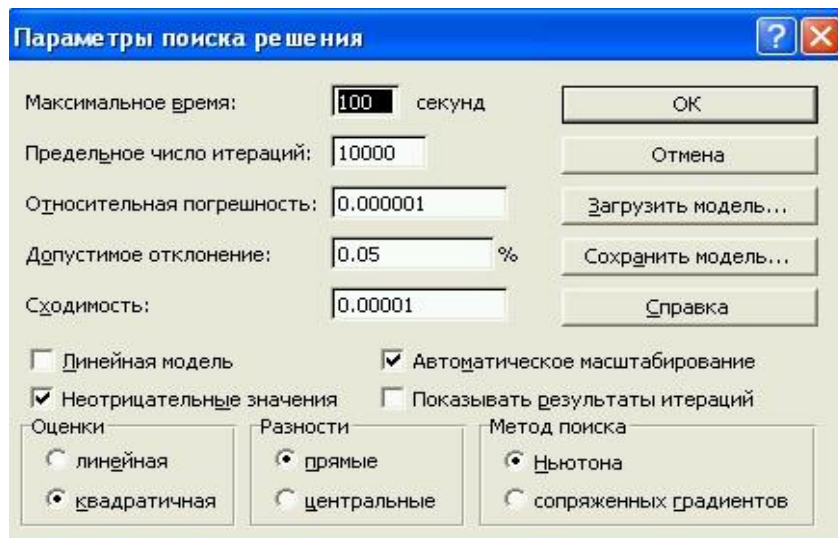


Рисунок 4.5 – Налаштування параметрів пошуку розв’язання, що рекомендується

### 4.3.3 Визначення оптимальних бюджетів товарів

Оптимальними бюджетами товарів групи А в даному випадку вважаються бюджети, необхідні для оплати оптимальних з точки зору господарського ризику замовлень (тобто за відсутності обмежень на бюджети). Іншими словами, це бажані бюджети, які визначаються за формулою:

$$S_{0i} = Q_{0i} \cdot C_i^{\text{ПВ}}. \quad (4.21)$$

Бюджети визначаються для усіх товарів групи А ( $i=1, 2, \dots, m$ , де  $m$  – кількість найменувань товарів групи А).

Форма подання результатів розрахунку оптимальних бюджетів наведено у табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Форма подання результатів розрахунку бажаних бюджетів (приклад)

Товар	Оптимальне замовлення, $Q_{0i}$	Питомі витрати, $C_i^{\text{ПВ}}$	Необхідний бюджет, $S_{0i}$
T3			
T22			
T 2			
⋮	⋮	⋮	⋮
Сума			$\Sigma$

*Примітка:* якщо  $\sum_i S_{0i} \leq B_A$ , то бюджету, що виділяється, достатньо для формування оптимального портфеля замовлень. У цьому випадку відпадає потреба у перерозподілі бюджету з урахуванням обмеження на  $B_A$  та наступний розділ проєкту обмежується лише визначенням комерційної цінності (ієрархії) товарів для компанії.

### 4.4 Визначення обсягів закупівель товарів групи А при обмеженому бюджеті

Необхідно відкоригувати визначені на основі мінімізації господарського ризику бюджети та портфель замовлень, виходячи із

загальної комерційної цінності товарів для компанії та запланованого бюджету  $B_A$ .

#### 4.4.1 Визначення комерційної значущості товарів

Під комерційною значущістю товару розуміється його узагальнена цінність, яка визначається не тільки прибутковістю, а й цілою низкою інших, стратегічно важливих показників (перспективність, постійні клієнти, операційна зручність тощо). Ці інші показники представлені у вихідних даних (табл. 5.1) у вигляді експертного рейтингу  $U_i$ . Таким чином, цінність товарів визначається двома факторами:

- прибутковістю товару  $R$ ;
- експертним рейтингом товару  $U$ .

Значущість цих факторів  $W_R$ ,  $W_U$  для компанії встановлюється з таблиці вихідних даних (табл. 5.4).

Для коригування плану закупівель з урахуванням комерційної цінності товарів використовується метод відносних переваг (МВП). Суть методу полягає у розрахунку вагових коефіцієнтів значущості товарів на основі парних порівнянь факторів та товарів.

Загальний алгоритм МВП у матричному вигляді виглядає наступним чином.

##### 1) Формування матриці переваг факторів.

Маємо  $m$  найменувань товарів та  $n = 2$  факторів (фактори переваги). Показники значущості факторів  $W_R$ ,  $W_U$  порівнюються попарно між собою шляхом поділу значення одного на значення іншого. Результати називаються відношеннями переваги та записуються рядками у вигляді матриці з елементами:

$$a_{ij} = \frac{W_i}{W_j} \quad (i = R, U; j = R, U). \quad (4.22)$$

Тобто, матриця відношень переваги факторів буде мати вигляд:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} \\ a_{21} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & W_R/W_U \\ W_U/W_R & 1 \end{pmatrix}. \quad (4.23)$$

2) Розрахунок вагових коефіцієнтів.

Вектор вагових коефіцієнтів переваги факторів:

$$G = \{g_i\}_1^n = \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_n \end{pmatrix}, \quad (4.24)$$

де:  $g_i$  – ваговий коефіцієнт  $i$ -го фактору, який визначається як:

$$g_i = \frac{1}{n} \sum_j^n \frac{a_{ij}}{\sum_k^n a_{kj}} \quad (4.25)$$

за умови  $\sum_i^n g_i = 1$ . У цій формулі  $a_{ij}$  – елементи матриці парних порівнянь.

3) Визначення матриць переваг товарів за факторами.

Порівнюючи попарно товари за кожним із факторів і записуючи ці порівняння як відношення переваги (4.22 – 4.23), отримаємо дві ( $n = 2$ ) матриці ( $B, D$ ) порядку  $m$  (за кількістю факторів):

- матриця переваг товарів за прибутковістю  $B$ :

$$B = \{b_{ij}\}_m^m = \begin{pmatrix} 1 & b_{12} & \dots & b_{1m} \\ b_{21} & 1 & \dots & b_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mm} \end{pmatrix}, \quad (4.26)$$

де:  $b_{ij} = \frac{R_i}{R_j}$ ;

- матриця переваг товарів за рейтингом  $D$ :

$$D = \{d_{ij}\}_m = \begin{pmatrix} 1 & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & 1 & \dots & d_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mm} \end{pmatrix}, \quad (4.27)$$

де:  $d_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \frac{U_{ik}}{U_{jk}}$ ,  $N$  – кількість експертів ( $N = 10$ ).

У цьому випадку  $d_{ij}$  визначається усередненням відношень експертних оцінок. Наприклад:

$$\frac{T1}{T2} \Rightarrow d_{12} = \frac{1}{10} \sum_{k=1}^{10} \frac{U_{1k}}{U_{2k}}; \quad \frac{T1}{T3} \Rightarrow d_{13} = \frac{1}{10} \sum_{k=1}^{10} \frac{U_{1k}}{U_{3k}}; \quad \text{тощо.}$$

4) Вагові коефіцієнти переваги товарів за факторами.

Використовуючи для розрахунків формулу (4.25), для матриць (4.26 – 4.27) отримаємо два відповідних їм вагових вектора  $Gb$  і  $Gd$ :

$$Gb = \{gb_i\}_1^m = \begin{pmatrix} gb_1 \\ gb_2 \\ \vdots \\ gb_m \end{pmatrix}, \quad Gd = \{gd_i\}_1^m = \begin{pmatrix} gd_1 \\ gd_2 \\ \vdots \\ gd_m \end{pmatrix}, \quad (4.28)$$

з яких формується агрегована вагова матриця варіантів рішень:

$$H = \{h_i\}_2^m = \begin{pmatrix} gb_1 & gd_1 \\ gb_2 & gd_2 \\ \vdots & \vdots \\ gb_m & gd_m \end{pmatrix}. \quad (4.29)$$

5) Вагові коефіцієнти комерційної цінності товарів.

Кінцевим рішенням задачі визначення вагових коефіцієнтів товарів є вектор  $V$ , який визначається як добуток матриці  $H$  (4.29) на вектор  $G$  (4.24):

$$V = \{v_i\}_1^m = H \cdot G = \begin{pmatrix} gb_1 & gd_1 \\ gb_2 & gd_2 \\ \vdots & \vdots \\ gb_m & gd_m \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_m \end{pmatrix}. \quad (4.30)$$

Розрахункова форма для обчислень вагових коефіцієнтів за формулою (4.25) представлена в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахункова форма для обчислення вагових коефіцієнтів

$m =$		$n =$		
$i \downarrow$	Матриця А $j \rightarrow$			
	1			
		1		
			1	
				1
$\sum a_{ij}$				

Проміжна матриця $a_{ij} / \sum a_{ij}$			

Вага $g_i$
1

$\Sigma =$

Порядок виконання розрахунків вагових коефіцієнтів товарів у табличному процесорі Excel такий:

- 1) Підготувати таблицю вихідних даних у вигляді табл. 4.9.
- 2) Сформувати одиничну матрицю А (діагональні елементи дорівнюють 1).

3) Сформувати матрицю переваг факторів за правилом (4.22 – 4.23), використовуючи значення значущості факторів та вводячи результат порівняння рядками праворуч від діагональних елементів. Наприклад:

$$a_{12} = \frac{W_R}{W_U}.$$

4) Виконати перетворення елементів матриці. Тобто заповнити елементи матриці, що залишилися вільними зліва від діагоналі, значеннями

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}.$$

5) Обчислити ваговий вектор факторів  $G$  за формулою (4.25), використовуючи форму табл. 4.8.

6) Сформувати діагональну матрицю  $B$  розміром  $m \times m$  для визначення вагового вектора  $Gb$  (4.26, 4.28) (вектор переваг варіантів за фактором  $R$ ).

7) Заповнити матрицю  $B$  (4.26) так само, як описано в пп. 3 – 4, використовуючи значення фактора  $R$  з табл. 4.9.

8) Розрахувати ваговий вектор  $Gb$  так само, як описано в п. 5.

9) Повторити пп. 6 – 8 для обчислення вагового вектора  $Gd$  (4.28). Ця операція легко виконується засобами копіювання з наступним редагуванням.

10) Сформуванати зведену вагову матрицю  $H$  (4.29) шляхом агрегування часткових рішень (векторів  $Gb$  та  $Gd$ ).

*Примітка:* Матриця формується в одній суцільній області листа Excel.

11) Визначити результуючий ваговий вектор  $V$  (4.30) шляхом множення матриці  $H$  на вектор  $G$ . Для цього слід використовувати функцію множення матриць:

$$=МУМНОЖ(;;).$$

Таблиця 4.9 – Форма подання даних для МВП-аналізу (приклад)

Товар	Прибутковість, $R$		Рейтинг, $U$	
T3				
T22				
T2				
⋮	⋮		⋮	
Значимість фактора:	$W_R =$		$W_U =$	

Процедура множення матриць в Excel:

1) Виділити область під відповідь. В даному випадку це стовпець розміром  $m$  – за кількістю найменувань товарів.

2) У виділеній області ввести знак =.

3) Вибрати функцію «МУМНОЖ».

4) У діалоговому вікні ввести матриці, що перемножуються:

Масив 1 – матриця  $H$ ;

Масив 2 – вектор  $G$ .

5) Після введення масивів натиснути одночасно комбінацію клавіш Shift+Ctrl+Enter.

У виділену область буде виведено результат –  $V$  вектор.

#### 4.4.2 Розрахунок необхідних бюджетів товарів

Необхідні бюджети товарів з урахуванням їхньої комерційної значимості  $v_i$  обчислюються за формулою:

$$B_i = B_A \cdot v_i, \quad (4.31)$$

де:  $B_A$  – загальний бюджет товарів групи А.

Розраховані таким чином бюджети відрізняються від бажаних (оптимальних)  $S_{0i}$ , що отримані з моделі господарського ризику (4.21), зате задовольняють вимогу обмеження на загальний бюджет групи  $B_A$ .

#### 4.4.3 Розрахунок оптимальних бюджетів з урахуванням обмежень

Для визначення оптимальних бюджетів товарів з урахуванням обмеження на груповий бюджет необхідно вирішити таке завдання математичного програмування:

Мінімізувати цільову функцію

$$F = \sum_{i=1}^m (Z_i - B_i)^2 \rightarrow \min \quad (4.32)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{i=1}^m Z_i = B_A ;$$

$$Z_i \leq S_{0i} \text{ для всіх } i=1, 2, \dots, m.$$

У моделі (4.32)  $Z_i$  – шукані оптимальні бюджети  $m$  товарів групи А. У даній моделі бюджети товарів не перевищують оптимальних за ризиком і коригуються з урахуванням значущості товарів для компанії. Для розв’язання цієї задачі необхідно використовувати інструмент «ПОШУК РОЗВ’ЯЗАННЯ». Розрахункова форма для організації обчислень представлена у табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Розрахункова форма для оптимізації бюджетів та розрахунку обсягів закупівель товарів (приклад)

Загальний бюджет товарів групи А					$B_A =$	
Товар	$C_i^{ПВ}$	$B_i$	$S_{0i}$	$Z_i$	$(Z_i - B_i)^2$	$Q_{0i} = \frac{Z_i}{C_i^{ПВ}}$
Т3						
Т22						
Т2						
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Сума:				$\Sigma$	$\Sigma$	

*Примітка:* Початкові значення  $Z_i$  слід встановити рівним значенням  $S_{0i}$ . Цільовою коміркою є комірка зі значенням цільової функції (4.32).

#### 4.4.4 Розрахунок обсягів закупівель з урахуванням обмежень

Оптимальний план закупівель товарів групи А з урахуванням обмеження на бюджет розраховується після вирішення завдання (4.32) за такою формулою:

$$Q_{0i} = \frac{Z_i}{C_i^{ПВ}}, \quad (4.33)$$

де:  $C_i^{ПВ}$  – витрати, пов'язані з придбанням одиниці  $i$ -го товару (див. п. 4.1.1).

Розрахункова форма для завдань (4.32 – 4.33) загальна та представлена в табл. 4.10. Рішення (4.33) є остаточним і є затвердженим планом закупівель товарів групи А.

## 5. ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

### 5.1 Вихідні дані для виконання курсового проєкту

Вихідні дані для виконання курсового проєкту вибираються з таблиць 5.1 – 5.4. Дані з першої таблиці є загальними, а дані з інших таблиць вибираються за номером варіанту.

Перша таблиця (табл. 5.1) є базовою, тобто є спільною для всіх завдань. У ній наведено дані про динаміку продажів товарів в умовних одиницях  $Q_i$  за перші 6 місяців роботи компанії. Для кожного з товарів, що мають найменування T1...T28, у цій же таблиці наведено рейтинг (значимість товару)  $U_i$  у балах.

Таблиця 5.1 – Рейтинг та обсяги продажів товарів за 6 місяців.

Товар	Обсяги продажів за місяцями, $Q_i$						Рейтинг, $U_i$
	1 місяць	2 місяць	3 місяць	4 місяць	5 місяць	6 місяць	
T1	80	85	81	90	87	95	80
T2	160	150	170	168	190	187	85
T3	250	260	260	280	270	290	90
T4	180	180	170	160	165	160	70
T5	60	65	65	63	67	68	85
T6	70	73	72	78	76	77	80
T7	28	33	30	37	36	38	60
T8	130	125	120	130	120	115	75
T9	100	115	110	112	115	118	80
T10	250	240	240	245	230	235	90
T11	35	38	40	39	46	47	83
T12	50	55	54	56	58	57	70
T13	70	78	75	76	80	87	65
T14	98	105	100	103	107	108	50
T15	100	108	110	112	117	118	78
T16	120	128	125	135	133	137	85
T17	140	150	150	152	157	158	88
T18	270	272	265	260	258	250	90
T19	260	262	258	264	265	269	70
T20	320	322	318	310	312	308	30
T21	330	328	327	320	315	312	40
T22	265	263	270	275	274	276	55
T23	200	203	202	207	206	208	70
T24	210	211	205	200	198	195	80
T25	110	115	122	132	130	135	45
T26	115	118	117	121	126	127	35
T27	80	87	85	87	89	93	25
T28	65	68	72	74	78	79	50

До даних із табл. 5.1 додаються результати продажу товарів у 7-му місяці (табл. 5.2). Номер стовпця, що додається, вибирається за номером студента в журналі групи. Таким чином, для розрахунків вихідні дані мають бути подані у вигляді таблиці з даними про продаж за 7 місяців.

Таблиця 5.2 – Обсяги продажів товарів у 7 місяці,  $Q_7$

Товар	Порядковий номер у журналі групи									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	100	101	102	103	104	105	99	98	97	96
T2	200	199	204	194	196	198	202	203	197	201
T3	300	294	295	296	298	301	302	303	296	297
T4	150	151	152	152,5	149	148	147	146	145	147,5
T5	70	70,5	71	72	72,5	69,5	69	71,5	68,5	72,5
T6	80	79	79,5	80,5	81	81,5	82	82,5	81,8	79,3
T7	40	39	39,5	39,7	40,3	40,5	40,7	41	41,2	41,5
T8	110	111	112	109	109,5	108,5	108	110,5	111,5	107,5
T9	120	120,5	121	122	122,5	119	119,5	123	118,5	121,5
T10	230	228	227	227,5	229	229,5	230,5	231	229,7	228,5
T11	50	48,6	49	49,5	49,8	50,4	51	51,3	51,6	52
T12	60	57,8	58	58,4	59	59,5	60,4	61	61,6	62
T13	90	89	89,5	90,4	90,7	91	91,5	91,8	92	92,6
T14	110	109	110,4	110,9	111	111,5	109,5	112	108,6	112,4
T15	120	118,6	119	119,4	120,5	120,8	121	121,5	122	122,4
T16	140	138	138,5	139	139,5	140,5	141	141,4	141,8	142
T17	160	159	159,5	159,8	160,4	161	161,4	161,8	162	162,3
T18	250	252	253,5	253	251	250,5	249,5	249	248,5	248
T19	270	270,5	271	271,3	269,5	271,8	272	272,4	272,9	273,1
T20	305	304	303,5	303,3	303	302,5	302	305,5	302,7	301,6
T21	310	311	310,5	309,7	309,2	309	308,7	308,2	308	307,5
T22	280	278	278,6	279	279,5	280,5	281	281,5	282	282,5
T23	210	209	209,3	209,6	210,3	210,9	211,2	211,7	212	212,5
T24	190	191	192,5	192	191,5	190,5	189,5	189	188,6	187,8
T25	140	139,5	137,5	138	138,5	139	140,5	141	141,5	142
T26	130	129	129,5	130,5	130,8	11,5	131,3	132	132,4	132,7
T27	95	94	94,5	95,3	95,7	96	96,4	96,8	97	97,4
T28	80	79,7	79,5	80,3	80,6	80,9	81	81,3	81,6	82

Вартісні дані по кожному товару представлені в табл. 5.3. Ці дані, розміщені у п'яти стовпцях ( $C^{\text{ПЦ}}, C^{\text{ЗЦ}}, C^{\text{ВТ}}, C^{\text{ВЗ}}, C^{\text{ВР}}$ ), вибираються за номером студента у журналі групи. Номер варіанта завдання розміщено у заголовку цієї таблиці.

Таблиця 5.3 – Вибір вартісних даних за номером студента у журналі групи, у. о.

Товар	1					2					3					4					5				
	$C_{\text{пц}}$	$C_{\text{зц}}$	$C_{\text{вт}}$	$C_{\text{вз}}$	$C_{\text{вр}}$	$C_{\text{пц}}$	$C_{\text{зц}}$	$C_{\text{вт}}$	$C_{\text{вз}}$	$C_{\text{вр}}$	$C_{\text{пц}}$	$C_{\text{зц}}$	$C_{\text{вт}}$	$C_{\text{вз}}$	$C_{\text{вр}}$	$C_{\text{пц}}$	$C_{\text{зц}}$	$C_{\text{вт}}$	$C_{\text{вз}}$	$C_{\text{вр}}$	$C_{\text{пц}}$	$C_{\text{зц}}$	$C_{\text{вт}}$	$C_{\text{вз}}$	$C_{\text{вр}}$
T1	15	10	0,5	0,2	0,3	26	20	0,3	0,3	0,4	17	12	0,4	0,1	0,5	16	12	0,6	0,3	0,2	18	12	0,5	0,2	0,2
T2	13	8	0,45	0,25	0,3	36	30	0,3	0,3	0,4	19	15	0,65	0,15	0,2	23	17	0,6	0,3	0,2	10	6	0,7	0,2	0,1
T3	12	7	0,6	0,2	0,2	34	25	0,3	0,3	0,4	8	5	0,5	0,25	0,3	14	10	0,7	0,2	0,1	14	9	0,8	0,1	0,1
T4	20	15	0,55	0,15	0,3	17	12	0,4	0,1	0,5	11	7	0,5	0,3	0,3	15	11	0,8	0,2	0,1	10	7	0,8	0,15	0,1
T5	26	20	0,3	0,3	0,4	19	15	0,65	0,15	0,2	16	12	0,6	0,3	0,2	18	12	0,5	0,2	0,2	6	4	0,8	0,1	0,1
T6	36	30	0,3	0,3	0,4	8	5	0,5	0,25	0,3	23	17	0,6	0,3	0,2	10	6	0,7	0,2	0,1	7	3	0,8	0,1	0,1
T7	34	25	0,3	0,3	0,4	11	7	0,5	0,3	0,3	14	10	0,7	0,2	0,1	14	9	0,8	0,1	0,1	13	8	0,8	0,2	0,1
T8	17	12	0,4	0,1	0,5	16	12	0,6	0,3	0,2	15	11	0,8	0,2	0,1	10	7	0,8	0,15	0,1	5	2	0,7	0,2	0,15
T9	19	15	0,65	0,15	0,2	23	17	0,6	0,3	0,2	18	12	0,5	0,2	0,2	6	4	0,8	0,1	0,1	23	17	0,7	0,1	0,15
T10	8	5	0,5	0,25	0,3	14	10	0,7	0,2	0,1	10	6	0,7	0,2	0,1	7	3	0,8	0,1	0,1	26	20	0,8	0,1	0,15
T11	11	7	0,5	0,3	0,3	15	11	0,8	0,2	0,1	14	9	0,8	0,1	0,1	13	8	0,8	0,2	0,1	8	5	0,9	0,1	0,15
T12	16	12	0,6	0,3	0,2	18	12	0,5	0,2	0,2	10	7	0,8	0,15	0,1	5	2	0,7	0,2	0,15	10	6	0,8	0,2	0,2
T13	23	17	0,6	0,3	0,2	10	6	0,7	0,2	0,1	6	4	0,8	0,1	0,1	23	17	0,7	0,1	0,15	11	4	0,7	0,2	0,2
T14	14	10	0,7	0,2	0,1	14	9	0,8	0,1	0,1	7	3	0,8	0,1	0,1	26	20	0,8	0,1	0,15	15	10	0,5	0,2	0,3
T15	15	11	0,8	0,2	0,1	10	7	0,8	0,15	0,1	13	8	0,8	0,2	0,1	8	5	0,9	0,1	0,15	13	8	0,45	0,25	0,3
T16	18	12	0,5	0,2	0,2	6	4	0,8	0,1	0,1	5	2	0,7	0,2	0,15	10	6	0,8	0,2	0,2	12	7	0,6	0,2	0,2
T17	10	6	0,7	0,2	0,1	7	3	0,8	0,1	0,1	23	17	0,7	0,1	0,15	11	4	0,7	0,2	0,2	20	15	0,55	0,15	0,3
T18	14	9	0,8	0,1	0,1	13	8	0,8	0,2	0,1	26	20	0,8	0,1	0,15	15	10	0,5	0,2	0,3	26	20	0,3	0,3	0,4
T19	10	7	0,8	0,15	0,1	5	2	0,7	0,2	0,15	8	5	0,9	0,1	0,15	13	8	0,45	0,25	0,3	36	30	0,3	0,3	0,4
T20	6	4	0,8	0,1	0,1	23	17	0,7	0,1	0,15	10	6	0,8	0,2	0,2	12	7	0,6	0,2	0,2	34	25	0,3	0,3	0,4
T21	7	3	0,8	0,1	0,1	26	20	0,8	0,1	0,15	11	4	0,7	0,2	0,2	20	15	0,55	0,15	0,3	17	12	0,4	0,1	0,5
T22	13	8	0,8	0,2	0,1	8	5	0,9	0,1	0,15	15	10	0,5	0,2	0,3	26	20	0,3	0,3	0,4	19	15	0,65	0,15	0,2
T23	5	2	0,7	0,2	0,15	10	6	0,8	0,2	0,2	13	8	0,45	0,25	0,3	36	30	0,3	0,3	0,4	8	5	0,5	0,25	0,3
T24	23	17	0,7	0,1	0,15	11	4	0,7	0,2	0,2	12	7	0,6	0,2	0,2	34	25	0,3	0,3	0,4	11	7	0,5	0,3	0,3
T25	26	20	0,8	0,1	0,15	15	10	0,5	0,2	0,3	20	15	0,55	0,15	0,3	17	12	0,4	0,1	0,5	16	12	0,6	0,3	0,2
T26	8	5	0,9	0,1	0,15	13	8	0,45	0,25	0,3	26	20	0,3	0,3	0,4	19	15	0,65	0,15	0,2	23	17	0,6	0,3	0,2
T27	10	6	0,8	0,2	0,2	12	7	0,6	0,2	0,2	36	30	0,3	0,3	0,4	8	5	0,5	0,25	0,3	14	10	0,7	0,2	0,1
T28	11	4	0,7	0,2	0,2	20	15	0,55	0,15	0,3	34	25	0,3	0,3	0,4	11	7	0,5	0,3	0,3	15	11	0,8	0,2	0,1

Кінець таблиці 5.3

Товар	6					7					8					9					10				
	C <sub>пц</sub>	C <sub>зц</sub>	C <sub>вт</sub>	C <sub>вз</sub>	C <sub>вр</sub>	C <sub>пц</sub>	C <sub>зц</sub>	C <sub>вт</sub>	C <sub>вз</sub>	C <sub>вр</sub>	C <sub>пц</sub>	C <sub>зц</sub>	C <sub>вт</sub>	C <sub>вз</sub>	C <sub>вр</sub>	C <sub>пц</sub>	C <sub>зц</sub>	C <sub>вт</sub>	C <sub>вз</sub>	C <sub>вр</sub>	C <sub>пц</sub>	C <sub>зц</sub>	C <sub>вт</sub>	C <sub>вз</sub>	C <sub>вр</sub>
T1	6	4	0,8	0,1	0,1	23	17	0,7	0,1	0,15	11	4	0,7	0,2	0,2	20	15	0,55	0,15	0,3	17	12	0,4	0,1	0,5
T2	7	3	0,8	0,1	0,1	26	20	0,8	0,1	0,15	15	10	0,5	0,2	0,3	26	20	0,3	0,3	0,4	19	15	0,65	0,15	0,2
T3	13	8	0,8	0,2	0,1	8	5	0,9	0,1	0,15	13	8	0,45	0,25	0,3	36	30	0,3	0,3	0,4	8	5	0,5	0,25	0,3
T4	5	2	0,7	0,2	0,15	10	6	0,8	0,2	0,2	12	7	0,6	0,2	0,2	34	25	0,3	0,3	0,4	11	7	0,5	0,3	0,3
T5	23	17	0,7	0,1	0,15	11	4	0,7	0,2	0,2	20	15	0,55	0,15	0,3	17	12	0,4	0,1	0,5	16	12	0,6	0,3	0,2
T6	26	20	0,8	0,1	0,15	15	10	0,5	0,2	0,3	26	20	0,3	0,3	0,4	19	15	0,65	0,15	0,2	23	17	0,6	0,3	0,2
T7	8	5	0,9	0,1	0,15	13	8	0,45	0,25	0,3	36	30	0,3	0,3	0,4	8	5	0,5	0,25	0,3	14	10	0,7	0,2	0,1
T8	10	6	0,8	0,2	0,2	12	7	0,6	0,2	0,2	34	25	0,3	0,3	0,4	11	7	0,5	0,3	0,3	15	11	0,8	0,2	0,1
T9	11	4	0,7	0,2	0,2	20	15	0,55	0,15	0,3	17	12	0,4	0,1	0,5	16	12	0,6	0,3	0,2	18	12	0,5	0,2	0,2
T10	15	10	0,5	0,2	0,3	26	20	0,3	0,3	0,4	19	15	0,65	0,15	0,2	23	17	0,6	0,3	0,2	10	6	0,7	0,2	0,1
T11	13	8	0,45	0,25	0,3	36	30	0,3	0,3	0,4	8	5	0,5	0,25	0,3	14	10	0,7	0,2	0,1	14	9	0,8	0,1	0,1
T12	12	7	0,6	0,2	0,2	34	25	0,3	0,3	0,4	11	7	0,5	0,3	0,3	15	11	0,8	0,2	0,1	10	7	0,8	0,15	0,1
T13	20	15	0,55	0,15	0,3	17	12	0,4	0,1	0,5	16	12	0,6	0,3	0,2	18	12	0,5	0,2	0,2	6	4	0,8	0,1	0,1
T14	26	20	0,3	0,3	0,4	19	15	0,65	0,15	0,2	23	17	0,6	0,3	0,2	10	6	0,7	0,2	0,1	7	3	0,8	0,1	0,1
T15	36	30	0,3	0,3	0,4	8	5	0,5	0,25	0,3	14	10	0,7	0,2	0,1	14	9	0,8	0,1	0,1	13	8	0,8	0,2	0,1
T16	34	25	0,3	0,3	0,4	11	7	0,5	0,3	0,3	15	10	0,8	0,2	0,1	10	7	0,8	0,15	0,1	5	2	0,7	0,2	0,15
T17	17	12	0,4	0,1	0,5	16	12	0,6	0,3	0,2	18	12	0,5	0,2	0,2	6	4	0,8	0,1	0,1	23	17	0,7	0,1	0,15
T18	19	15	0,65	0,15	0,2	23	17	0,6	0,3	0,2	10	6	0,7	0,2	0,1	7	3	0,8	0,1	0,1	26	20	0,8	0,1	0,15
T19	8	5	0,5	0,25	0,3	14	10	0,7	0,2	0,1	14	9	0,8	0,1	0,1	13	8	0,8	0,2	0,1	8	5	0,9	0,1	0,15
T20	11	7	0,5	0,3	0,3	15	11	0,8	0,2	0,1	10	7	0,8	0,15	0,1	5	2	0,7	0,2	0,15	10	6	0,8	0,2	0,2
T21	16	12	0,6	0,3	0,2	18	12	0,5	0,2	0,2	6	4	0,8	0,1	0,1	23	17	0,7	0,1	0,15	11	4	0,7	0,2	0,2
T22	23	17	0,6	0,3	0,2	10	6	0,7	0,2	0,1	7	3	0,8	0,1	0,1	26	20	0,8	0,1	0,15	15	10	0,5	0,2	0,3
T23	14	10	0,7	0,2	0,1	14	9	0,8	0,1	0,1	13	8	0,8	0,2	0,1	8	5	0,9	0,1	0,15	13	8	0,45	0,25	0,3
T24	15	11	0,8	0,2	0,1	10	7	0,8	0,15	0,1	5	2	0,7	0,2	0,15	10	6	0,8	0,2	0,2	12	7	0,6	0,2	0,2
T25	18	12	0,5	0,2	0,2	6	4	0,8	0,1	0,1	23	17	0,7	0,1	0,15	11	4	0,7	0,2	0,2	20	15	0,55	0,15	0,3
T26	10	6	0,7	0,2	0,1	7	3	0,8	0,1	0,1	26	20	0,8	0,1	0,15	15	10	0,5	0,2	0,3	26	20	0,3	0,3	0,4
T27	14	9	0,8	0,1	0,1	13	8	0,8	0,2	0,1	8	5	0,9	0,1	0,15	13	8	0,45	0,25	0,3	36	30	0,3	0,3	0,4
T28	10	7	0,8	0,15	0,1	5	2	0,7	0,2	0,15	10	6	0,8	0,2	0,2	12	7	0,6	0,2	0,2	34	25	0,3	0,3	0,4

У табл. 5.4 представлені додаткові дані для виконання курсового проекту, що обираються за номером студента у журналі групи.

Таблиця 5.4 – Додаткові дані для курсового проєктування

Параметр	Порядковий номер у журналі групи										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Загальний бюджет, тис. у. о., $B_3$	45	44	43	40	37	38	45,5	41	39	40,5	
Горизонт прогнозування, $\Delta t$	3	4	2	1	3	2	1	4	3	2	
Довірча ймовірність, $\beta$	0,1	0,15	0,05	0,15	0,1	0,05	0,15	0,1	0,05	0,1	
Відсоткова ставка, $\gamma$	5	4	6	7	8	4	5	6	7	8	
Значущість факторів, %	$W_R$	50	60	70	65	55	80	75	40	30	45
	$W_U$	50	40	30	35	45	20	25	60	70	55

Вибрані із зазначених таблиць дані становлять завдання на проєктування та повинні бути поміщені на другій сторінці пояснювальної записки як «Вихідні дані для проєктування».

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Вітлінський В.В., Терещенко Т.О., Савіна С.С. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2016. 303 с.
2. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. / За ред. О.Т. Іващука. Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. 704 с.
3. Крикавський Є.В. Логістика для економістів : підручник. 2-е видання, виправлене і доповнене. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. 476 с. URL : <https://textbook.com.ua/logistika/1473450845>.
4. Логістика постачання, виробництва і дистрибуції : навч. посіб. Григорак М.Ю. та ін. Київ : НАУ, 2017. 364 с. URL : [https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/40668/1/Posibnyk\\_LPVD%20%283%29.pdf](https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/40668/1/Posibnyk_LPVD%20%283%29.pdf).
5. Математичні моделі в менеджменті та маркетингу : навч. посіб. / за заг. ред. О. В. Кузьменко. Суми : Видавництво «Ярославна», 2020. 214 с. URL : [https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/83963/1/Kuzmenko\\_Mathematical\\_models.pdf](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/83963/1/Kuzmenko_Mathematical_models.pdf).
6. Савченко Л.В., Григорак М.Ю. Економіко-математичні методи в логістиці : навч. посіб. Київ : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2016. 284 с.
7. Сисоєв В.В. Моделювання бізнес-процесів у логістиці: лабораторний практикум для студентів спеціальності 073 «Менеджмент» спеціалізації «Логістика» другого (магістерського) рівня. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. 72 с. URL : <http://www.repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/15719/1/2016-Сисоєв%20В%20В.pdf>.
8. СТЗВО-ХПІ-3.01-2021 ССОНП. Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання (зі змінами). URL : <https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2022/12/STZVO-HPI-3.01-2021-SSONP.-Tekstovi-dokumenty-u-sferi-navchalnogo-protsesu.-Zagalni-vimogi-do-vikonannya-zi-zminami.pdf>.

Зразок титульного аркушу курсового проекту

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра підприємництва, торгівлі і логістики

**КУРСОВИЙ ПРОЄКТ**  
**з навчальної дисципліни**  
**«Технологія прийняття рішень в логістиці»**

Варіант № \_\_\_\_

Виконавець: студент(ка) групи БЕМ-\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Оцінка: \_\_\_\_\_

Харків 20 \_\_\_\_

## Зразок завдання на курсовий проєкт

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
 «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра підприємництва, торгівлі і логістики

## ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

студенту БЕМ- \_\_\_\_\_  
 (група) (прізвище, ім'я, по-батькові)

Тема курсового проєкту «Курсовий проєкт з навчальної дисципліни  
 «Технологія прийняття рішень в логістиці»»

Термін здачі закінченого проєкту «  » \_\_\_\_\_ 20   р.

Вихідні дані згідно з варіантом № \_\_\_\_\_

Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

1. ABC-аналіз прибутковості товарів.
2. Прогнозування продаж товарів групи А.
3. Визначення оптимальних розмірів замовлень товарів.
4. Визначення обсягів закупівель товарів групи А при обмеженому бюджеті.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових рисунків)

1. Діаграма Парето: ABC аналіз номенклатури товарів.
2. Графік результатів прогнозування продажу товарів групи А.

Керівник \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
 (посада) (підпис) (ім'я та прізвище)  
 «  » \_\_\_\_\_ 20   р.

Студент(ка) \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
 (підпис) (ім'я та прізвище)  
 «  » \_\_\_\_\_ 20   р.