

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан економічного факультету

А.В. Череп

« 02 » 09 2021 р.

Нейрокомп'ютинг

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки магістра

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності

051 «Економіка»

освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри економічної кібернетики
Протокол №_1_ від «_27_»_серпня_2021_р.
Завідувач кафедри економічної кібернетики



Н.К. Максишко

Ухвалено науково-методичною радою
економічного факультету
Протокол №_1_ від «_30_» серпня 2021 р.
Голова науково-методичної ради
економічного факультету



І.І. Колобердянко

Погоджено
з навчально-методичним відділом



(підпис)

О.В. Семчишина

(ініціали, прізвище)

2021 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 05 – Соціальні та поведінкові науки	Кількість кредитів – 5	Вибіркова	
Спеціальність 051 – Економіка	Загальна кількість годин – 150	Цикл дисциплін професійної підготовки	
Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»		Семестр:	
	3 -й		
	Лекції		
	Змістових модулів – 8	22 год.	
		Лабораторні	
		22 год.	
Рівень вищої освіти: магістерський	Кількість поточних контрольних заходів – 18	Самостійна робота	
		106 год.	
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Нейрокомп'ютинг» є отримання студентами необхідних знань та умінь з основ теорії нейронних мереж та їх застосуванням для вирішення різноманітних завдань професійної діяльності.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є архітектура та алгоритми функціонування нейронних мереж.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Нейрокомп'ютинг» є: формування у студентів певних знань та вмінь з теорії та практики розробки архітектури та алгоритмів функціонування нейронних мереж.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<p>ЗК-02 Здатність зберігати моральні, культурні, наукові цінності та примножувати досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.</p> <p>ЗК-03 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p>	<p>Репродуктивні методи (лекція, пояснення, робота з методичними матеріалами). Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Дискусійні методи.</p>

<p>ЗК-04 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК-05 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ЗК-07 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>ЗК-08 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК-09 Здатність до адаптації та дій в новій ситуації.</p> <p>СК-06 Здатність застосовувати економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач.</p> <p>СК-07 Здатність застосовувати комп'ютерні технології та програмне забезпечення з обробки даних для вирішення економічних завдань, аналізу інформації та підготовки аналітичних звітів.</p> <p>СК-11 Здатність обґрунтовувати економічні рішення на основі розуміння закономірностей економічних систем і процесів та із застосуванням сучасного методичного інструментарію.</p> <p>СК-12 Здатність самостійно виявляти проблеми економічного характеру при аналізі конкретних ситуацій, пропонувати способи їх вирішення.</p> <p>СК-13 Здатність проводити економічний аналіз функціонування та розвитку суб'єктів господарювання, оцінку їх конкурентоспроможності.</p> <p>СК-15 Здатність використовувати математичні методи для розробки економіко-математичних моделей в економічних дослідженнях.</p> <p>СК-17 Здатність знаходити інформацію про генерацію, структуру та значення економічних даних, аналізувати джерела даних, а також описувати зв'язок між даними та тенденції їх зміни.</p>	
<p>ПРН-08 Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач.</p> <p>ПРН-10 Проводити аналіз функціонування та розвитку суб'єктів господарювання, визначати функціональні сфери, розраховувати відповідні показники, які характеризують результативність їх діяльності.</p> <p>ПРН-12 Застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань та змістовно інтерпретувати отримані результати.</p> <p>ПРН-16 Вміти використовувати дані, надавати аргументацію, критично оцінювати логіку та формувати висновки з наукових та аналітичних текстів з економіки.</p> <p>ПРН-19 Використовувати інформаційні та комунікаційні технології для вирішення соціально-економічних завдань, підготовки та представлення аналітичних звітів.</p> <p>ПРН-27 Вміти розробляти й використовувати бази та сховища даних, призначених для вирішення економічних завдань, аналізу інформації та підготовки аналітичних звітів.</p> <p>ПРН-28 Вміти знаходити інформацію про генерацію, структуру та значення економічних даних, аналізувати джерела даних, а також описувати зв'язок між даними та тенденції їх зміни</p>	<p>Методи контролю і самоконтролю: усний, письмовий.</p> <p>Практичні методи (практичні та контрольні завдання).</p> <p>Контрольні заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"> – практичні завдання; – теоретичне тестування; – залік.

Міждисциплінарні зв'язки

Дисципліна тісно пов'язана з курсом «Математичні основи економіки», у межах якого студенти оволодівають математичним апаратом, який використовується для організації розрахунків та вирішення фінансових задач програмними засобами. А також із курсом «Інформаційні технології в управлінні економічними системами» який дає навички використання, налагодження, впровадження та розробки інформаційних технологій в економіці.

Набуті студентами знання і навички будуть необхідні студентам при використанні нейронних інформаційних технологій для вирішення економічних завдань, написання курсових робіт та професійної діяльності.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теоретичні аспекти застосування нейронних мереж (НМ).

Тема 1. Основні напрямки застосування нейронних мереж та нейрокомп'ютерів. Типові задачі. Сфери застосування.

Біологічні нейрони. Математичні моделі нейроелементів. Переваги еволюційних методів. Властивості штучних нейромереж. Загальна характеристика та принципи побудови нейромереж. Загальне уявлення про навчання нейромереж. Структурний синтез нейромереж.

Тема 2. Розпізнавання символів. Штучний ніс. Прогнозування. Обмеження і недоліки, пов'язані з використанням нейронних мереж для прогнозування.

Параметричний синтез нейромереж. Класифікація та види моделей нейромереж. Особливості багатопараметричного пошуку. Поняття: нейрон, нейромережа, нейрокомп'ютер. Поняття: синапс, вага (ваговий коефіцієнт), поріг, дискримінантна (вагова) функція, функція активації, бажаний і реальний вихід нейромережі. Розпізнавання образів за допомогою нейронних мереж.

Змістовий модуль 2. Розвиток та основні поняття нейрокомп'ютерів.

Тема 3. Проблеми розвитку нейронних мереж.

Характеристики нейромереж. Багатошаровий перцептрон: модель і принципи побудови архітектури. Градієнтні методи навчання багатошарових нейромереж. Методи навчання радіально-базисних нейромереж. Навчання одношарового перцептрона.

Тема 4. Основні поняття штучних нейронних мереж. Модель штучного нейрона. Навчання нейронних мереж.

Порівняння моделей та методів навчання нейромереж прямого поширення. Подібність і відмінність радіально-базисних нейромереж і багатошарових нейромереж. Склад штучного нейрона. Види штучних нейронних мереж. Крок навчання. Нейронні мережі прямого поширення сигналу. Шар нейронів.

Змістовий модуль 3. Принципи застосування НМ зворотного розповсюдження.

Тема 5. Нейронні мережі зворотного розповсюдження.

Суть методу зворотного поширення помилки. Повнозв'язна мережа. Мережа зі зворотними зв'язками. Функція обчислювальної енергії. Псевдоінверсне навчальне правило. Проективний метод настроювання ваг. Ефект рознасичення (ефект Городничого).

Змістовий модуль 4. Застосування мап Кохонена.

Тема 6. Мапи Кохонена. Визначення. Принцип роботи мережі Кохонена.

Відмінність мереж Кохонена між собою та у порівнянні з іншими нейромережами. Способи урахування апріорної інформації про значимість ознак при навчанні SOM. Стратегія (метод) визначення необхідної кількості нейронів конкуруючого шару LVQ. Обмеження мереж LVQ. Структура мережі LVQ. Структуру мережі SOM. Порівняння мережі Кохонена з бінарною мережею Хопфілда, з мережею Елмана та з перцептронами.

Змістовий модуль 5. Принципи використання мережі Хопфілда.

Тема 7. Мережі Хопфілда. Алгоритм Хопфілда. Розпізнавання образів Мережами Хопфілда.

Бінарні повнозв'язні нейромережі Хопфілда. Застосування бінарної мережі Хопфілда для класифікації складно (нелінійно) розділених образів. Проекційні методи навчання мережі Хопфілда. Метод рознасичення синаптичної матриці мережі Хопфілда. Нейромережа Елмана. Застосування нейромереж для асоціативного пошуку інформації. Мережі Хопфілда в задачах комбінаторної оптимізації. Порівняння мереж Хопфілда та Елмана.

Змістовий модуль 6. Застосування глибинного навчання для НМ.

Тема 8. Глибинне навчання та глибинні нейромережі.

Глибинне навчання. Глибинна нейронна мережа. Згорткова нейронна мережа. Схему згорткової нейромережі. Структура та функціонування згорткової нейромережі. Призначення та функціонування згорткового шару. Згортка. Призначення та функціонування агрегуювального шару.

Змістовий модуль 7. Інформаційні системи створення НМ.

Тема 9. Програмне забезпечення для моделювання нейронних мереж.

Програмні засоби для моделювання НМ. Модулі пакету Matlab, які містяться засоби для моделювання нейромереж. Засіб nntool пакету Matlab. Подання структури нейромережі у пакеті Matlab. Функції для моделювання нейромереж у програмному та ручному режимах у пакеті Matlab. Функції розв'язання задач оптимізації на основі еволюційного пошуку бібліотеки Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox пакету Matlab. Засоби моделювання нейронних мереж у пакеті Statistica Neural Networks.

Змістовий модуль 8. Сучасні програмне забезпечення для створення НМ.

Тема 10. Нейропроцесори. Нейрокомп'ютери.

Модуль Neural Network Toolbox. Пакет Statistica Neural Networks. Моделі нейроелементів у пакеті Matlab. Аналіз внутрішньої структури функції та пакету Matlab: основні змінні, параметри, методи та допоміжні функції, їх призначення та використання. Опис основних засобів бібліотеки NeuroLab.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години					Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин	Лекційні заняття, год		Лабораторні заняття, год		о/д ф.	з/дист ф.	Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
			о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	15	6	4		2		9		2	3	5
2	15	6	4		2		9		2	3	5
3	15	4	2		2		11		2	3	5
4	15	6	2		4		9		12	3	15
5	15	6	2		4		9		2	3	5
6	15	4	2		2		11		2	3	5
7	15	6	4		2		9		2	3	5
8	15	6	2		4		9		12	3	15
Усього за змістові модулі	120	40	22		22		76		36	24	60
Підсумковий семестровий контроль залік	30						30		20	20	40
Загалом					150				100		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин
		о/д ф.
1	2	3
1	Тема 1. Основні напрямки застосування нейронних мереж та нейрокомп'ютерів. Типові задачі. Сфери застосування.	2
	Тема 2. Розпізнавання символів. Штучний ніс. Прогнозування. Обмеження і недоліки, пов'язані з використанням нейронних мереж для прогнозування.	2
2	Тема 3. Проблеми розвитку нейронних мереж.	2
	Тема 4. Основні поняття штучних нейронних мереж. Модель штучного нейрона. Навчання нейронних мереж.	2
3	Тема 5. Нейронні мережі зворотного розповсюдження.	2
4	Тема 6. Мапи Кохонена. Визначення. Принцип роботи мережі Кохонена.	2
5	Тема 7. Мережі Хопфілда. Алгоритм Хопфілда. Розпізнавання образів Мережами Хопфілда.	2
6	Тема 8. Глибинне навчання та глибинні нейромережі.	2
7	Тема 9. Програмне забезпечення для моделювання нейронних мереж.	4
8	Тема 10. Нейропроцесори. Нейрокомп'ютери.	2
Разом		22

6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин
		о/д ф.
1	2	3
1	Лабораторна робота №1 Нейронна мережа Хебба.	2
2	Лабораторна робота №2 Елементарний перцептрон Розенблатта.	2
3	Лабораторна робота №3 Нейронна мережа Хемминга.	2
4	Лабораторна робота №4 Нейронна мережа Кохонена.	4
5	Лабораторна робота №5 Дискретна нейронна мережа Хопфілда.	4
6	Лабораторна робота №6 Двонаправлена асоціативна пам'ять.	2
7	Лабораторна робота №7 Дискретна нейронна мережа адаптивної резонансної теорії ART-1.	2
8	Лабораторна робота №8 ДАП на основі дискретних нейронних мереж ART.	4
Разом		22

7. Види і зміст поточних контрольних заходів *

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Усне опитування	Теоретичні питання за темами змістового модулю 1 (розділ 3 робочої програми (РП)).	Викладач задає два питання. Студент отримує: 1 бал – дана правильна відповідь на одне питання; 2 бали – дана правильна відповідь на два питання.	2
	Практичне завдання	Лабораторна робота 1 Нейронна мережа Хебба	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 3 бали: 1 бал – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 2 бали – лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 3 бали – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	3
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	2			5
2	Усне опитування	Теоретичні питання за темою змістового модулю 2 (розділ 3 РП).	Викладач задає два питання. Студент отримує: 1 бал – дана правильна відповідь на одне питання; 2 бали – дана правильна відповідь на два питання.	2
	Практичне завдання	Лабораторна робота 2 Елементарний перцептрон Розенблатта	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 3 бали: 1 бал – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 2 бали – лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 3 бали – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	3
Усього за ЗМ 2 контр. заходів	2			5

3	Усне опитування	Теоретичні питання за темами змістового модулю 3 (розділ 3 РП).	Викладач задає два питання. Студент отримує: 1 бал – дана правильна відповідь на одне питання; 2 бали – дана правильна відповідь на два питання.	2
	Практичне завдання	Лабораторна робота 3 Нейронна мережа Хеммінга.	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 3 бали: 1 бал – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 2 бали – лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 3 бали – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	3
Усього за ЗМ 3 контр. заходів	2			5
4	Усне опитування	Теоретичні питання за темою змістового модулю 4 (розділ 3 РП).	Викладач задає два питання. Студент отримує: 1 бал – дана правильна відповідь на одне питання; 2 бали – дана правильна відповідь на два питання.	2
	Практичне завдання	Лабораторна робота 4 Нейронна мережа Кохонена.	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 3 бали: 1 бал – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 2 бали – лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 3 бали – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	3
	Тестування №1	Тестові завдання за навчальним матеріалом змістових модулів 1-4 (розділ 3 РП).	Тестування проводиться в системі Мудл. Тест містить 10 тестових завдань, до кожного завдання подається чотири відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне питання студент отримує 1 бал.	10
Усього за ЗМ 4 контр. заходів	3			15
5	Усне опитування	Теоретичні питання за темою змістового модулю 5 (розділ 3 РП).	Викладач задає два питання. Студент отримує: 1 бал – дана правильна відповідь на одне питання; 2 бали – дана правильна відповідь на два питання.	2

	Практичне завдання	Лабораторна робота 5 Дискретна нейронна мережа Хопфілда.	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 3 бали: 1 бал – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 2 бали – лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 3 бали – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	3
Усього за ЗМ 5 контр. заходів	2			5
6	Усне опитування	Теоретичні питання за темою змістового модулю 6 (розділ 3 РП).	Викладач задає два питання. Студент отримує: 1 бал – дана правильна відповідь на одне питання; 2 бали – дана правильна відповідь на два питання.	2
	Практичне завдання	Лабораторна робота 6 Двонаправлена асоціативна пам'ять.	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 3 бали: 1 бал – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 2 бали – лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 3 бали – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	3
Усього за ЗМ 6 контр. заходів	2			5
7	Усне опитування	Теоретичні питання за темою змістового модулю 7 (розділ 3 РП).	Викладач задає два питання. Студент отримує: 1 бал – дана правильна відповідь на одне питання; 2 бали – дана правильна відповідь на два питання.	2
	Практичне завдання	Лабораторна робота 7 Дискретна нейронна мережа адаптивної резонансної теорії ART-1.	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 3 бали: 1 бал – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 2 бали - лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 3 бали – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	3
Усього за ЗМ 7 контр.	2			5

заходів				
8	Усне опитування	Теоретичні питання за темою змістового модулю 8 (розділ 3 РП).	Викладач задає два питання. Студент отримує: 1 бал – дана правильна відповідь на одне питання; 2 бали – дана правильна відповідь на два питання.	2
	Практичне завдання	Лабораторна робота 8 ДАП на основі дискретних нейронних мереж АРТ.	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 3 бали: 1 бал – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 2 бали – лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 3 бали – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	3
	Тестування №2	Тестові завдання за навчальним матеріалом змістових модулів 5-8 (розділ 3 РП).	Тестування проводиться в системі Мудл. Тест містить 10 тестових завдань, до кожного завдання подається чотири відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне питання студент отримує 1 бал.	10
Усього за ЗМ 8 контр. заходів	3			15
Усього за змістові модулі контр. заходів	18			60

8. Підсумковий семестровий контроль***

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
залік	Тестування	Тестові завдання за навчальним матеріалом змістових	Тестування проводиться в системі Мудл. Тест містить 20 тестових завдань, до кожного завдання подається чотири відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне питання студент отримує 1 бал.	20

		модулей 1-8 (розділ 3 РП).		
Практичне завдання	Розв'язання двох типових задач, які розглядалис я у лабораторни х роботах 1- 8	Кожна задача оцінюється за такою шкалою: 10 балів: задачу розв'язано правильно; 9 балів: задачу розв'язано з незначними помилками, але зрозуміло, що студент знає алгоритм розв'язання задачі; 8-7 балів: задачу розв'язано з помилками, з яких зрозуміло, що студент частково знає алгоритм розв'язку задачі; – 6 балів: виписана формула, за якою можна розв'язати задачу та зроблена спроба її розв'язання, наприклад виконав значний обсяг допоміжних розрахунків; – 5 балів: виписана формула, за якою можна розв'язати задачу та зроблені допоміжні розрахунки, які свідчать про те, що студент матеріал частково знає; – 4 бали: виписана формула, за якою можна розв'язати задачу та зроблені допоміжні розрахунки; – 3 бали: виписана формула, за якою можна розв'язати задачу та зроблено незначний обсяг допоміжних розрахунків; – 2-1 бал: виписана формула, за якою можна розв'язати задачу, але з помилками; – 0 балів: задачу не розв'язано.		20
Усього за підсумковий семестровий контроль				40

9. Рекомендована література

Основна:

1. Субботін С. О. Нейронні мережі: теорія та практика : навч. посіб. Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. 184 с.
2. Дорофєєв Ю.І. Штучні нейронні мережі : метод. вказ. до лаб. роб. Харків : НТУ «ХПШ», 2019. 40 с.
3. Ткаченко Р.О. Нейромережеві засоби штучного інтелекту : навч. посіб. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2017. 206 с.
4. Дранишников Л. В. Інтелектуальні методи в управлінні : навч. посіб. Кам'янське : ДДТУ, 2018. 416 с.

Додаткова:

1. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі : навч. посіб. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011. 444 с
2. Руденко О.Г., Бодянський Є.В. Штучні нейронні мережі : навч. посіб. Київ : Компанія СМІТ, 2006. 404 с.
3. Субботін, С. О., Олійник А. О. Нейронні мережі : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. 132 с.
4. Руденко О. Г., Бодянський Є. В. Штучні нейронні мережі: навч. посіб. Харків : Компанія СМІТ, 2006. 404 с.
5. Олійник А. О., Субботін С. О., Олійник О. О. Інтелектуальний аналіз даних : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. 271 с.