

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

Кафедра економічної кібернетики

Методичні рекомендації
для практичної роботи
з дисципліни
«Сучасні концепції розвитку цифрової
економіки»

для здобувачів третього освітньо-наукового рівня доктор філософії ОНП
«Економіка»

Тернопіль 2023

Методичні рекомендації для практичної роботи з дисципліни «Сучасні концепції розвитку цифрової економіки» для здобувачів третього освітньо-наукового рівня доктор філософії ОНП «Економіка». Укладачі: к.е.н., доцент Гарматій Н.М. Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя. 2023. 60 с.

Укладачі:

Гарматій Наталія Михайлівна, к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики ТНТУ імені І. Пулюя

Рецензенти:

Мартиняк Ірина Олександрівна, к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики ТНТУ імені І. Пулюя

Методичні вказівки розглянуті і затверджені на засіданні кафедри економічної кібернетики Протокол N 1__ від __30 серпня 2023р.

Схвалені засіданням науково-методичної комісії факультету економіки та менеджментуПротокол N 2__ від _04 вересня 2023р.

Зміст

1. Загальні положення.....	3
2. Практичні роботи	6
4. Критерії оцінювання результатів навчання студентів55.....	54
5. Рекомендована література	55

Загальні положення

Навчальний процес з курсу будується на сполученні лекцій, практичних занять та самостійної роботи студентів. Методичним забезпеченням предмету є: тези лекцій, кейси, тестові завдання, додаткові інформаційні матеріали, ілюстративні матеріали до тем курсу.

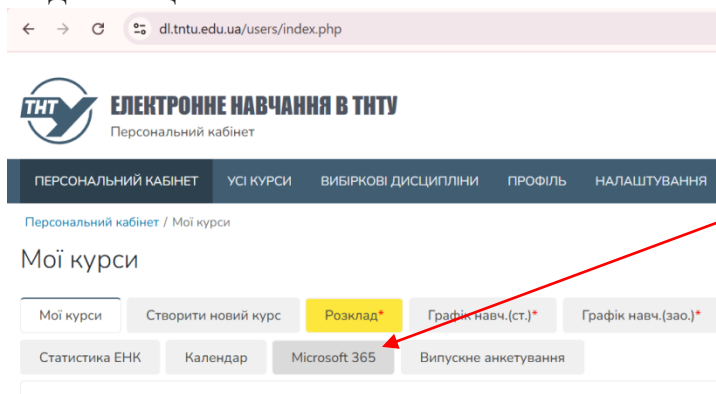
Лекційні заняття призначені для теоретичного осмислення й узагальнення складних розділів курсу, що висвітлюються в основному на проблемному рівні.

Практичні заняття є аудиторними, можуть проводитися у вигляді семінарів. Вони призначені для закріплення і більш глибокого вивчення визначених аспектів лекційного матеріалу на практиці.

Самостійна робота є поза аудиторною і призначена для самостійного ознайомлення студента з визначеними розділами курсу по рекомендованих викладачем матеріалах і підготовки до виконання індивідуальних завдань.

При викладанні дисципліни використовується широке коло матеріалів для мультимедійного супроводу, контрольні-тестові програми для проведення модульного контролю, засоби Інтернет для самостійної роботи.

Розрахункові роботи, презентації рекомендовано проводити з використанням пакету програм MS Office або Microsoft 365, який є доступним користувачам системи дистанційного навчання ТНТУ.



Microsoft 365

В ході роботи над курсом студенти знайомляться з особливостями програмного продукту Matlab . MATLAB-ONLINE. URL: <https://www.mathworks.com/products/matlab-online.html> ; International Monetary Fund/ URL: / <https://www.imf.org/en/Home>

Зверніть увагу! Доступ до безкоштовної Демо версії продукту активний протягом одного місяця. Тому всі завдання, передбачені програмою курсу слід виконувати згідно графіку.

Також здобувачі за бажанням можуть використовувати інші програмні продукти та хмарні сервіси, наприклад, Canva для підготовки презентацій, Worksection як інструмент для планування роботи та управління командою та ін.

Всі матеріали курсу розміщено в системі електронного навчання ТНТУ за посиланням <https://dl.tntu.edu.ua/>. Для того, щоб отримати доступ, необхідно зареєструватися в системі, надіслати запит на доєднання до курсу ID 2058.

Робочою програмою курсу передбачено наступні види самостійної роботи студента:

1. Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять\семінарів
2. Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції
3. Виконання індивідуальних завдань
4. Підготовка та складання екзамену, контрольних робіт, рефератів, есе, тестування

Перед початком роботи з курсом рекомендуємо уважно ознайомитися із тематичним змістом курсу та рекомендованим розподілом часу на опрацювання теоретичного матеріалу, підготовки до практичних занять та часу на виконання завдань, винесених на самостійне опрацювання, викладеними у розділі «Загальні відомості про курс». Це допоможе вам ефективніше спланувати час, відведений на роботу з курсом, підкаже, які питання потребують більш детального опрацювання.

При підготовці до практичних занять (семінарів); опрацюванні окремих розділів програми, які не виносяться на лекції; підготовці та складанні контрольних робіт, рефератів, есе, тестування дотримуйтеся основних принципів академічної доброчесності.

Під час роботи з матеріалами курсу дотримуйтеся наступного алгоритму:

1. Уважно ознайомтеся із змістом лекційного матеріалу за темою
2. Перегляньте презентацію
3. Особливу увагу приділіть вивченню термінів, винесених у словник або виділених у тексті, а також пов'язаних із ними термінів
4. Перевірте питання, винесені на самостійне опрацювання
5. Законспектуйте матеріал лекції, дотримуючись Плану (обсяг конспекту – до 2-х повних сторінок).
6. За можливості, опрацюйте додаткові матеріали для кращого розуміння теми (див. меню Друковані та Інтернет-джерела або Аудіо- та відео навчальні матеріали)
7. Перейдіть до завдань практичних занять за темою
8. Перевірте, чи законспектований матеріал відповідає питанням, винесеним на обговорення
9. За потреби, доповніть конспект короткими відповідями на питання практичних занять, активно використовуйте підкреслення та виділення кольором.
10. Виконані практичні завдання рекомендуємо зберегти у документ Ворд; назва файлу має містити назву теми та прізвище виконавця. За потреби використовуйте фото ваших письмових відповідей або PrintScrin кожного етапу при роботі із хмарними сервісами або платформами. Файл завантажте у скриньку завдань.

11. Будьте готові, що викладач може просити повторити всі дії під час захисту практичних.

12. При виконанні індивідуальних завдань самостійної роботи особливу увагу приділяйте актуальності зібраної інформації. Надавайте перевагу практичним відомостям над теоретичними.

13. Якщо студент навчається дистанційно, то виконані завдання необхідно завантажувати у скриньку завдань.

ВАЖЛИВО!

Під час роботи над курсом, складання тестових завдань, виконання індивідуальних завдань, дотримуйтеся принципів академічної доброчесності, зокрема:

- складайте тести самостійно, без використання додаткових джерел інформації чи консультацій із сторонніми особами;
- завжди вказуйте посилання на джерело інформації, коли використовуєте напрацювання інших;
- завантажуйте у скриньку завдань лише роботи, які ви виконали особисто.

Матеріал курсу умовно розділено на два модулі, до кожного з яких передбачено питання гарантованого рівня знань. Використовуйте підготований раніше конспект теоретичного матеріалу курсу та додаткову літературу щоб перевірити себе.

При підготовці до екзамену особливу увагу зверніть саме на вивчення цих питань.

Після опрацювання теоретичного матеріалу, перейдіть у меню Тест для самоконтролю та пройдіть запропоновані тести.

Перед початком вивчення курсу рекомендуємо вам перевірити рівень залишкових знань із предметів, визначених базовими для курсу

Якщо у вас виникають запитання, ви можете уточнити відомості щодо них у викладачів – інструкторів курсу у поточному навчальному році згідно графіку консультацій протягом семестру або на передекзаменаційній консультації.

Практична робота 1.

Тема: Економіко-математичне моделювання портфеля комерційного банку за моделлю Марковіца.

Мета: Набуття навичок математичного моделювання оптимального портфеля цінних паперів комерційної структури використовуючи Excel та програму Matcat.

Хід роботи:

1. Вхідні дані по цінних паперах одного із банків для виконання лабораторної роботи наведені в табл.1, табл.2

Табл.1

	дохідність	Частка%	Сума, тис. грн
векселі			
Акції кооперації	32	19,1	47336
Облігові корпорації	25,1	77,82	192861
Державні облігації	18	3,08	12897
Облігації місцевих позик			
інші	1,55		
Загалом портфель	26,58	100	205757

Табл.2

Показники дохідності (тис.грн)

	01.2006	01.2007	01.2008	01.2009
векселі	39,8	42	36	32
Акції кооперації	24,1	23,8	22,7	25
Облігові корпорації	28,2	27,2	20,4	25,1
Державні облігації	19,2	18,7	18,2	18
Облігації місцевих позик				

2. Розрахувати коефіцієнт регресії для всіх цінних паперів, та провести відповідний економічний аналіз та ступінь кореляції між собою цінних паперів.
3. Представити відповідні графіки по регресійній залежності(згідно таблиці 2).
4. Визначити за моделлю Марковіца оптимальну дохідність інвестиційного портфеля, використовуючи лекційні матеріали по моделюванні інвестиційного портфеля банку за моделлю Марковіца.
5. Визначити за моделлю Марковіца ризик інвестиційного портфеля при вхідному представленні цінних паперів, використовуючи лекційні матеріали по моделюванні інвестиційного портфеля банку за моделлю Марковіца.
6. До останньої цифри вхідних даних студенти додають першу цифру із залікової книги.
7. Розрахунки здійснити в Matlab.
8. Економічний аналіз представити у висновках.

Практичне заняття №4

«Моделювання портфеля комерційного банку за класично моделлю Марковіца при зазначених сценаріях розвитку»

Мета лабораторного заняття: дістати навички моделювання оптимального складу портфелю банку, та визначення рівня прибутковості портфеля банку при заданих рівнях дохідності та ризику цінних паперів.

Завдання лабораторного заняття:

- 1.Визначити очікувану дохідність акцій А та В.
- 2.Обчислити сподівану норму прибутку портфеля.
- 3.Визначити ступінь ризику дохідності акцій виду А та В.
- 4.Визначити загальний ризик портфелю за відповідною формулою.

Вхідні дані для виконання лабораторного заняття.

Інвестор є власником інвестиційного портфеля, який складається з двох видів акцій А та В. Прогнозують, що у майбутньому періоді економічна система може розвиватись згідно з п'ятьма прогнозованими сценаріям. Сподівані норми

дохідності цінних паперів відповідно до сценаріїв розвитку та ймовірність цих сценаріїв подано у табл.1

Таблиця 1

Сценарії розвитку економіки	Очікувана дохідність		Ймовірність сценарію розвитку економіки
	Акції виду А. m_1	Акції виду В, m_2	
Сценарій 1	18,6	35,0	0,3
Сценарій 2	16,7	26,7	0,3
Сценарій 3	12,5	21,5	0,2
Сценарій 4	11,3	18,3	0,1
Сценарій 5	9,6	11,5	0,1

Визначити дохідність і ризик портфелю, складеного з цих двох акцій, якщо частка акцій виду А становить x_1 35%.

Алгоритм виконання лабораторного заняття

1.Визначимо частку паперів виду В у портфелі. $x_2 = 1 - x_1$

2.Визначимо очікувану дохідність акцій А.

$$\mu_1 = M(m_1) = \sum_{l=1}^L P_l m_{1l}$$

де P_l - ймовірність по певному виду сценарію.

3.Таким же чином визначимо очікувану дохідність акцій В.

4.Ступінь ризику дохідності акцій А визначимо як дисперсію їхньої дохідності.

за такою формулою:

$$\delta_1^2 = \sigma^2(m_1) = \sum_{l=1}^L P_l (m_{1l} - \mu_1)^2$$

де m_{1l} - вид акцій А відповідно сценарію.

μ_1 - очікувана дохідність акцій А.

5. Величину ризику портфеля слід розрахувати за формулою.

$$\delta_p = \sqrt{x_1^2 \delta_1^2 + x_2^2 \delta_2^2 + 2x_1 x_2 \delta_1 \delta_2 p_{12}}$$

Якщо p_{12} - коефіцієнт кореляції, який = 0,97.

5. Результати розрахунків викласти у висновках.

Практичне заняття № 5

Тема: Економіко-математичне моделювання портфеля комерційного банку за моделлю Шарпа з використанням цифрових інформаційних систем.

Мета: Набуття навичок математичного моделювання оптимального портфеля за цінних паперів за моделлю Шарпа в програмі Matcat.

Хід роботи:

1. Використовуючи лекційний матеріал (моделювання оптимального портфеля цінних паперів за моделлю Шарпа) моделюванню за визначеною моделлю Шарпа провести розрахунки складу портфеля цінних паперів комерційного банку.

1. Вхідні дані для виконання лабораторної роботи наведені в табл.1, табл.2

Табл.1

	дохідність	Частка%	Сума, тис. грн
векселі			
Акції кооперації	32	19,1	47336
Облогові корпорації	25,1	77,82	192861
Державні облігації	18	3,08	12897
Облігації місцевих позик			
інші	1,55		
Загалом портфель	26,58	100	205757

Табл.2

Показники дохідності (тис.грн)

	01.2016	01.2017	01.2018	01.2019
векселі	39,8	42	36	32
Акції кооперації	24,1	23,8	22,7	25
Облогові корпорації	28,2	27,2	20,4	25,1
Державні облігації	19,2	18,7	18,2	18

Облігації місцевих позик				

2. Визначити за моделлю Шарпа оптимальну дохідність інвестиційного портфеля за такою формулою: $R_i = \bar{R}_i + \beta_i (R_{sp} - \bar{R}_{sp})$

де R_i - дохідність цінного паперу.

R_{sp} - дохідність одиничного портфелю.

β - коефіцієнт регресії.

$\bar{R}$ середня дохідність цінного паперу за минулі періоди.

$\bar{R}_{sp}$ - середня дохідність одиничного портфеля за минулі періоди.

Модель набуде математичного представлення:

$$\sum_{i=1}^N (\bar{R}_i W_i) + (R_{sp} - \bar{R}_{sp}) * \sum_{i=1}^N (\beta_i W_i) \longrightarrow \max$$

при обмеженні $\sum_{i=1}^N w_i = 1$

За дохідність одиничного портфеля у період t береться середнє значення дохідності цінних паперів, що його складають, за цей же період:

$$R_{sp}^T = \frac{\sum_{i=1}^N R_i^t}{T}$$

3. Розрахувати коефіцієнт регресії для всіх цінних паперів.

4. Визначити оптимально- дохідний склад інвестиційного портфеля.

5. Розрахунки здійснити в Matlab.

6. Економічний аналіз представити у висновках.

Практичне заняття 6.

Сучасні концепції кластерного аналізу в економічних процесах

Мета роботи: Засвоїти методику класифікації економетричних об'єктів за допомогою алгоритму кластерного аналізу.

Хід роботи:

Для класифікації шести підприємств, які характеризуються чотирма економічними показниками (Y_1 , Y_2 , Y_3 , X_1), потрібно:

- 1) знайти матрицю нормованих значень вихідних даних Z ;
- 2) побудувати матрицю відстаней між спостереженнями;
- 3) реалізувати ієрархічну агломеративну процедуру кластерного аналізу;
- 4) побудувати дендрограму;
- 5) описати економічне значення отриманих результатів.

Практичну роботу виконуємо в інформаційній програмі Matlab.

Варіанти завдань

Варіанти завдань дані в таблиці 2.

Таблиця 2

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

8	1, 6, 7,10, 12,15	21	3, 4, 7,8,10,13
9	2,5, 9,13.15,14	22	2, 5,8,10,11,15
10	7,9,10,11,12,13	23	3, 4, 8,10,12,15
11	2,3,7,11,13, 14	24	1, 4, 6, 7,10,13
12	3, 4, 6, 8, 10,15	25	1, 2, 3, 6, 8,11
13	4, 5, 6,10,13, 15		

Значення показників виробничо-господарської діяльності підприємств АПК приводяться в таблиці 3.

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Позначення і найменування показників:

Y_1 - продуктивність праці, тис. грн./чол.;

Y_2 - індекс зниження собівартості продукції;

Y_3 - рентабельність, %;

X_1 - трудомісткість одиниці продукції, чол. - год.

Таблиця 3

Значення показників виробничо-господарської діяльності
машинобудівних підприємств

Номер підприємства	Y_1	Y_2	Y_3	X_1
1	9,4	62,0	10,6	0,23
2	9,9	53,1	9,1	0,43
3	9,1	56,5	23,4	0,26
4	5,5	30,1	9,7	0,43
5	6,6	18,1	9,1	0,38
6	4,3	13,6	5,4	0,42
7	7,4	89,8	9,9	0,30

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \overline{x_j}}{s_j}, \quad (1)$$

де $j = 1, 2, 3, 4$ – номер показника, $i = 1, 2, \dots, n$ – номер спостереження;

$$\overline{x_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}; \quad (2)$$

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \overline{x_j})^2} = \sqrt{(\overline{x_{ij}^2}) - (\overline{x_j})^2}. \quad (3)$$

В якості відстані між двома спостереженнями z_i і z_v використовують "зважену" евклідову відстань, яка визначається по формулі

$$\rho_{BE}(z_i, z_v) = \sqrt{\sum_{\ell}^4 w_{\ell} (z_{i\ell} - z_{v\ell})^2}, \quad (4)$$

де w_{ℓ} – “вага” показника; $0 < w_{\ell} \leq 1$.

Якщо $w_{\ell} = 1$ для всіх $\ell = 1, 2, 3, 4$, то отримуємо звичайну евклідову відстань

$$\rho_{BE}(z_i, z_v) = \sqrt{\sum_{\ell}^4 (z_{i\ell} - z_{v\ell})^2}, \quad (5)$$

Отримані значення зручно представити у вигляді матриці відстаней

$$R = \begin{pmatrix} 0 & \rho_{12} & \rho_{13} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 0 & \rho_{23} & \dots & \rho_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{i1} & \rho_{i2} & 0 & \dots & \rho_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \rho_{n3} & \dots & 0 \end{pmatrix}; \quad \rho_{iv} = \rho_{vi}.$$

Так як матриця R симетрична, тобто $\rho_{iv} = \rho_{vi}$, то досить обмежитися записом наддіагональних елементів матриці.

Використовуючи матрицю відстаней, можна реалізувати агломеративну ієрархічну процедуру кластерного аналізу. Відстані між кластерами визначають за принципом "найближчого сусіда" чи "далекого сусіда". У першому випадку за відстань між кластерами приймають відстань між найближчими елементами цих кластерів, а в другому - між найбільш віддаленими один від одного.

Принцип роботи ієрархічних агломеративних процедур складається в послідовному об'єднанні груп елементів спочатку найближчих, а потім все більш віддалених один від одного.

На першому кроці алгоритму кожне спостереження z_i ($i = 1, 2, \dots, n$) розглядається як окремий кластер. Надалі на кожному кроці роботи алгоритму відбувається об'єднання двох найближчих кластерів, і знову будується матриця відстаней, розмірність якої знижується на одиницю. Робота алгоритму закінчується, коли всі спостереження об'єднані в один клас.

Приклад класифікації економічних об'єктів за допомогою алгоритму кластерного аналізу

Провести класифікацію п'яти підприємств АПК (табл. 4), кожне з яких характеризується наступними економічними показниками: X_1 - прибуток від реалізації (млн. грн.); X_2 - питома вага продукції вищої категорії якості (%); X_3 - виробіток товарної продукції на одного працівника промислово-виробничого

персоналу (тис. грн.); X_4 - середньорічна вартість основних виробничих фондів (млн. грн.).

Таблиця 4

Значення основних економічних показників підприємств АПК

Номер підприємства	X_1	X_2	X_3	X_4
1	3,338	78,46	5,013	7,312
2	1,909	50,83	3,423	17,785
3	6,653	26,12	3,314	21,544
4	2,105	72,11	2,534	8,125
5	6,178	13,70	1,863	1,780

Для усунення розходження в одиницях виміру показників нормуємо їх. В результаті розрахунків за формулами (1-3) одержуємо матрицю нормованих вихідних даних

$$Z = \begin{pmatrix} -0,34776501 & 1,1996448 & 1,688891 & -0,55050379 \\ -1,0591251 & 0,1026702 & 0,1833199 & 0,89186241 \\ 1,3024511 & -0,8783738 & 0,0801078 & 1,4095607 \\ -0,96155583 & 0,9475352 & -0,6584743 & -0,43853551 \\ 1,0699948 & -1,3714763 & -1,2938443 & -1,3123838 \end{pmatrix},$$

а також середні значення показників X_1 , X_2 , X_3 , X_4 і їх середні квадратичні відхилення:

$$\begin{aligned} \bar{x}_1 &= 4,0366; & s_1 &= 2,0088277; \\ \bar{x}_2 &= 48,244; & s_2 &= 25,187455; \\ \bar{x}_3 &= 3,2294; & s_3 &= 1,0560776; \\ \bar{x}_4 &= 11,3092; & s_4 &= 7,2609854. \end{aligned}$$

В якості відстані між об'єктами візьмемо зважену евклідову відстань, причому "ваги" w_j задамо пропорційно ступеню важливості економічного показника: $w_1 = 0,4$; $w_2 = 0,3$; $w_3 = 0,2$; $w_4 = 0,1$. За формулами (4 – 5) розраховуємо

матрицю відстаней між усіма п'ятьма підприємствами:

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1,159804 & 1,9283079 & 1,1311047 & 2,2980731 \\ & 0 & 1,6262618 & 0,77977305 & 1,8968315 \\ & & 0 & 1,9581917 & 1,1126867 \\ & & & 0 & 1,9881173 \\ & & & & 0 \end{pmatrix}$$

З матриці R_1 випливає, що об'єкти 2 і 4 найбільш близькі ($\rho_{2,4} \approx 0,78$) і тому поєднуються в один кластер. Після об'єднання маємо чотири кластери:

Номер кластера	1	2	3	4
Состав кластера	(1)	(2,4)	(3)	(5)

Відстань між кластерами будемо знаходити за принципом "найближчого сусіда". За відстань між кластерами S_1 і $S_{2,4}$ беремо мінімальну з відстаней $\rho_{12} = 1,159804$ і $\rho_{14} = 1,1311047$. Аналогічно знаходимо відстані між S_3 , S_5 і $S_{(2,4)}$, які відповідно рівні: $\rho_{3(2,4)} = 1,6262618$ і $\rho_{5(2,4)} = 1,8968315$. Відстань між іншими кластерами залишається без зміни. Таким чином, одержуємо матрицю відстаней

$$R_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1,1311047 & 1,9283079 & 2,2980731 \\ & 0 & 1,6262618 & 1,8968315 \\ & & 0 & 1,1126867 \\ & & & 0 \end{pmatrix}.$$

З матриці R_2 випливає, що кластери S_3 і S_5 найбільш близькі ($\rho_{35} = 1,1126867$) і тому поєднуються в новий кластер $S_{(3,5)}$. Після об'єднання будемо мати три кластери S_1 , $S_{(2,4)}$ і $S_{(3,5)}$. Відстані між новим кластером $S_{(3,5)}$ і кластерами S_1 , $S_{(2,4)}$ відповідно рівні: $\rho_{1(3,5)} = 1,9283079$ ($\rho_{13} = 1,9283079$ менше $\rho_{15} = 2,298073$)

і $\rho_{(2,4)(3,5)} = 1,6262618$. Матриця відстаней має вигляд:

$$R_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1,1311047 & 1,9283079 \\ & 0 & 1,6262618 \\ & & 0 \end{pmatrix} .$$

З цієї матриці випливає, що кластери S_1 і $S_{(2,4)}$ поєднуються в новий кластер $S_{(1,2,4)}$, тому що відстань між ними мінімальна $\rho_{1(2,4)} = 1,1311047$. Тоді одержимо матрицю відстаней:

$$R_4 = \begin{pmatrix} 0 & 1,6262618 \\ & 0 \end{pmatrix} .$$

Таким чином на відстані $\rho_{(1,2,4)(3,5)} = 1,6262618$ два кластери $S_{(1,2,4)}$ і $S_{(3,5)}$, поєднуються в один.

Результати ієрархічної класифікації спостережень представлені на рис.1 у вигляді дендрограми, де по осі ординат приводяться відстані між поєднуваними на даному етапі кластерами.

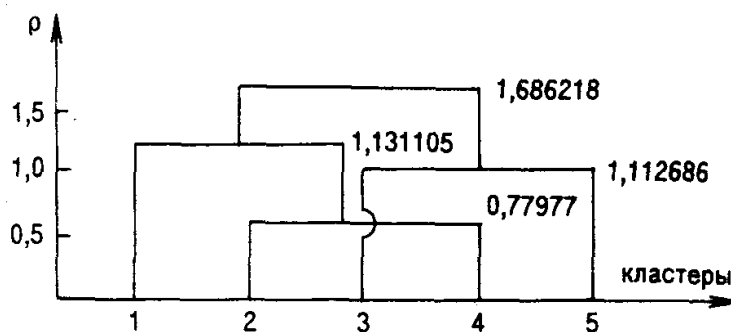


Рис. 1. Дендрограма

У задачі перевагу варто надати передостанньому етапу класифікації, коли всі об'єкти об'єднані в два кластери $S_{(1,2,4)}$ і $S_{(3,5)}$, що наочно видно на рис. 1.

Контрольні питання:

1. Для чого використовується модель кластеризації в економіці?

2. В чому полягає метод найближчого сусіда?
3. Як формується матриця нормованих вхідних змінних?
4. Методика побудови дендрограми.
5. Що відображає дендрограма?

Практичне заняття 7.

Сучасні концепції цифрової логістики.

РОЗВ'ЯЗОК ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ ЗАСОБАМИ EXCEL ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Мета роботи: Навчитись розв'язувати транспортні задачі з допомогою редактора Excel

1. Основні теоретичні відомості

Загальна постановка транспортної задачі полягає в визначенні оптимального плану перевезень деякого однорідного вантажу з m пунктів відправлення $A_1, A_2, \dots, A_m$ в n пунктів призначення $B_1, B_2, \dots, B_n$. При цьому в якості критерію оптимальності, як правило, береться мінімальна вартість перевезень всього вантажу, або мінімальний час його доставки. Розглянемо транспортну задачу, в якій, в якості критерію оптимальності використано мінімальну вартість перевезень всього вантажу. Позначимо c_{ij} тарифи перевезення одиниці вантажу з i -го пункту відправлення в j -й пункт призначення, через a_i – запаси вантажу в i -му пункті відправлення, через b_j – потреби в вантажі в j -му пункті призначення, а через x_{ij} – кількість одиниць вантажу, перевезеного з i -го пункту відправлення в j -й пункт призначення. Математична постановка задачі в даному випадку полягає в визначенні мінімального значення функції:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (1)$$

за наступних умов:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = 1, \dots, n. \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = b_i, i = 1, \dots, m. \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (4)$$

Оскільки змінні $x_{ij} \geq 0, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ задовольняють системи лінійних рівнянь (2) і (3) і граничні умови (4), то забезпечується доставка необхідної кількості вантажу в кожний з пунктів призначення, вивіз наявного вантажу зі всіх пунктів відправлення, а також виключаються зворотні перевезення.

Загальна наявність вантажів в постачальників складає $\sum_{i=1}^m a_i$, а загальна потреба в вантажі в пунктах призначення дорівнює $\sum_{j=1}^n b_j$ одиниць. Якщо загальна потреба у вантажах в пунктах призначення дорівнює запасу вантажів в пунктах відправлення, тобто:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (5)$$

то модель такої транспортної задачі називається закритою. Якщо наведена вище умова не виконуються – відкритою.

В випадку перевищення запасу над потребою, тобто:

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j$$

вводиться фіктивний $(n + 1)$ споживач (або пункт призначення) з потребою рівною b_{n+1} , а відповідні транспортні тарифи від всіх постачальників до фіктивного споживача приймаються рівними нулю. Одержують закриту транспортну задачу, для якої виконується рівність (5).

В випадку перевищення потреби певного споживача над загальними запасами, тобто

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^m b_j$$

вводиться фіктивний $(m + 1)$ пункт відправлення з запасом вантажу в ньому, який рівний потребі $a_{m+1} = \sum_{j=1}^m b_j - \sum_{i=1}^m a_i$, а відповідні транспортні тарифи від фіктивного постачальника до всіх споживачів приймаються рівними нулю.

Отримана задача стає закритою транспортною задачею, для якої виконується рівність (5).

Приклад розв'язку задачі

Чотири підприємства даного економічного району для виробництва продукції одержують сировину від трьох постачальників. Потреба кожного з підприємств в сировині дорівнює відповідно 900, 600, 800 і 600 од. Сировина зосереджена в трьох місцях її одержання, її запаси дорівнюють відповідно 600, 800 і 1000 од. На кожне з підприємств сировина може завозитись з будь-якого пункту його одержання. Тарифи перевезень є відомими величинами і задаються матрицею:

$$C = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 7 & 9 \\ 3 & 6 & 8 & 4 \end{pmatrix}.$$

Скласти такий план перевезень, за якого загальна вартість перевезень є мінімальною.

Побудова математичної моделі

Позначимо через x_{ij} кількість одиниць сировини, що перевозиться з i -го пункту на j -те підприємство. Задача є відкритою, тому що сума запасів вантажів $600+800+1000 = 2400$ в місцях відправлення, не дорівнює сумі потреб вантажів в місцях призначення $900+600+800+600=2900$. Оскільки потреби в вантажах перевищують їх запаси, то вводимо фіктивного постачальника з номером 4, в якого запас вантажів дорівнює $2900 - 2400 = 500$. в цьому випадку загальний запас стане рівним 2900 і ми одержимо закриту транспортну задачу. При цьому всі тарифи від фіктивного постачальника до всіх споживачів вантажу приймають рівними нулю, в матриці тарифів з'явиться четвертий рядок, в який вводяться всі нулі. Цільова функція не зміниться.

Умови доставки і вивозу необхідної і наявної сировини забезпечуються за рахунок виконання наступних рівностей:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 600 \quad (6)$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 800 \quad (7)$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 1000 \quad (8)$$

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} = 500 \quad (9)$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 900 \quad (10)$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 600 \quad (11)$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 800 \quad (12)$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 600 \quad (13)$$

За наявного плану перевезень $x_{ij} \geq 0, i = 1, \dots, 3; j = 1, \dots, 4$, їх загальна вартість становитиме: $F = 4x_{11} + 3x_{12} + 2x_{13} + 1x_{14} + 2x_{21} + 1x_{22} + 7x_{23} + 9x_{24} + 3x_{31} + 6x_{32} + 8x_{33} + 4x_{34} \rightarrow \min$. (14)

Розв'язок поставленої задачі засобами Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Пункти	Пункти призначення						
3	відправлення	1	2	3	4	Запаси	Обмеження	
4	1					600	0	
5	2					800	0	
6	3					1000	0	
7	4					500	0	
8	Попит	900	600	800	600			
9	Обмеження	0	0	0	0			
10								
11								
12		Матриця витрат на перевезення						
13								
14	Пункти відпра	1	2	3	4			
15	1	4	3	2	1			
16	2	2	1	7	9			
17	3	3	6	8	4			
18	4	0	0	0	0			
19	Цільова функція	0						
20								

Рис. 1. Фрагмент робочого аркушу Microsoft Excel з вихідними даними

Таким чином, математична постановка задачі полягає в побудові такого розв'язку системи лінійних рівнянь (6)–(13), за якого цільова функція (14) прийме мінімальне значення.

Вихідні дані задачі

Починаючи з комірки A1 вікна Excel побудуємо наступну таблицю (рис. 1.):

Комірки з адресами B4:E7 резервуються для змінних $x_{ij} \geq 0, i = 1, \dots, 4; j = 1, \dots, 4$, (рис. 1). В комірки F4:F7 заносяться запаси вантажів в пунктах відправлення, включаючи і фіктивний, в комірки B9:E9 заносяться потреби (попит) в вантажах в пунктах призначення. Після занесення в комірки чисел чи формул необхідно натиснути клавішу ENTER.

В комірці з адресами B15:E18 занесені коефіцієнти матриці витрат на перевезення вантажів.

Комірки G4:G7 містять формули для розрахунку обмежень (6) – (9). Формула обмеження (6) занесена в комірки G4 і має вигляд $=\text{СУМ}(B4:E4)$. Відповідно

обмеження (7), (8) і (9) занесені в комірки G5, G6 і G7 в вигляді формул =СУМ(B5:E5), =СУМ(B6:E6) і =СУМ(B7:E7).

В комірках A10:E10 містяться формули обмежень (9)–(12), що відповідно мають вигляд: =СУМ(B4:B7), =СУМ(C4:C7), =СУМ(D4:D7), =СУМ(E4:E7).

В комірку B15:E18 занесена матриця витрат на перевезення між всіма пунктами відправлення вантажу і призначення. Четвертий рядок цієї матриці відповідає перевезенням від фіктивного постачальника.

Формула для розрахунку цільової функції (13) занесена в комірку C19 і має вигляд: =СУММ(B15:E18;B4:E7), в цю ж комірку буде занесене обчислене значення цільової функції.

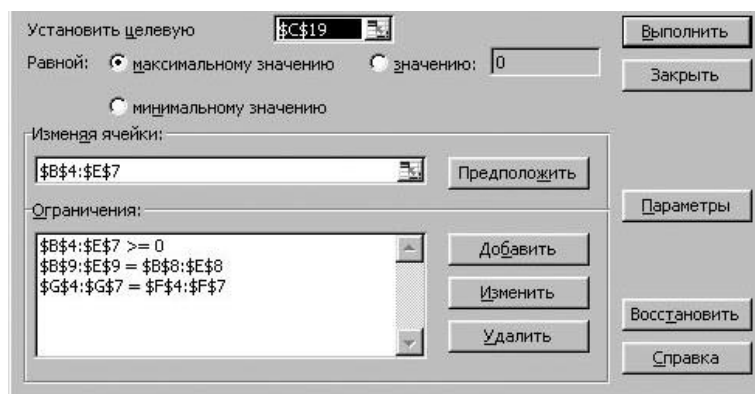


Рис. 2. Діалогове вікно Пошук рішення із введеними обмежуючими формулами

Розв'язок задачі

Поставити курсор мишки в комірку C19, в якій міститься обчислене значення цільової функції, і натиснути на ліву кнопку.

Ввійти в меню Сервіс, вибрати в ньому Пошук рішення і клацнути на ньому лівою кнопкою миші. На екрані з'явиться діалогове вікно Пошук рішення

В поле Встановити цільову клітинку заноситься \$C\$19. Для цього найпростіше встановити курсор миші всередині комірки, клацнути в ній лівою кнопкою миші, потім клацнути мишею на комірці C17.

Оскільки шукаємо мінімум цільової функції, то в полі «рівному» виділимо мінімальне значення, клацнувши в кружечку мишею.

В поле поміняти занесемо діапазон $B\$4:E\7 , тому що саме ці комірки відведені під значення обчислюваних змінних. Для цього поставимо курсор в поле поміняти комірку, потім поставимо курсор на комірці B4 і при натиснутій лівій кнопці миші переведемо курсор на комірку E7. В полі з'явиться необхідний діапазон комірок.

В поле обмеження занесемо обмеження (6)–(12), (14), а також умови незаперечності змінних. Для цього клацнемо мишею на кнопці Додати.

З'явиться діалогове вікно додати обмеження (рис. 3). Третє обмеження (рис. 2) заносимо наступним чином: в вікні Пошук рішення клацнути на кнопці Додати. Відкриється діалогове вікно Додати обмеження. В полі посилання на клітинки поставити курсор миші і натиснути на ліву її кнопку. Потім поставити курсор миші на комірку G4, де введене обмеження і при натиснутій кнопці миші провести аж до комірки з адресою G7. В середньому полі вікна Додати обмеження вибираємо знак рівності, а в останнє поле описаним вище способом заносимо комірки F4:F7, що містять запаси постачальників. Аналогічно заносяться й інші обмеження (рис. 2).

Знову в поле Пошук рішення (рис. 2) клацнути мишею на кнопці Параметри. На екрані з'явиться діалогове вікно параметри пошуку рішення. в цьому вікні (рис. 4) встановлюються параметри пошуку розв'язку. Тут слід відмітити квадратики Лінійна модель модель, Клацнемо на кнопці ОК.

Знову потрапляємо в діалогове вікно Пошук рішення, в цьому вікні (рис. 2) клацнемо лівою кнопкою миші на кнопку Виконати. На екран виводиться вікно Результати пошуку рішення (рис. 5).

Одночасно на екрані також з'являються результати розв'язку задачі (рис. 6): в стовпці і рядку Обмеження виводяться їх розраховані значення. В комірках B4:E7 містяться значення розрахованих змінних – обсяги перевезень від кожного пункту відправлення до кожного пункту призначення. В комірці з цільовою функцією C19 – розраховане значення цільової функції.

Отже одержано наступний результат: $F_{\min} = 5200$, $x_{11} = 0$, $x_{12} = 0$, $x_{13} = 300$, $x_{14} = 300$, $x_{21} = 200$, $x_{22} = 600$, $x_{23} = 0$, $x_{24} = 0$, $x_{31} = 700$, $x_{32} = 0$, $x_{33} = 0$, $x_{34} = 300$, і фіктивні змінні $x_{41} = x_{42} = x_{44} = 0$, $x_{43} = 500$.

Книга1.xls							
	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Пункти	Пункти призначення					
3	відправлення	1	2	3	4	Запаси	Обмеження
4	1	0	0	300	300	600	600
5	2	200	600	0	0	800	800
6	3	700	0	0	300	1000	1000
7	4	0	0	0	0	500	500
8							
9	Попит	900	600	800	600		
10	Обмеження	900	600	800	600		
11							
12		Матриця витрат на перевезення					
13	Пункти	Пункти призначення					
14	відправлення	1	2	3	4		
15	1	4	3	2	1		
16	2	2	1	7	9		
17	3	3	6	8	4		
18	4	0	0	0	0		
19	Цільова		5200				
20	функція						

Рис. 6. Результати розв'язку транспортної задачі з використанням електронних таблиць

Примітка. Перш ніж приступати до розв'язку транспортної задачі згідно індивідуального варіанту, необхідно перевірити баланс між загальним запасом вантажу в постачальників і загальною потребою в споживачів. Якщо відповідні суми не рівні між собою, необхідно ввести або фіктивного постачальника, або фіктивного споживача (див. вище).

Індивідуальні завдання:

Варіант № 1.

Необхідно розв'язати транспортну задачу мінімізувавши витрати на доставку продукції замовникам зі складів фірми. Враховуючи витрати на доставку однієї одиниці продукції, обсяг замовлення і кількість продукції, що зберігається на

кожному складі. Тарифи на перевезення одиниці продукції, обсяги запасів продукції на складах, а також обсяги замовленої продукції наведені в таблиці:

Склад	Магазини - замовники					Запаси на складі (од. прод.)
	“Анна” ”	“Вада”	“Єва”	“Алла” ”	“Мех” ”	
Паланка	1	3	4	5	2	20
Вишківці	2	1	1	4	5	15
Забужжа	1	3	3	2	1	40
Брацлав	3	1	4	2	3	15
Обсяг замовлення (од. прод.)	15	10	25	5	9	

Варіант № 2

Необхідно розв’язати транспортну задачу, мінімізувавши витрати на доставку продукції замовникам зі складів фірми, з огляду на наступні витрати на доставку однієї одиниці продукції: обсяг замовлення і кількість продукції, що зберігається на кожному складі на основі таблиці тарифів на перевезення продукції, обсягів запасів на складі та замовлень:

Магаз./склад.	“Укртек”	“Шер”	“ТК”	“Мода”	“Віта” ”	Запаси на складі (од. пр.)
Бровари	12	14	32	20	3	54
Київ	8	10	12	24	12	32
Ірпінь	6	8	12	24	8	85
Васильків	10	18	4	8	9	162
Обсяг замовлення (од. прод.)	100	70	30	45	50	

Варіант № 3

Необхідно розв'язати транспортну задачу: мінімізувати витрати на доставку продукції замовникам зі складів фірми, з огляду на витрати на доставку однієї одиниці продукції, обсяг замовлення і кількість продукції, що зберігається на кожному складі.

Таблиця тарифів на перевезення продукції, обсяг запасів на складі та замовлень:

Магаз/склад.	“Все для дому”	“Здоровий сон”	“Фея”	“Нічн. сьайво”	“Мех”	Запаси на складі (од. пр.)
Микулинці	1	3	4	5	2	20
Хоростків	2	1	1	4	5	15
Дружба	1	3	3	2	1	40
Кровінка	3	1	4	2	3	15
Обсяг замовлення (од.прод)	15	10	25	5	9	

Варіант № 4

Необхідно вирішити транспортну задачу: мінімізувати витрати на доставку продукції замовникам зі складів фірми, з огляду на наступні витрати на доставку однієї одиниці продукції, обсяг замовлення і кількість продукції, що зберігається на кожному складі.

Таблиця тарифів на перевезення продукції та обсяг запасів на складі та замовлень:

Магаз/склад у місті	Теребовля	Бережани	Збарж	Золочів	Львів	Запаси на складі (од. прод.)
Стрий	10	8	3	15	16	60
Квіткове	7	5	9	4	6	30
Підзамче	2	10	14	5	20	40

Обсяг замовлення (од.прод)	10	20	40	30	65	
-------------------------------	----	----	----	----	----	--

Варіант № 5.

Необхідно вирішити транспортну задачу: мінімізувати витрати на доставку продукції замовникам зі складів фірми, з огляду на наступні витрати на доставку однієї одиниці продукції, обсяг замовлення і кількість продукції, що зберігається на кожному складі.

Таблиця тарифів на перевезення продукції, обсяг запасів на складі та замовлень:

Магаз/склад.	м.Тереб ов-ля	м.Береж ан	м.Львів	Хмельн ицький	Запаси на складі (ед.прод)
м.Теребовля	5	3	7	2	25
м.Бережани	2	6	4	5	36
м.Львів	3	7	1	9	40
м.Хмельницький	6	4	8	3	50
Обсяг замовлення (од.прод)	20	45	15	25	

Практичне заняття 8 (2 год.)

**Практичні навички розрахунків проєктів соціально-економічних систем
впровадження інвестиційних ресурсів.**

Мета роботи: Оволодіти методикою дослідження лінійних динамічних моделей на основі рекурентних співвідношень, навчитись застосовувати комп'ютерну техніку при розробці та аналізі лінійних моделей динаміки економічних систем

Хід роботи:

1. Дослідити методику розробки динамічної моделі фінансування підприємства на основі контрольного прикладу.

Контрольний приклад:

Початкові дані діяльності. Корпорація формує план інвестиційних вкладень на наступні 2 роки. В поточний час вона може інвестувати 2 млн. грн. Через 6, 12 і 18 місяців очікується отримати прибуток від інвестування. Існує два інвестиційних проекти. Дані наведені у таблиці 5.

Таблиця 5

Початкові дані

Період	Початкові інвестиції	6 місяців	12 місяців (1 рік)	18 місяців	24 місяці (2 рік)
Прибуток від попередніх інвестувань, грн.	0	500000	400000	380000	0
Прибуток проекту А, грн.	-1000000	-700000	1800000	400000	600000
Прибуток проекту Б, грн.	-800000	500000	-200000	-700000	2000000

Умови проекту:

1. При 100% участі у проекті А корпорація має забезпечити початкові вкладення у сумі 1 млн. грн.

2. При 100% участі у проекті Б корпорація має забезпечити початкові

вкладення у сумі 800 тис. грн.

3. Корпорація може розділити участь у проектах з іншими підприємствами. У такому разі, долі учасників будуть пропорційними щодо вкладених коштів.

4. Дана фінансова політика корпорації не передбачає залучених коштів у вигляді кредитів та інших. Проте, на початку кожних 6 місяців всі вільні кошти можливо покласти у банк на депозит відсоток якого складе 7% за 6 місяців.

Проблема: Корпорації необхідно визначитись, яку частину наявних коштів у розмірі 2 млн. грн. інвестувати в кожний із проектів, а також покласти на депозит пів 7% піврічних. Метою фінансової політики є максимізація грошових коштів по закінченні 24 місяців (2 років).

Розв'язок проблеми.

1. Побудова економіко-математичної моделі.

Визначимо змінні моделі:

F – доля участі у проекті А;

M – доля участі у проекті Б;

S1 – вільні кошти, що депонуються під 7% піврічних;

S2 – вільні кошти, що депонуються під 7% піврічних через 6 місяців;

S3 – вільні кошти, що депонуються під 7% піврічних через 12 місяців;

S4 – вільні кошти, що депонуються під 7% піврічних через 18 місяців.

Побудова обмежень.

1. Необхідно зазначити, що на початку кожного 6-місячного періоду інвестовані кошти не повинні перевищувати тих, що є в наявності. Обмеження має вигляд:

$$1000000F + 800000M + S1 \leq 2000000.$$

2. Після виплати відсотків по депозитному вкладу після 6 місяців сума S1 збільшиться на 7%, тобто буде становити $1,07S1$. Тому аналогічні обмеження на не перевищення наявних коштів для S2, S3, S4 будуть мати вигляд:

$$700000F + S2 \leq 500000M + 1,07S1 + 500000$$

$$200000M + S3 \leq 1800000F + 1,07S2 + 400000$$

$$700000M + S_4 \leq 400000F + 1,07S_3 + 380000$$

Ці обмеження визначають рівняння грошового балансу при переході від одного часового інтервалу до іншого.

Цільова функція.

Визначимо цільову функцію, як максимізацію грошових коштів наприкінці 24 місяців (без дисконтування) $600000F + 2000000M + 1,07S_4$.

Таким чином, загальний вигляд економіко-математичної моделі матиме вигляд:

Модель.

Максимізувати функцію:

$$g(F, M, S) = 600000F + 2000000M + 1,07S_4 \uparrow \max$$

При обмеженнях:

$$1000000F + 800000M + S_1 \leq 2000000,$$

$$700000F - 500000M - 1,07S_1 + S_2 \leq 500000,$$

$$-1800000F + 200000M - 1,07S_2 + S_3 \leq 400000,$$

$$-400000F + 700000M - 1,07S_3 + S_4 \leq 380000.$$

$$F \leq 1, M \leq 1, F \geq 0, M \geq 0, S_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4.$$

2.Рішення із застосуванням ПЕОМ.

Введення вхідних даних

Для розв'язку задачі необхідно сформувати масив вхідної інформації. Для цього введіть у комірки B2:I4 інформацію, яка наведена у таблиці 1 як показано на рис. 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Проекти інвестування корпорації							
2		Депозит,%	0,07	Початкові інвестиції	6 місяців	12 місяців (1 рік)	18 місяців		24 місяці (2 рік)	
3		Проект А, тис. грн.		-1000	-700	1800	400		600	
4		Проект Б, тис. грн.		-800	500	-200	-700		2000	
5										

Рис. 2 Електронна форма вводу початкових даних моделювання

Формування розрахункової таблиці

Дані для вихідних розрахунків сформуєте у відповідності із рис. 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Проекти інвестування корпорації							
2		Депозит, %	0,07	Початкові інвестиції	6 місяців	12 місяців (1 рік)	18 місяців		24 місяці (2 рік)
3		Проект А, тис. грн.		-1000	-700	1800	400		600
4		Проект Б, тис. грн.		-800	500	-200	-700		2000
5									
6		Розподіл грошових коштів інвестицій							
7		Інвестиції	Відсоток участі	Початкові інвестиції	6 місяців	12 місяців (1 рік)	18 місяців		Прибуток після 24 місяців (2 років)
8		Проект А, тис. грн.	1	=C8*D3	=C8*E3	=C8*F3	=C8*G3		=C8*I3
9		Проект Б, тис. грн.	1	=C9*D4	=C9*E4	=C9*F4	=C9*G4		=C9*I4
10		Вклади в депозит, тис. грн.			=D13	=E13	=F13		=G13
11		Прибуток від депозиту, тис. грн.			=D13*C\$2	=E13*C\$2	=F13*C\$2		=G13*C2
12		Необхідно коштів:		=СУММ(D8:D11)	=СУММ(E8:E11)	=СУММ(F8:F11)	=СУММ(G8:G11)		=СУММ(I8:I11)
13		Вклади в депозит, тис. грн.		200	514	2550	2808		
14		Інвестування, тис. грн.		=D12+D13	=E12+E13	=F12+F13	=G12+G13		
15		Наявні кошти, тис. грн.		2000	500	400	380		
16									

Рис. 3 Електронна форма розрахунку економіко-математичної моделі між наявними коштами та вкладеними коштами у проект А і проект Б (200 тис. грн., оскільки в наявності 2 млн. грн.):

Вклади в депозит = Наявні кошти – Вклад у проект А – Вклад у проект Б;

Вклади в депозит = 2 000 000 – 1 000 000 – 800 000 = 200 000 грн.

2. На наступних етапах сума депозиту обчислюється з урахуванням прибутків попередніх періодів (сума на депозиті має покрити поточні збитки, а попередні прибутки можна покласти на депозит).

Депозит для періоду 6 місяців = Попередній прибуток 6 місяців - поточний прибуток 6 місяців; (514 тис. грн. = 500 тис. грн. – (– 14 тис. грн.)). По аналогії розраховуємо депозитні вклади для всіх періодів:

Депозит для періоду 12 місяців = Депозит для періоду 6 місяців
Депозит для періоду 6 місяців = 2550 тис. грн.;

Депозит для періоду 18 місяців = 2808 тис. грн.

3. В інші комірки введіть формули згідно міркувань описаних у постановці економіко-математичної моделі.

Пошук оптимального рішення в Excel

Для пошуку оптимальних значень інвестиційної політики скористаємось пунктом меню "Сервис" → " Пошук рішення".

У вікні " Пошук рішення " необхідно вказати заповнення параметрів по аналогії з рис. 4.

Після виконаних дій натисніть кнопку " виконати ". Після виконаних операцій комп'ютер наведе у таблиці оптимальне рішення (рис. 5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Проекти інвестування корпорації							
2		Депозит, %	0,07	Початкові інвестиції	6 місяців	місяців (1 рік)	18 місяців		24 місяці (2 рік)
3		Проект А, тис. грн.		-1000	-700	1800	400		600
4		Проект Б, тис. грн.		-800	500	-200	-700		2000
5		Розподіл грошових коштів інвестицій							
6		Інвестиції	Відсоток участі	Початкові інвестиції	6 місяців	12 місяців (1 рік)	18 місяців		Прибуток після 24 місяців (2 років)
7		Проект А, тис. грн.	1	1 000	700	-1 800	-400		600
8		Проект Б, тис. грн.	1	800	-500	200	700		2000
9		Вклади в депозит, тис. грн.			-200,00	-514,00	-2 549,98		2 808
10		Прибуток від депозиту, тис. грн.			-14,00	-35,98	-178,50		197
11		Необхідно коштів:		1 800	-14	-2 150	-2 428		5605
12		Вклади в депозит, тис. грн.		200,00	514,00	2 549,98	2 808,48		
13		Інвестування, тис. грн.		2 000	500	400	380		
14		Наявні кошти, тис. грн.		2 000	500	400	380		

отри Рис. 5 Електронна форма отриманих результатів моделювання

Таблиця 6

Результати аналізу чутливості моделі

Комірка	Інвестиції	Значення	Тіньова ціна	Граничне значення
\$D\$14	Інвестування, тис. грн. Початкові інвестиції	2 000	1	200,00
\$E\$14	Інвестування, тис. грн. 6 місяців	500	1	514,00
\$F\$14	Інвестування, тис. грн. 12 місяців (1 рік)	400	1	2 549,98

\$G\$14	Інвестування, тис. грн. 18 місяців	380	1	2 808,48
---------	---------------------------------------	-----	---	----------

Як видно, за результатами моделювання, максимальний отриманий прибуток при даному плані фінансування за 2 роки складе 5605 тис. грн. Прибуток від депозиту буде становити 197 тис. грн. при сумарному депозиті 2808 тис. грн. Як видно із наміченої політики – депозитні вклади є одним із суттєвих прийомів використання власних коштів.

2. Сформуйте власну методику динамічної моделі управління фінансовими активами відповідно до власного варіанту (таблиця 7).

Методика моделювання має включати:

- економічну постановку задачі з описом умов;
- формалізовану економіко-математичну модель;
- розрахунок з характеристикою оптимальних показників (загального прибутку і схеми фінансування);
- аналіз стійкості моделі;
- змініть задану депозитну ставку в сторону збільшення на 1% і покажіть, яким чином буде змінюватись оптимальний прибуток;
- змініть задану ставку депозиту в сторону зменшення на 1% і покажіть, чому буде дорівнювати оптимальний прибуток;
- зміни оптимального прибутку від ставки депозиту наведіть у вигляді графіку.

Початкові дані діяльності. Підприємство формує план використання власних коштів на наступні 2 роки. В поточний час можна використати W млн. грн. Через 6, 12 і 18 місяців очікується отримати прибуток від вкладених коштів. Існує два проекти використання коштів. Дані наведені у таблиці 7.

Таблиця 7

Початкові дані

Період	На початок	6	12 місяців	18	24 місяці
--------	------------	---	------------	----	-----------

	етапу використання	місяців		місяців	
Нерозподілений прибуток минулих періодів, тис. грн.	0	W 1	W 2	W 3	0
Прибуток проекту А, грн.	D1	D2	D3	D4	D5
Прибуток проекту Б, грн.	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5

Завдання:

Відповідно до свого варіанту та умов задачі контрольного прикладу розробити із застосуванням табличного процесору Excel (таблиця 17):

- граф-схему системи кредитної спілки;
- розрахувати перехідні імовірності системи;
- провести аналіз внутрішнього стану системи відповідно до процентної політики спілки.

- розробити проект системи дій спілки у разі поступового збільшення розміру кредитних ставок на 2% щоквартально при максимальному розмірі 20%.

Таблиця 17

№	Розмір процентної ставки за 1 квартал	Розмір процентної ставки за 2 квартал	Розмір процентної ставки за 3 квартал	Розмір процентної ставки за 4 квартал
1	4	5	10	12
2	2	10	9	10
3	3	12	5	11
4	5	14	6	14

5	4	7	12	17
6	7	9	14	10
7	2	8	10	5
8	5	4	3	6
9	4	5	2	7
10	8	2	5	8
11	5	8	7	10
12	2	7	10	4
13	3	12	14	5
14	8	15	9	10
15	10	6	4	8

Умови проекту:

1. При 100% участі у проекті А початкові вкладення складають D1.
2. При 100% участі у проекті Б початкові вкладення складають Q1.
3. На початку кожних 6 місяців всі вільні кошти можливо покласти у банк на депозит відсоток якого складе r за 6 місяців.

Проблема: Визначити, яку частину наявних коштів у розмірі W млн. грн. використати в проектах, а також покласти на депозит під r піврічних. Метою фінансової політики є максимізація грошових коштів по закінченні 24 місяців.

Таблиця 7

Варіанти завдань:

Варіант 1 ($r = 5\%$; $W = 1,7$)				
W 1		W 2		W 3
380		400		100
D1	D2	D3	D4	D5
-500	-300	1200	-200	300
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
-1000	200	-50	50	1500

Варіант 2 ($r = 3\%$; $W = 0,42$)				
W 1		W 2		W 3
10		25		40
D1	D2	D3	D4	D5
-200	-150	-100	400	700
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
-150	50	-50	300	20
Варіант 3 ($r = 7\%$; $W = 0,05$)				
W 1		W 2		W 3
5		2		2
D1	D2	D3	D4	D5
-10	-10	2	-10	40
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
-5	-15	5	20	3
Варіант 4 ($r = 5\%$; $W = 0,005$)				
W 1		W 2		W 3
1,0		0,5		0,6
D1	D2	D3	D4	D5
-2,0	3,2	1,0	-0,5	4
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
-3,0	-0,5	0,7	0,8	5
Варіант 5 ($r = 6\%$; $W = 0,015$)				
W 1		W 2		W 3
2,0		3,0		9,0
D1	D2	D3	D4	D5
-7,0	1,6	-0,2	0,8	12
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
-3,0	0,9	-0,9	1,2	4
Варіант 6 ($r = 9\%$; $W = 0,003$)				

W 1		W 2		W 3	
2		3		9	
D1	D2	D3	D4	D5	
-0,9	0,4	0,8	0,7	1,2	
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
-0,5	0,2	-0,4	1,6	2,9	
Варіант 7 (r = 9 %; W = 2,2)					
W 1		W 2		W 3	
1		2		1	
D1	D2	D3	D4	D5	
-1000,0	500,0	-300,0	200,0	500	
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
-600,0	-200,0	600,0	800,0	1800	
Варіант 8 (r = 4 %; W =1,4)					
W 1		W 2		W 3	
1		2		4	
D1	D2	D3	D4	D5	
-800,0	200,0	-300,0	100,0	500	
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
-600,0	-200,0	300,0	100,0	1100	
Варіант 9 (r = 5%; W =0,7)					
W 1		W 2		W 3	
5		7		4	
D1	D2	D3	D4	D5	
-100,0	200,0	-70,0	50,0	360,0	
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
-500,0	-50,0	100,0	250,0	350,0	
Варіант 10 (r = 3%; W = 1,1)					
W 1		W 2		W 3	

10		15		20	
D1	D2	D3	D4	D5	
-500,0	200,0	200,0	100,0	100	
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
-300,0	100,0	400,0	-150,0	250	
Варіант 11 (r =6%; W =1,3)					
W 1		W 2		W 3	
50		60		90	
D1	D2	D3	D4	D5	
-1000,0	500,0	500,0	-120,0	800	
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
-300,0	200,0	150,0	-50,0	500	
Варіант 12 (r = 5%; W =0,5)					
W 1		W 2		W 3	
10		15		20	
D1	D2	D3	D4	D5	
-100,0	5,0	10,0	90,0	110	
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
-400,0	100,0	20,0	300,0	50	
Варіант 13 (r = 7%; W =0,9)					
W 1		W 2		W 3	
250		400		600	
D1	D2	D3	D4	D5	
-500,0	200,0	-10,0	180,0	180	
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
-80,0	-50,0	60,0	90,0	20	
Варіант 14 (r = 6%; W =0,008)					
W 1		W 2		W 3	
5		8		12	

D1	D2	D3	D4	D5
-400,0	50,0	-100,0	700,0	750,0
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
-260,0	200,0	-150,0	450,0	80
Варіант 15 ($r = 6\%$; $W = 1,9$)				
W 1		W 2		W 3
10		12		6
D1	D2	D3	D4	D5
-900,0	100,0	800,0	-150,0	900
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
-700,0	-150,0	300,0	400,0	1200
Варіант 16 ($r = 6\%$; $W = 0,005$)				
W 1		W 2		W 3
3		5		10
D1	D2	D3	D4	D5
-270,0	50,0	80,0	-20,0	170
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
-70,0	-50,0	150,0	-30,0	60

Контрольні питання:

1. Поняття динаміки економічного процесу;
2. Види економічних процесів;
3. Поняття економічних систем і їх класифікація;
4. Принципи побудови лінійних моделей економічної динаміки;
5. Загальна формалізація лінійних моделей економічної динаміки;
6. Рекурентні співвідношення і їх характеристика;
7. Методика дослідження динамічних лінійних моделей;
8. Поняття чутливості моделі до змін вхідних параметрів.

Практичні №9 (2 год.)

Застосування ланцюгів Маркова в моделюванні економічних процесів.

Мета роботи: Навчитись будувати економічні системи визначені імовірнісними параметрами та розробляти стратегії функціонування систем обслуговування на основі Марковських процесів

Стислі теоретичні відомості

Випадкова функція $X(t)$, аргументом якої є час, називається випадковим процесом. Марковські процеси є особливим видом випадкових процесів. Особливе місце марковських процесів серед інших класів випадкових процесів обумовлено наступними обставинами: для марковських процесів добре розроблений математичний апарат, що дозволяє вирішувати багато практичних задач; за допомогою марковських процесів можна описати поведінку досить складних систем.

Визначення. Випадковий процес, що протікає в якій-небудь системі S , називається марковським (або процесом без післядії), якщо він має наступну властивість: для будь-якого моменту часу t_0 імовірність будь-якого стану системи в майбутньому (при $t > t_0$) залежить тільки від її стану в сьогоденні (при $t = t_0$) і не залежить від того, коли і яким образом система S прийшла в цей стан.

Класифікація марковських процесів. Класифікація марковських випадкових процесів виробляється залежно від безперервності або дискретності множини значень функції $X(t)$ і параметра t . Розрізняють наступні основні види марковських випадкових процесів:

- с дискретними станами й дискретним часом (ланцюг Маркова);
- с безперервними станами й дискретним часом (марковські послідовності);
- с дискретними станами й безперервним часом (безперервний ланцюг Маркова);

- с безперервним станом і безперервним часом.

Граф станів. Марковські процеси з дискретними станами зручно ілюструвати за допомогою так названого графа станів (рис. 1), де кружками позначені стани $S_1, S_2, \dots$ системи S , а стрілками - можливі переходи зі стану в стан. На графі відзначаються тільки безпосередні переходи, а не переходи через інші стани. Можливі затримки в колишньому стані зображують «петлею», тобто стрілкою, спрямованою з даного стану в нього ж. Число станів системи може бути як кінцевим, так і нескінченним (але рахунковим). Приклад графа станів системи S представлений на рис. 12.

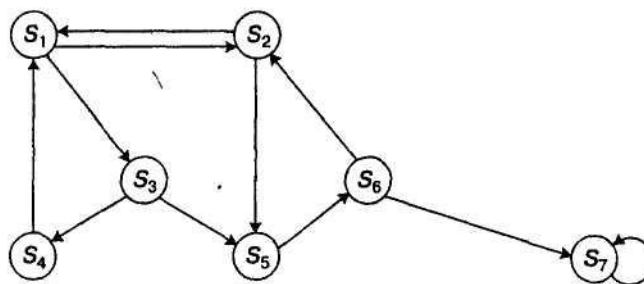


Рис. 12. Граф станів системи S

Марковський випадковий процес із дискретними станами - дискретним часом називають марковським ланцюгом. Для такого процесу моменти $t_1, t_2, \dots$, коли система S може міняти свій стан, розглядають як послідовні кроки процесу, а як аргумент, від якого залежить процес, виступає не час t , а номер кроку $1, 2, \dots$, до, ... Випадковий процес у цьому випадку характеризується послідовністю станів $S(0), S(1), S(2), \dots, S(k), \dots$, де $S(0)$ - початковий стан системи (перед першим кроком); $S(1)$ - стан системи після першого кроку; $S(k)$ - стан системи після k -го кроку...

Подія $\{S(k) = S_i\}$, суть якої полягає в тому, що відразу після k -го кроку система перебуває в стані $S_i (i=1, 2, \dots)$, є випадковою подією. Послідовність станів $S(0), S(1), \dots, S(k), \dots$ можна розглядати як послідовність випадкових подій. Така випадкова послідовність подій називається марковським ланцюгом, якщо для кожного кроку ймовірність переходу з будь-якого стану S , у будь-яке S не залежить від того, коли і як система прийшла в стан S . Початковий стан $S(0)$ може бути заданим заздалегідь або випадковим.

Імовірностями станів ланцюга Маркова називаються ймовірності $P_i(k)$ того, що після k -го кроку (i до $\{ \text{до} + 1 \}$ -го) система S буде перебувати в стані $S(i=1,2, \dots, n)$. Очевидно сума імовірностей буде дорівнювати:

$$\sum_{i=1}^n P_i(k) = 1.$$

Початковим розподілом імовірностей марковського ланцюга називається розподіл імовірностей станів на початку процесу:

$$P_1(0), P_2(0), \dots, P_i(0), \dots, P_n(0).$$

В окремому випадку, якщо початковий стан системи $S(0)$ у точності відомо $S(0) = S(i)$, те початкова ймовірність $P(0) = 1$, а всі інші дорівнюють нулю. Імовірністю переходу (перехідною ймовірністю) на k -му кроці зі стану S , у стан S_i називається умовна ймовірність того, що система S після k -го кроку виявиться в стані S_i за умови, що безпосередньо перед цим (після до-1 кроку) вона перебувала в стані S_i .

Оскільки система може перебувати в одному з n станів, то для кожного моменту часу t необхідно задати n^2 імовірностей переходу P_{ij} які зручно представити у вигляді наступної матриці:

$$\|P_y\| = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i1} & P_{i2} & \dots & P_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix},$$

де P_{ij} - імовірність переходу за один крок зі стану S_i у стан S_j , P_{ii} - імовірність затримки системи в стані S_i .

Матриця називається перехідною або матрицею перехідних імовірностей. Перехідні ймовірності однорідного марківського ланцюга P_{ij} утворюють квадратну матрицю розміру $n \times n$. Відзначимо деякі її особливості:

1. Кожен рядок характеризує обраний стан системи, а її елементи являють собою ймовірності всіх можливих переходів за один крок з обраного (з i -го) стану, у тому числі й перехід у саме себе.
2. Елементи стовпців показують імовірності всіх можливих переходів

системи за один крок у задане (j -е) стан (інакше кажучи, рядок характеризує ймовірність переходу системи зі стану, стовпець - у стан).

3. Сума ймовірностей кожного рядка дорівнює одиниці, тому що переходи утворюють повну групу неспільних подій:

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1, i = \overline{1, n}.$$

4. По головній діагоналі матриці перехідних ймовірностей коштують ймовірності P_{ii} того, що система не вийде зі стану S_i , а залишиться в ньому.

Якщо для однорідної марковського ланцюга задані початковий розподіл ймовірностей і матриця перехідних ймовірностей, то ймовірності станів системи $P_i(k)$ визначаються по рекуррентної формули:

$$P_i(k) = \sum_{j=1}^n P_j(k-1) \cdot P_{ji}, \quad (i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}).$$

Приклад аналізу Марківського процесу

Розглянемо стан кредитної спілки за величиною відсотків по кредитах: 2%, 3%, 4%, які встановлюються на початку кожного кварталу і є фіксованими. Якщо кредитну спілку розглядати як систему, то вона в кожний момент часу може знаходитись у трьох станах: S_1 — процентная ставка 2%, S_2 — процентная ставка 3%, S_3 — процентная ставка 4%. Зміна перехідних ймовірностей на протязі часу незначна.

Так як множина станів кінцева, в яких може перебувати система S , звичайно (три стани), то процес у системі S випадковий процес - дискретний. З певним ступенем погрішності можна припустити, що ймовірність перебування кредитної спілки в одному зі своїх станів у майбутньому залежить в істотному тільки від стану в сьогоднішні й не залежить від його станів у минулому. А тому розглянутий випадковий процес можна вважати марковским. Оскільки залежністю перехідних ймовірностей від часу можна зневажити, то розглянутий процес буде однорідним.

Таким чином, у системі S протікає однорідний марковский дискретний випадковий процес із дискретним часом, тобто маємо однорідний марковский ланцюг.

Приклад виконання лабораторної роботи по ланцюгах Маркова

Тема. Моделювання економічних процесів застосовуючи ланцюга Маркова та спрогнозувати обсяги реалізованої продукції підприємства.

Мета. Виявити зміни економічної підсистеми за законом Марківського процесу через прохідні стани систем.

Практичну роботу виконаємо в інформаційній системі Matlab.

Завдання:

Нехай за угодою з покупцем ТОВ «Купідон» якому підприємство продавець ТОВ «Пролісок» реалізує продукцію на умовах комерційного товарного кредиту відомі щомісячні обсяги реалізації V , відомі суми коштів що надійшли на рахунок оплати та реалізовані щомісячні простроченої дебіторської заборгованості без врахування відстрочки. Спрогнозувати обсяги реалізованої продукції та заборгованість на 15,18,24 крок.

Місяць		Місячний обсяг реалізації (V)	Оплата за місяць	Прострочена деб. Заб. (Z)
Січень	0	15008	11008	4008
Лютий	1	15008	9008	6008
Березень	2	10000	6008	4008
Квітень	3	5008	3008	2008
Травень	4	5008	3008	2008
Червень	5	10008	6008	4008
Липень	6	5008	3008	2008
Серпень	7	10008	6008	4008
Вересень	8	15008	9008	6008
Жовтень	9	10008	6008	4008
Листопад	10	10008	8008	2008
Грудень	11	15008	11008	4008

Є такі пари показників (V) і (Z)

A1	(5008-2008)
A2	(10008-2008)
A3	(10008-4008)
A4	(15008-4008)
A5	(15008-6008)

Вносим в таблицю номера угод і перехід з стану в стан , кількість кроків і імовірності настання. Отримаємо.

№ крок у	Місячний обсяг реалізації	Простро чена деб. Заб.	Угод а	Перехід		Кількі сть кроків	Імовірніс ть
0	15008	4008	A4	-	-	-	-
1	15008	6008	A5	A4	A5	1	0,0909090 9
2	10000	4008	A3	A5	A3	2	0,1818181 8
3	5008	2008	A1	A3	A1	3	0,2727272 7
4	5008	2008	A1	A1	A1		
5	10008	4008	A3	A1	A3	5	0,4545454 5
6	5008	2008	A1	A3	A1		
7	10008	4008	A3	A1	A3		
8	15008	6008	A5	A3	A5		
9	10008	4008	A3	A5	A3		
10	10008	2008	A2	A3	A2	10	0,9090909 1
11	15008	4008	A4	A2	A4	11	1

Напрямок $P(t_0) = [0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0]$

Знайдемо стохастичну матрицю :

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	0,54545455	0	0,454545455	0	0
A2	0	0	0	1	0
A3	0,27272727	0	0,727272727	0	0
A4	0	0	0	0,909091	0,090909091
A5	0	0	0,181818182	0	0,818181818

Всі вхідні дані, які потрібні для розрахунків в Матлабі в нас є. Тому вносим в Матлаб.

В дані програмі записується таким чином.

$A = [[0.5454; 0; 0.2727; 0; 0] [0; 0; 0; 0; 0] [0.4545; 0; 0.7272; 0; 0.1818] [0; 1; 0; 0.9090; 0] [0; 0; 0; 0.0909; 0.8181]]$

Отримаємо матрицю:

A =

0.5454	0	0.4545	0	0
0	0	0	1.0000	0
0.2727	0	0.7272	0	0
0	0	0	0.9090	0.0909
0	0	0.1818	0	0.8181

Вносимо вектор:

$p = [0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0]$

$p =$

0 0 0 1 0

Знайдемо прогнозні значення обсягів реалізованої продукції та заборгованість на 15,18,24 крок. Отримаємо:

$p_{15} = [p_{14} * A]$

$p_{15} =$

0.0045 0 0.0406 0.7511 0.2035

На 15 кроці система буде знаходитися ще в угоді A_4 -(15008-4008) тому що, імовірність прогнозованого значення найбільша -0,7511 Оплата за місяць становитиме -11008грн.

$p_{18} = [p_{17} * A]$

$p_{18} =$

0.0411 0 0.1298 0.5641 0.

На 18 кроці система буде продовжувати знаходитися в угоді A_4 -(15008-4008)тому що значення рівне -0,5641і оплата за місяць рівна 11008грн

$p_{24} = [p_{23} * A]$

$p_{24} =$

0.1467 0 0.3055 0.3182 0.2284

На кроці 24 система буде також в угоді A_4 -(15008-4008) з імовірність 0,3182 і оплата за місяць становитиме 11008 грн. Імовірність, що система на даному кроці перейде з угоди A_4 в A_3 -0,3055 і місячний обсяг реалізації продукції і прострочена дебіторська заборгованість становитиме - (10008-4008) в дані угоді оплата за місяць становитиме 6008грн.

Практична робота 10.

Практичні аспекти наукових проєктів щодо дослідження еколого-економічних систем в контексті сталого розвитку національної економіки.

Алгоритм виконання практичної роботи:

На основі представленого прикладу розрахунку проєкту по відновлення забруднення гідросистем від нафтопродуктів створити власний проєкт по відновлення еколого-економічної та системи вашого регіону або територіальної громади та провести відповідні розрахунки ефективності та окупності для даного проєкту з використанням сучасних цифрових технологій та інформаційних систем типу Matlab, Mathcad, Python, Excel.

Реалізація досліджень у сучасному програмному забезпеченні Matlab, з елементами штучного інтелекту, дозволяє системі на основі теорії нечітких множин постійно «самонавчатися», тобто вносити зміни в гідрохімічні показники водойми в режимі фактичного часу, що дасть змогу моніторити реальні зміни досліджуваного водного об'єкту.[33;35]

Функціональні залежності параметрів моделі оцінювання рівня якості досліджуваної водойми у загальному вигляді можуть бути представлені у табл. 11.5.: $g = f(Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5)$. Вхідні дані, що визначають діапазон змін розробленої моделі систематизовано з джерела [11].

Таблиця 11.5.

Терми для лінгвістичної оцінки відібраних чинників та діапазони їх змін

Змінна	Назва змінної	Діапазон зміни (Klymenko at al, 2006).	Терми (рівень впливу чинника)
y_1	Найкращих варіант якості води	(1,00- 1,36) (1,36-2,18) (2,18-2,65)	низький (1,00- 1,36) (H) ;(0-20%) середній(1,36-2,17) (C); (25-50%) високий (2,18-2,65) (B)); (55-100%)
Z_1	БСК ₅ .	(2,4- 3,1) (3,1- 3,9) (3,9- 5,2)	низький(2,4- 3,1) (H) (0-20%) середній(3,1- 3,8) (C) (25-50%) високий (3,9- 5,2) (B))(55-100%)

Z ₂	NH ₄ ⁺	(2,1- 3,1) (3,1- 6,1) (6,1- 6,9)	низький(2,1- 3,1) (H) (0-20%) середній(3,1- 6,0) (C) (25-50%) високий (6,1- 6,9) (B)) (55-100%)
Z ₃	Феноли	(0,0015- 0,005) (0,005- 0,006) (0,006- 0,0035)	низький(0,0015- 0,005) (H) (0-20%) середній(0,0051- 0,006) (C) 25-50%) високий (0,0061- 0,0035) (B)) (55-100%)
Z ₄	СПАР	(0,325- 0,375) (0,375- 0,650) (0,650- 0,88)	низький(0,325- 0,375) (H) (0-20%) середній(0,376- 0,650) (C) (25-50%) високий (0,651- 0,88) (B)) (55-100%)
Z ₅	Нафтопродукти	(0,217- 0,237) (0,237- 0,244) (0,244- 0,259)	низький(0,217- 0,237) (H) (0- 20%) середній(0,238- 0,244) (C) (25-50%) високий (0,245- 0,259) (B)) (55-100%)

За системою екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України виокремлюють вісім категорій якості води, які базуються на узагальнюючих ознаках: I-відмінна; II-добра; III-досить добра; IV-задовільна; V-посередня; VI- погана; VII- дуже погана; VIII-занадто погана (табл. 11.6).

За вмістом фенолів вода Верхньо-Івачівського водозабору належить до IV категорії якості води-задовільна та V-ї - посередня; за вмістом нафтопродуктів та за показником БСК₅ до VI-ї категорії - погана та VII- ї дуже погана; за вмістом

амонійних⁴. сполук (NH_4^+) - до VI-ї категорії-погана, VII- ї дуже погана та VIII-ї-занадто погана; за вмістом СПАР - VII дуже погана.

Таблиця 11.6.

Трофо-сапробіологічні та специфічні показники токсичної дії

Показник, мг/дм ³	Категорії якості води							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Феноли	-	-	-	0,001- 0,002	0,003- 0,005	-	-	-
СПАР	-	-	-	-	-	-	0,25- 1	-
Нафтопродукти	-	-	-	-	-	0,2- 0,3	0,3- 0,7	-
БСК ₅	-	-	-	-	-	2,2- 4,0	4,1- 7,0	-
NH_4^+	-	-	-	-	-	1,01- 2,50	2,51- 5,00	>5,00

Представимо фрагмент бази правил моделі оцінювання якості води у досліджуваному регіоні. Застосування нечіткої логіки у наукових дослідженнях передбачає форматування вхідних даних у різних геометричних протекціях, у нашому дослідженні ми пропонуємо представляти вхідні дані у вигляді трикутника. Зокрема, нечіткі числа з трикутною функцією належності $\mu(t)$ називаються трикутними нечіткими числами і позначаються, $\bar{t} = (t_{min}, t_c, t_{max})$, де t_{min}, t_{max}, t_c – відповідно мінімальне, максимальне значення і деяка оцінка центрального значення (математичного сподівання, моди, медіани тощо) окремого параметра та мають функцію належності [11].

$$\mu(t) = \begin{cases} \frac{t-t_{min}}{t_c-t_{min}}, & \text{для } t_{min} \leq t \leq t_c \\ \frac{t-t_{max}}{t_c-t_{max}}, & \text{для } t_c \leq t \leq t_{max} \end{cases} \quad (11.21)$$

Для реалізації нечіткого логічного висновку необхідно здійснювати перехід від висловлювань до нечітких лінгвістичних рівнянь, відповідно до теорії нечітких множин Ці рівняння отримують через заміну значень x_{ij} ; x_{ij} на значення їх функцій належності $\mu_{x_{ij}}(x_i)$ параметра $x_i \in \mathcal{X}_i$, x_i нечіткому терму x_{ij} «або» нечітко-логічним операціям « $\vee$ », « $\wedge$ ». Вага правил враховується через добуток нечіткого виразу, який відповідає кожному рядку бази і відповідного значення ваги $\omega_1 \omega_{ij}$. [33].

Так, лінгвістичним висловлюванням бази знань моделі оцінювання якості води у Тернопільському регіоні відповідають такі нечіткі лінгвістичні рівняння:

$y_1 = \text{низький} (1,00- 1,36) (H)$, - будуть відповідати такі нечіткі лінгвістичні рівняння:

$$\mu^{y_1}(z_1, z_2, z_3, z_4, z_5) = \omega_1 [\mu^H(z_1) \cdot \mu^B(z_2) \cdot \mu^B(z_3) \cdot \mu^B(z_4) \cdot \mu^B(z_5)] \vee \omega_2 [\mu^C(z_1) \cdot \mu^B(z_2) \cdot \mu^B(z_3) \cdot \mu^B(z_4) \cdot \mu^C(z_5)]$$

$\omega_3 [\mu^H(z_1) \cdot \mu^B(z_2) \cdot \mu^C(z_2) \mu^C(z_2) \mu^B(z_2)] \vee \omega_4 [\mu^H(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^B(z_2) \mu^C(z_2) \mu^B(z_2)] \vee$
 $\omega_5 [\mu^H(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^B(z_2) \mu^B(z_2) \mu^C(z_2)] \vee \omega_6 [\mu^H(z_1) \cdot \mu^B(z_2) \cdot \mu^B(z_2) \mu^B(z_2) \mu^C(z_2)]$

$y_1 =$ середній (1,00- 1,36) (C), будуть відповідати такі нечіткі лінгвістичні рівняння:

$\mu^{\gamma^2}(\omega_7) z_1, z_2, z_3, z_4, z_5) [\mu^H(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^C(z_3) \mu^B(z_4) \mu^C(z_5)] \vee (\omega_8) [\mu^C(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^C(z_3)$
 $\mu^B(z_4) \mu^C(z_5)] \vee (\omega_9) [\mu^C(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^C(z_3) \mu^C(z_4) \mu^C(z_5)] \vee (\omega_{10}) [\mu^B(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^C(z_3)$
 $\mu^C(z_4) \mu^C(z_5)] \vee (\omega_{11}) [\mu^B(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^C(z_3) \mu^B(z_4) \mu^C(z_5)] \vee (\omega_{12}) [\mu^H(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^C(z_3)$
 $\mu^B(z_4) \mu^C(z_5)] \vee (\omega_{13}) [\mu^H(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^C(z_3) \mu^C(z_4) \mu^B(z_5)] \vee (\omega_{14}) [\mu^H(z_1) \cdot \mu^H(z_2) \cdot \mu^C(z_3)$
 $\mu^C(z_4) \mu^C(z_5)] \vee (\omega_{14}) [\mu^H(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^C(z_3) \mu^C(z_4) \mu^H(z_5)]$

$y_1 =$ високий (2,18-2,65) (B)) будуть відповідати такі нечіткі лінгвістичні рівняння:

$(\omega_{15}) [\mu^B(z_1) \cdot \mu^H(z_2) \cdot \mu^H(z_3) \mu^H(z_4) \mu^H(z_5)] \vee (\omega_{16}) [\mu^B(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^H(z_3) \mu^H(z_4) \mu^H(z_5)] \vee$
 $(\omega_{17}) [\mu^B(z_1) \cdot \mu^C(z_2) \cdot \mu^H(z_3) \mu^H(z_4) \mu^C(z_5)] \vee (\omega_{18}) [\mu^B(z_1) \cdot \mu^H(z_2) \cdot \mu^H(z_3) \mu^C(z_4) \mu^H(z_5)] \vee$
 $(\omega_{19}) [\mu^B(z_1) \cdot \mu^H(z_2) \cdot \mu^H(z_3) \mu^C(z_4) \mu^C(z_5)] \vee (\omega_{20}) [\mu^B(z_1) \cdot \mu^H(z_2) \cdot \mu^H(z_3) \mu^H(z_4) \mu^C(z_5)] \vee$
 $(\omega_{21}) [\mu^B(z_1) \cdot \mu^H(z_2) \cdot \mu^H(z_3) \mu^C(z_4) \mu^C(z_5)]$

Використання експертних знань у побудові моделей на основі нечіткої логіки потребує управління цим процесом, тобто гнучкого їх уточнення у відповідності до відмінностей у структурі причинно-наслідкових зв'язків чи у зміні характеру впливу зовнішніх чинників.

На рисунку 11.12 представлено фрагмент реалізації введення вхідних даних у модель оцінювання рівня якості води в Тернопільському регіоні з використанням програмного забезпечення MatLab, проміжного параметра z_1 (БСК₅).



Рис. 11.12. Фрагмент введення вхідних чинників моделі оцінювання рівня якості води в Тернопільському регіоні

реалізоване в програмному забезпеченні MatLab, проміжного параметра z_1 .

Після введення вхідних даних, прописуємо лінгвістичні рівняння для встановлення нейронних зв'язків між вхідними та результуючим показником оцінювання рівня якості води, згідно даних представлених у таблиці 11.5.

Розв'язання поставлених задач прогнозування пропонується здійснювати на основі сучасних інтелектуальних технологій: теорії нечітких множин, нейронних мереж, методів нечіткої логіки. На сьогодні використовуються наступні види нечітких нейронних мереж: контролери Мамдані, нечіткі контролери Цукамото, нечітка нейронна мережа NEFPROX, нечітка нейронна мережа TSK, нечітка нейронна мережа Ванга-Менделя. Нечіткі множини дають можливість формалізувати величини, що мають якісну основу виявити зв'язки між регульованими параметрами і величинами, що впливають на них, і сформулювати нечіткий прогноз в умовах невизначеності параметрів прогнозування [33].

Після проведення дефазифікації всіх нейронних зв'язків у контролері Мамдані, програмного забезпечення Matlab, ми отримали модель оцінювання рівня якості води у Верхньо-Івачівського водозаборі, яке представляємо у графічній інтерпретації на рисунку 4. Імплементация розробленої моделі для практичної реалізації досліджуваної водойми, дозволить поповнювати базу знань і відповідно базу правил більш чіткими логічними висловлюваннями, що дозволить максимально приблизити розроблену модель до режиму «реального часу». Також дана модель може бути застосована до іншої водойми, якщо адаптувати розроблену авторами базу знань та правил. Застосування нейронних мереж у дослідженнях природних водойм на якісні показники, дозволить здійснювати постійний моніторинг, та вдосконалювати елементи моделі при зміні природних чинників.

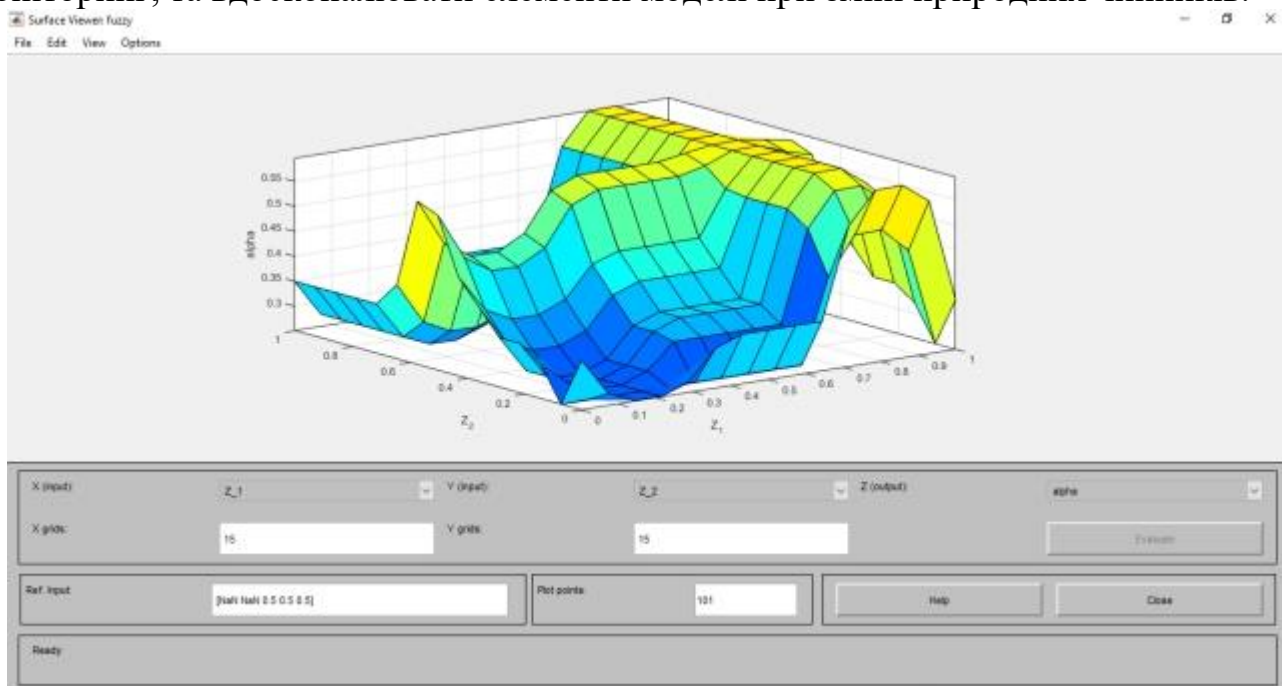


Рис. 11.13 Графічне зображення моделі оцінювання рівня якості води в Тернопільському регіоні реалізованому в програмному забезпеченні MatLab, підмодулі fuzzy logic.

Згідно проведеного моделювання оцінювання рівня якості води отримали на середньому рівні з показником 1,52, що відповідає згідно шкали оцінювання – середньому рівню в діапазоні (1,36-2,18), але ближче до нижнього рівня шкали, що вказує на не достатній рівень якості води у Верхньо-Івачівському водозаборі. При цьому чинник Z_1 (БСК₅) потрапляє зі значенням 3.1 в діапазон середнього рівня у

проміжку (3,1- 3,9), згідно шкали термів (табл. 11.5), так як має вміст вплив таких чинників як достатньо високий рівень NH_4^+ у досліджуваній водоймі Тернопільського регіону. Даний показник потрапляє в область високих значень (6,1- 6,9) (В), що негативно відображається на якості води.[11].

Проведенні дослідження підтвердили наявність у досліджуваній водоймі, таких речовин, як феноли, присутність яких знижує якість води. Наявність антропогенного навантаження на водойму підтверджується проведеними дослідженнями та моделюванням впливу таких факторів як СПАР, який з показником 0,8 відноситься до високого рівня (діапазон шкали термів 0,651- 0,88) (В), (VII- ї дуже погана), що згідно лінгвістичних рівнянь нечітких множин знижує визначальний рівень якості води у досліджуваній водоймі з високого до середнього. Згідно проведених лабораторних досліджень та моделювання вмісту нафтопродуктів, то присутність останніх у досліджуваній водоймі відповідає середньому рівню за шкалою оцінювання (0,238- 0,244) (С). Розроблена нами модель оцінювання якості води, при наявних результатах лабораторних досліджень, дозволяє встановити ступінь впливу гідрохімічних показників через нейронні зв'язки, а реалізація запропонованої моделі у середовищі Matlab, з модулями штучного інтелекту, дозволить програмі «самонавчатися», та доповнюючи вхідні та проміжні параметри адаптувати під досліджувану водойму регіону.

Практична 11.

Створення блох-схеми наукових концепцій євроінтеграційних змін підприємств національної економіки.

Створити на основі прикладу блок-схему перехідних процесів у національній економіці на шляху до євроінтеграційних та євроатлантичних змін. Виділити основні блоки які на вашу думку мають пріоритетні значення. На основі цих даних підготувати наукову статтю щодо євроінтеграційних трансформаційних процесів національної економіки.

Схему для прикладу взяти з лекційного матеріалу(лекція 11).

4. Критерії оцінювання результатів навчання студентів

Форма підсумкового семестрового контролю – **екзамен**

Модуль 1			Модуль 2			Підсумковий контроль		Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота					
Теоретичний курс (тестування)	Практична робота		Теоретичний курс (тестування)	Практична робота				
20	20		15	20		25		100
№ лекцій	Види робіт	Бал	№ лекцій	Види робіт	Бал	Теоретичний курс	10	
Лекція 1	Пр. роб. 1	2	Лекція 7	Пр. роб. 7	2			
Лекція 2	Пр. роб. 2	4	Лекція 8	Пр. роб. 8	2	Практичне завдання	15	
Лекція 3	Пр. роб. 3	4	Лекція 9	Пр.9	2			
Лекція 4	Пр. роб. 4	2	Лекція 10	Пр.10	2			
Лекція 5	Пр. роб. 5	4	Лекція 11	Пр.11	2			
Лекція 6	Пр. роб. 6	4	-.	Індивідуальне завдання	10			

5.Рекомендована література

Базова

1. Гарматій Н.М. Класичні та сучасні моделі економіки : навч. посібник./ Н.М. Гарматій, І.О. Мартиняк, Г.В. Ціх.- Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023.300с.

2. Гарматій С., Гарматій Н. Удосконалення організаційно-економічного механізму управління євроінтеграційними процесами вітчизняних підприємств. Галицький вісник. 2024. Вип.(89) №4. С 142-148 URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/46435>

3. Н Гарматій, В Феньо. Вплив Інтернет-технологій на модернізацію навчального середовища / Трансформація бізнесу для сталого майбутнього: дослідження, цифровізація та інновації: монографія /за ред. д.е.н., проф. О. А. Сороківської. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. С. 207-219

4. .Н Гарматій. Дослідження цифровим інструментарієм на основі економіко-математичного моделювання динаміки розвитку малого та середнього бізнесу в Україн. / Розвиток соціально-економічних систем в

геоекономічному просторі: колективна монографія /за ред. д.е.н., проф. С.М. Співака. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024 С.181-188.

5. Гарматій Н. М. Динаміка та перспективи розвитку машинобудування України / Наталія Гарматій, Ірина Федішин. Галицький економічний вісник. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 57. — № 2. — С. 52–62. — (Економіка та управління підприємствами).

6. Здрок В.В. Моделювання економічної динаміки: Підручник для студентів ВНЗ./ В.В. Здрок, І.М. Паславська.- Львів. Видавничий центр ЛНУ ім.І.Франка, 2007.-244с.

7. Капустян В.О. Моделювання економіки. Посібник/ В.О. Капустян, Г.А.Мажара, І.Д. Фартушний.- Київ.- КПІ.ім.І.Сікорського, 2022р.- 265с.

8. Коляденко С.В. Цифрова економіка: передумови та етапи становлення в Україні і у світі. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. ВНАУ.2016. С.105-112.

9. Мажара Г. А. Вплив смаків і пріоритетів купівлі на вибір споживача на прикладі задачі динамічного моделювання. Г. А. Мажара, В. О. Капустян // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. — 2019. — № 3(9). — С. 45—50. 13

10. Мажара Г. А. Ірраціональні стратегії в умовах часткової інформованості гравців на прикладі індивідуально-оптимальних рівноваг . Г. А. Мажара, В. О. Капустян . Академічний огляд. — 2019. — № 2(51). — С. 61—68.

11. Мажара Г. А. Поведінкова складова у класичних підходах в ігрових задачах є Г. А. Мажара, В. О. Капустян . Академічний огляд. — 2018. — № 1. — С. 33—39.

Допоміжна

1. Економіка та міжнародна економіка : навч. посіб. (за Програмою предмет. тесту з економіки та міжнар. екон. єдиного фах. вступ. випробовування) / уклад. В. І. Куцик та ін. Львів : Львів. торг.-екон. ун-т, 2023. 423 с.
2. Мікроекономіка: підручник / за заг. ред. А. І. Ігнатюк. Київ : Ліра, 2023. 419 с.
3. Мікроекономіка: навч. посіб. Одеса : Бондаренко М. О., 2023. 192 с.
4. Примачов М. Т., Примачова Н. М., Стахов А. Ю. Економічна теорія: мікроекономіка, макроекономіка: підручник. Одеса : ОМА, 2022. 385 с.
5. Аналітична економіка: макроекономіка і мікроекономіка : підручник : у 2 кн. Львів : Апріорі, 2021 .
6. Економікс : навч. посіб. Луцьк : Гадяк Ж. В., Волиньполіграф, 2021. Ч. 1 : Вступ до економікса. Мікроекономіка / Баула О. В. та ін. 2021. 318 с.
7. Економічна теорія : підруч. : у 2 ч. Київ : Київ. нац. екон.-торг. ун-т, 2021 .

8. Економічна теорія (історія економіки та економічної думки, політекономія, мікроекономіка, макроекономіка) : навч. посіб. : у 2 ч. Ірпінь : Ун-т ДФС України, 2020.

Інформаційні ресурси

Електронний ID дисципліни : «Сучасні концепції розвитку цифрової економіки» ID 2058.-

1.Електронний режим доступу до дистанційного курсу навчальної дисципліни «Сучасні концепції розвитку цифрової економіки».URL: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>

2. Господарський кодекс України від 16.01.2003 р. № 436-IV. – URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/436-15>.

3. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності». – [Електронний ресурс]: затверджене наказом Міністерства фінансів України № 73 від 07.02.2013 р. –URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0336-13>.

4. Офіційний сайт Державного комітету статистики України.URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

5. Офіційний сайт Мінфін URL: <http://minfin.com.ua/>.

6. Офіційний сайт НБУ URL: <https://www.bank.gov.ua/>.

7. International Monetary Fund/ URL: / <https://www.imf.org/en/Home>

8. MATLAB-ONLINE. URL: <https://www.mathworks.com/products/matlab-online.html>

