

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій

Затверджую

В.о. декана факультету
 комп'ютерних інформаційних технологій
 Ігор ЯКИМЕНКО

_____ 2023 р.

Затверджую

В.о. проректора
 з науково – педагогічної роботи
 Віктор ОСТРОВЕРХОВ

_____ 2023 р.

Затверджую
 Директор ННІНОТ

Святослав ПИТЕЛЬ

_____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

«Прийняття рішень в умовах невизначеності»

Ступінь вищої освіти – другий (магістерський)
 Галузь знань 12 „Інформаційні технології”
 Спеціальність 124 „Системний аналіз”
 Освітньо – професійна програма «Системний аналіз»
 Кафедра економічної кібернетики та інформатики

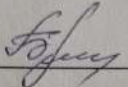
Форма навчання/ факультет	Курс	Семестр	Лекції	Практ.	ІР С	СР С	Тре нінг	Разом (год.)	Екзамен
Денна	1	1	30	15	5	96	4	150	1
Заочна	1	1	8	4		138		150	1

Тернопіль - 2023

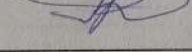
Робоча програма складена на основі освітньо – професійної програми підготовки магістра, галузі знань 12 „Інформаційні технології”, спеціальності 124 „Системний аналіз”, затвердженої Вченою радою ЗУНУ, протокол № 10 від 23.06.2023 р.

Робочу програму склала к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики та інформатики Ірина ДАНИЛЮК.

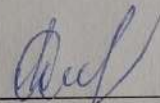
Робоча програма затверджена на засіданні кафедри економічної кібернетики та інформатики, протокол № 1 від 28, 08 2023 р.

Завідувач кафедри  Леся БУЯК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 124 «Системний аналіз» (протокол № 1 від 30, 08 2023 р.)

Голова групи забезпечення спеціальності  Роман ПАСІЧНИК

Гарант ОП

 Людмила БАБАЛА

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ»

1. Опис дисципліни

Дисципліна – Прийняття рішень в умовах невизначеності	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS - 5	Галузь знань – 12 "Інформаційні технології "	Дисципліна циклу професійної підготовки (нормативна) Мова навчання - українська
Кількість залікових модулів - 4	Спеціальність – 124 "Системний аналіз",	Рік підготовки: 1 Семестр – 1
Кількість змістових модулів - 2	Ступінь вищої освіти – магістр	Лекції: <i>ДФН лекції – 30 год.; практ. - 15 год</i> <i>ЗФН лекції – 8 год.; практ. - 4 год</i>
Загальна кількість годин - 150		Самостійна робота: <i>Д Ф Н 96 год., (тренінг – 4 год.). ЗФН – 138 год.</i> Індивідуальна робота <i>(ДФН): 5 год.</i>
Тижневих годин: 10 год., з них аудиторних – 3 год.		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. Мета й завдання вивчення дисципліни "Прийняття рішень в умовах невизначеності"

2.1. МЕТА ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна "Прийняття рішень в умовах невизначеності" є варіативною навчальною дисципліною та вибирається студентом освітнього ступеню "магістр" самостійно.

Навчальна дисципліна орієнтована на студентів, яких цікавить можливість прогнозування перебігу процесів в умовах значної невизначеності.

Передбачено вивчення базових методів побудови нечітких множин, лінгвістичних моделей та нечіткі правила виводу в експертних системах. Вивчаються також нечіткі дерева рішень, нечіткі довготермінові та короткотермінові методи прогнозування і нечіткі методи кластеризації.

На практичних заняттях з допомогою цих засобів створюються компоненти моделей, що враховують невизначеність ситуацій. Передбачена і самостійна робота зі створення та тестування нечіткої моделі результуючого показника у вибраній предметній галузі.

Метою викладання даної навчальної дисципліни є формування системи теоретичних знань про моделювання невизначеностей в практично важливих ситуаціях, їх місце серед засобів моделювання і комплекс умінь із моделювання значень результуючих показників та прогнозування їх динаміки.

Для досягнення мети поставлені такі основні **завдання**:

сформувати понятійний апарат і розуміння взаємозв'язку між основними засобами моделювання невизначеностей;

отримати базові знання щодо основних компонент нечітких моделей;
отримати практичні навички щодо створення нечітких моделей та їх комп'ютерної реалізації.

В результаті вивчення курсу "Прийняття рішень в умовах невизначеності" студенти повинні:

знати:

- основні принципи врахування невизначеностей в моделюванні практично важливих ситуацій;

- методи побудови нечітких множин та лінгвістичних моделей,

- методи побудови нечітких правил виводу в експертних системах;;

- методи побудови нечітких дерев рішень,;

- методи побудови нечітких довготермінових та короткотермінових методів прогнозування;

- методи побудови нечітких методів кластеризації;

вміти:

- підбирати джерела даних, що визначають проблематику вибраної проблемної галузі;
- вибирати результуючі та пояснюючі показники в джерелах даних;
- моделювати невизначеність даних за допомогою нечітких моделей;
- аналізувати нечіткі моделі за допомогою аналітичних методів із врахуванням невизначеності процесу;
- будувати прогнози із врахуванням змодельованої невизначеності.

3. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ «Прийняття рішень в умовах невизначеності»

Змістовий модуль 1 – Системи нечіткого виводу

Тема 1. Сутність, природа, класифікація управлінських рішень

Сутність прийняття управлінських рішень. Завдання теорії прийняття рішень. Основні етапи розробки та прийняття управлінських рішень. Елементи процесу прийняття рішень і класифікація задач. Класифікація моделей і методів прийняття рішень. Системний і ситуаційний підходи до управлінських рішень.

Література: 1,2,3,4,6,8,12,14

Тема 2. Завдання прийняття рішень в умовах невизначеності, ризику або загрози

Види невизначеності ЗПР. Класифікація задач прийняття рішень в умовах невизначеності. Фізична невизначеність станів зовнішнього середовища. Критерії Лапласа, Вальда, Максимін, Севіджа, Гурвіца.

Література: 1,2,3,4,6,8,12

ТЕМА 3. НЕЧІТКІ МНОЖИНИ

Характеристика ситуацій невизначеності. Коефіцієнти достовірності знань. Прийняття рішень в умовах невизначеності. Поняття лінгвістичної змінної. Нечіткі множини. Ступінь належності до нечіткої множини. Лінгвістичні значення. Носій функції належності.

Література: 1,2,3,4,5,6,8

ТЕМА 4. ЕЛЕМЕНТИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Функція належності елемента множини. Функція належності групи передумов. Коефіцієнт впевненості, міри довіри та недовіри до гіпотези. Функція належності при об'єднанні альтернатив. Операції концентрації, розтягування та алгебраїчного добутку. Властивості операцій на нечітких множинах. Міри нечіткості множин.

Література: 2,3,4,6,8,12

ТЕМА 5. НЕЧІТКІ ПРАВИЛА ВИВОДУ

Нечітка імплікація. Нечітке судження. Інтерпретації функції належності. Форми логічного та алгебраїчного добутку. Системи нечіткого виводу Мамдані-Заде. Загальна структура системи. Поняття фазифікатора та дефазифікатора.

Література: 1,2,3,4,6,8,12

Змістовий модуль 2 – Експертні та прогностичні системи

ТЕМА 6. ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКИХ ПРАВИЛ ВИВОДУ В ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМАХ

Структура нечіткого правила виводу. База правил виводу. Процес обробки нечітких правил виводу. Використання нечіткого об'єднання правил виводу.

Еволюція систем нечіткого виводу. Метод нечіткого виводу Мамдані.

Приклад нечіткої змінної. Приклади нечіткого виводу. Особливості методу виводу Мамдані.

Література: 2,3,4,6,8,12

Тема 7. НЕЧІТКИ ДЕРЕВА РІШЕНЬ

Дерева рішень. Особливості нечіткого дерева рішень. Ентропія розбиттів за атрибутами. Прирости інформації по атрибутах. Критерій вибору множин для розбиття. Усунення не підтверджених листків дерева. Приклад побудови нечіткого дерева прийняття рішень при видачі кредитів.

Література: 1,2,3,4,6,8,12

ТЕМА 8. НЕЧІТКЕ РЕГРЕСІЙНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ДО АНАЛІЗУ ФІНАНСОВИХ РИНКІВ

Модель оцінки капітальних активів. Гіпотеза ефективного ринку. Роль регресійного коефіцієнта в моделі оцінки капітальних активів. Чутливість цін акцій до фондового індексу. Роль α -коефіцієнту Йенсена в моделі оцінки капітальних активів. Нечітка модель оцінки капітальних активів. Задача лінійного програмування для побудови параметрів нечіткої моделі. Використання стандартного математичного забезпечення для ідентифікації нечіткої регресійної моделі.

Література: 2,3,4,6,8,12

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ ДИСЦИПЛІНИ "ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ" (ДФН)

	Кількість годин				
	Лекції	Практичні заняття	Самостій на робота	Індивід робота	Контроль заходи
Змістовий модуль 1. Системи нечіткого виводу					
Тема 1. Сутність, природа, класифікація управлінських рішень	2	1	12	3	поточне опит., завдання
Тема 2. Завдання прийняття рішень в умовах невизначеності, ризику або загрози	4	2	12		поточне опит., завдання
Тема 3. Нечітки множини	4	2	12		поточне опит. завдання
Тема 4. Елементи нечіткої логіки	4	2	12		поточне опит., завдання
Тема 5. Нечітки правила виводу	4	2	12		модульний контроль
Змістовий модуль 2. Експертні та прогностичні системи					
Тема 6. Застосування нечітких правил виводу в експертних системах	4	2	12	2	поточне опит., завдання
Тема 7. Нечіткі дерева рішень	4	2	12		поточне опит, завдання

Тема 8. Нечітке регресійне прогнозування із застосуванням до аналізу фінансових ринків	4	2	12		модульний контроль
Разом	30	15	96	5	

ЗФН

	Лекції	Практичні заняття	Самостій на робота
Тема 1. Сутність, природа, класифікація управлінських рішень	1	2	17
Тема 2. Завдання прийняття рішень в умовах невизначеності, ризику або загрози	1		17
Тема 3. Нечітки множини	1		17
Тема 4. Елементи нечіткої логіки	1		17
Тема 5. Нечітки правила виводу	1	2	17
Тема 6. Застосування нечітких правил виводу в експертних системах	1		17
Тема 7. Нечіткі дерева рішень	1		18
Тема 8. Нечітке регресійне прогнозування із застосуванням до аналізу фінансових ринків	1		18
Разом	8	4	138

5. ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичне заняття 1 (1 год.)

Тема. Сутність, природа, класифікація управлінських рішень

1. Сутність прийняття управлінських рішень. Завдання теорії прийняття рішень.
 2. Основні етапи розробки та прийняття управлінських рішень.
 3. Елементи процесу прийняття рішень і класифікація задач.
 4. Класифікація моделей і методів прийняття рішень.
 5. Системний і ситуаційний підходи до управлінських рішень.
- Література: 1,2,3,4,5,6,8,12,14

Практичне заняття 2 (2 год.)

Тема 2. Завдання прийняття рішень в умовах невизначеності, ризику або загрози

1. Види невизначеності ЗПР.
2. Класифікація задач прийняття рішень в умовах невизначеності.
3. Фізична невизначеність станів зовнішнього середовища.
4. Критерії Лапласа, Вальда, Максимін, Севіджа, Гурвіца.

Література: 1,2,3,4,5,6,8,12,14

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3 (2 ГОД.)

ТЕМА 3. НЕЧІТКІ МНОЖИНИ

1. Побудова коефіцієнтів достовірності знань.
2. Побудова нечітких множин
3. Використання функцій належності до нечіткої множини.
4. Побудова лінгвістичної змінної.

ЛІТЕРАТУРА: 1,2,3,4,5,6,8,12,14

Практичне заняття 4 (2 год.)

Тема 4. Елементи нечіткої логіки

1. Функція належності групи передумов.
2. Коефіцієнт впевненості, міри довіри та недовіри до гіпотези.
3. Операції концентрації, розтягування та алгебраїчного добутку.
4. Властивості операцій на нечітких множинах.

Література: 2,3,4,5,6,8,12

Практичне заняття 5 (2 год.)

Тема 5. Нечіткі правила виводу

1. Побудова нечітких імплікацій.
2. Побудова нечітких суджень.
3. Загальна структура системи нечіткого виводу Мамдані-Заде.
4. Аналіз систем нечіткого виводу Мамдані-Заде.

Література: 1,2,3,4,5,6,8,12,

Практичне заняття 6 (2 год.)

Тема 6. Застосування нечітких правил виводу в експертних системах

1. Структура нечіткого правила виводу.
2. Процес обробки нечітких правил виводу. Використання нечіткого об'єднання правил виводу.
3. Приклади нечіткого виводу.
4. Особливості методу виводу Мамдані.

Література: 1,2,3,4,5,6,8,12,14

Практичне заняття 7 (2 год.)

Тема 7. Нечіткі дерева рішень

1. Особливості нечіткого дерева рішень.
2. Оцінка ентропії розбиттів за атрибутами.
3. Побудова приростів інформації по атрибутах.
4. Аналіз критеріїв вибору множин для розбиття.

Література: 1,2,3,4,5,6,8,12,14

Практичне заняття 8 (2 год.)

ТЕМА 8. НЕЧІТКЕ РЕГРЕСІЙНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ДО АНАЛІЗУ ФІНАНСОВИХ РИНКІВ

1. Модель оцінки капітальних активів.

2. Нечітка модель оцінки капітальних активів.
 3. Задача побудови параметрів нечіткої моделі
 4. Метод ідентифікації нечіткої регресійної моделі.
 Література: 1,2,3,4,6,8,12

6. КОМПЛЕКСНЕ ПРАКТИЧНЕ ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Виконання індивідуального завдання полягає в самостійній розробці нечіткої моделі результуючого показника відповідно до обраної теми.

Комплексне практичне індивідуальне завдання (КПЗ) виконується самостійно при консультуванні викладачем протягом вивчення дисципліни у відповідності до графіка навчального процесу.

ІЗ виконується з метою закріплення, поглиблення й узагальнення знань, одержаних студентами за час навчання, та придбання практичних навичок їх застосування при розробці. При розробці студент повинен використовувати знання та вміння, набуті на заняттях і в ході самостійної роботи. Прийняті технічні та технологічні рішення повинні бути обґрунтовані.

Для досягнення мети студент повинен виконати всі передбачені технологією етапи для кожного виду робіт.

7. САМОСТІЙНА РОБОТА (ДФН)

Тематика	К-сть годин
Тема 1. Сутність, природа, класифікація управлінських рішень Вивчення лекційного матеріалу. Вибір тематики для побудови нечіткої моделі для процесу у вибраній предметній галузі.	12
Тема 2. Завдання прийняття рішень в умовах невизначеності, ризику або загрози Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття. Виконання індивідуального завдання « <i>Критерії Лапласа, Вальда, Максимін, Севіджа, Гурвіца</i> ».	12
Тема 3. Нечіткі множини Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття. Самостійне поглиблене вивчення питань "Нечіткі числа". Виконання індивідуального завдання "Аналіз проблем галузі досліджень"	12
Тема 3. Елементи нечіткої логіки Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття. Самостійне поглиблене вивчення питань "Операції над нечіткими числами" Виконання індивідуального завдання "Вибір інформаційних джерел за проблематикою галузі досліджень"	12
Тема 4. Нечіткі правила виводу Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття. Виконання індивідуального завдання "Вибір цільового інформаційного ресурсу"	12
Тема 6. Застосування нечітких правил виводу в експертних системах Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття. Самостійне вивчення питань "Особливості нечіткого виводу Сугено", Виконання індивідуального завдання "Відбір пояснюючих змінних"	12

Тема 7. Нечіткі дерева рішень Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття. Самостійне вивчення питань "Узагальнення методу дерев рішень", Виконання <i>індивідуального завдання</i> "Побудова нечіткої моделі для процесу у вибраній предметній галузі "	12
Тема 8. Нечітке регресійне прогнозування із застосуванням до аналізу фінансових ринків Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття. Самостійне вивчення питань "Методи ідентифікації моделей", Виконання <i>індивідуального завдання</i> " Побудова нечіткої моделі для процесу у вибраній предметній галузі "	12
Всього	96

8.Тренінг з дисципліни

Виконання Комплексного практичного індивідуального завдання «Побудова нечіткої моделі для процесу у вибраній предметній галузі».

Методика вибору інформаційних джерел за проблематикою галузі досліджень. Відбір цільового інформаційного ресурсу. Відбір пояснюючих змінних.

Побудова нечіткої моделі у вигляді нечіткого дерева рішень для результуючого показника у вибраній предметній галузі.

9.Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання
У процесі вивчення дисципліни «Прийняття рішень в умовах невизначеності» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання результатів КППЗ;
- ректорська контрольна робота;
- екзамен.

10.КРИТЕРІЇ, ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни "Прийняття рішень в умовах невизначеності" визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3	Заліковий модуль 4 (екзамен)	Разом
20 %	20%	20%	40%	100%

1. Усне опитування під час заняття (4 теми по 10 балів = 40 балів) 2. Письмова робота = 60 балів	1. Усне опитування під час заняття (4 теми по 10 балів = 30 балів) 2. Письмова робота = 60 балів	1. Написання та захист КПЗ = 80 балів. 2. Виконання завдань під час тренінгу = 20 балів	1. Тестові завдання (25 тестів по 2 бали за тест) – макс. 50 балів 1. Завдання. 1 – макс. 25 балів 2. Завдання. 2 – макс. 25 балів	100
---	---	--	--	-----

11.ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ,ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

№	Найменування	Номер теми
1.	Персональний комп'ютер	1-8
2.	Електронний варіант презентацій	1-8
4.	Викорисння програмного інструментарію Python 3, - пакету Pandas, - пакетів Numpy, Scipy, - пакет Skfuzzy.	
5	Індивідуальні завдання для самостійного виконання	1-8

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Акименко В.В. Проектування СПІР на основі нечіткої логіки [Текст] : навч. посібник /В.В. Акименко, Ю.В. Загородний. - К.. – 2010. - 357 с.

2. Верес О.М. Технології підтримки прийняття рішень [Текст] : навч. посібник /О.М. Верес – Львів: Видавництво львівської політехніки, 2010. – 252 с.

3. Бідюк П.І. Системи і методи підтримки прийняття рішень [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітніми програмами «Системний аналіз та управління», «Системний аналіз фінансового ринку» спеціальності 124 «Системний аналіз» / П. І. Бідюк, О. Л. Тимошук, А. Є. Коваленко, Л. О. Коршевнік ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,46 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 259 с.

4. Галаган М.І. Планування рішень в умовах часових обмежень [Текст] : навч. посібник /М.І. Галаган – К.: Вид-во Київського національного університету імені Т.Шевченка, 2014. – 50 с.

5. Гнатієнко Г.М. Експертні технології прийняття рішень [Текст] : навч. посібник /Г.М. Гнатієнко – К.: ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.

6. Данилюк І.В., Ступак Ю. О. Інноваційна стратегія: поняття, генезис моделей і методів впровадження// "Світ економічної науки. Випуск 5": матеріали міжнародної науково - практичної інтернет - конференції економічного спрямування. - Тернопіль, 2018. С. 69 – 70.

7. Данилюк І.В., Чимерис І.В. Теоретико – методологічні передумови формування сучасної моделі управління людськими ресурсами// Двадцять восьмі економіко-правові дискусії: матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. - Львів, 2018. С. 52-53.

8. Данилюк І.В., Дума Л.В. Economic - mathematical models of management of labor resources of the enterprise// ECONOMIC - MATHEMATICAL MODELS OF MANAGEMENT OF LABOR RESOURCES OF THE ENTERPRISE. *Збірник наукових праць ЛОГОΣ*, (2020). 11-14.

9. Дума Л.В., Данилюк І.В., Шевчук І.І. СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ПРОЦЕСАХ ОСВІТНЬОЇ ТА НАУКОВО-ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ// Науковий журнал «Молодий вчений» • № 6 (94) • червень, м. Херсон/ - 2021 р.С. 92 – 99.

10. Дума Л.В., Данилюк І.В., Мелешко Н.Я. Методи підтримки формування

індивідуальних навчальних траєкторій співробітників інноваційних компаній в системах електронного навчання// Конкурентоспроможність національної економіки: показники, фактори впливу та шляхи підвищення: матеріали науковопрактичної конференції (м. Дніпро, 28 серпня 2021 р.). – Дніпро: НО «Перспектива», 2021. – 96 с. С. 88 – 91.

11. Duma L.V, Buyak L.M., Danylyuk I.V. MODERN METHODS AND MODELS OF FORECASTING SOCIAL-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION// Transformational processes the development of economic systems in conditions of globalization: scientific bases, mechanisms, prospects. - ISMA University. - Riga: "Landmark" SIA- Vol. 2 – 2018. - 309-316.

12. Методи та моделі управління складними системами [Електронний ресурс] [Текст] : Колективна монографія / За ред. д.е.н., проф. Л.М. Буяк. – Тернопіль: Університетська думка ЗУНУ, 2021. – 473 с.

13. Lyudmyla Honchar, Iryna Danylyuk, Yaroslav Paslavsky// MODER AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF IT – PROJECT RISKS ASSESSMENT PROCESS// Комп'ютерні науки та інформаційні технології: Матеріали семінару CSIT'2018. – Тернопіль: THEU, 2018. С. 5

14. Пушкар О. І. Системи підтримки прийняття рішень [Текст] : навч. посібник / О. І. Пушкар, В. М. Гіковатий, О. С. Євсєєв, Л. В. Потрашкова ; ред. О. І. Пушкар. – Харків : Інжек, 2006. – 304 с. – ISBN 966-392-066-1.

15. Kaymak U., Setnes M. Extended fuzzy clustering algorithms. Rotterdam School of Management // <https://web.archive.org/web/20110724152254/http://publishing.eur.nl/ir/repub/asset/57/erimrs20001123094510.pdf>

