

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Кафедра Комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету КІУ

(Ляшенко О.С.)

(підпис, прізвище, ініціали)



«04» вересня 2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки магістра

«ОСНОВИ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ОБЧИСЛЕНЬ»

Галузь знань 12 Інформаційні технології
спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
за освітньою програмою «Комп'ютерні інтелектуальні технології»

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління

Електронний документ

2019-2020 навчальний рік

Робоча програма з навчальної дисципліни «**Основи еволюційних обчислень**» для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» за освітньою програмою «Комп'ютерні інтелектуальні технології», галузі знань 12 Інформаційні технології. [Електронний документ] - 10 с.

«02» вересня 2019 р.

Розробники: зав кафедри комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем, д.т.н., професор Руденко Олег Григорович; д.т.н., професор кафедри комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем Безсонов Олександр Олександрович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем».


Протокол № 1 від «03» вересня 2019 р.

Завідувач кафедри КІТС


(підпис)

Руденко О.Г.

«03» вересня 2019 р.

Керівник групи забезпечення спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»  Литвинова Є.І.

«03» вересня 2019 р.

Схвалено методичною комісією факультету КІУ.

Протокол № 1 від «2» 09 2019 р.

Голова методичної комісії


(підпис)

Філіпенко І.В.

© Руденко О.Г. 2019 рік

© Безсонов О.О. 2019 рік

© ХНУРЕ, 2019 рік

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів ЄКТС – 6	Галузь знань 12 – « <i>Інформаційні технології</i> »	Нормативна	
	Напрямок підготовки 123 – «Комп'ютерна інженерія»		
Модулів – 1	Спеціальність:	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		3-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання реферат: Методи інтелектуального аналізу даних в системах штучного інтелекту		Семестр	
Загальна кількість годин 240		5,6-й	
		Кількість годин	
		240	
		Аудиторні:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – самостійної роботи студента –		Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр	1) лекції, год 40
			2) практичні, год
			3) лабораторні, год 42
	Самостійна робота, год 176		
	в тому числі консультації, год. 16		
	в тому числі інд. завд., год. 0		
	Вид контролю: залік		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загальної кількості годин становить: 40%.

2 МЕТА ДИСЦИПЛІНИ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ЇЇ ВИВЧЕННЯ

2.1 Мета вивчення дисципліни

Дисципліна «Основи обчислювального інтелекту» має на меті:

- формування у студентів уявлення про типи завдань, що виникають в області інтелектуального аналізу даних (DataMining).
- вивчення основних підходів та алгоритмів розв'язання задач аналізу даних і особливостей їх застосування до вирішення реальних завдань.
- отримання студентами навичок щодо виявлення, формалізації і успішному вирішенню практичних завдань аналізу даних, що виникають в процесі їх професійної діяльності.
- отримання практичного досвіду в роботі з існуючими програмними пакетами з аналізу даних.

2.2 Результати вивчення дисципліни студенти повинні

знати: основні принципи, методи і технології обчислювального інтелекту; основні методи перетворення та обробки інформації; основні методи кластеризації та прогнозування, що використовуються в аналітичних та інтелектуальних системах обробки інформації; основні методи пошуку логічних закономірностей та видобування знань з даних; принципи та особливості побудови СППР як типових систем інтелектуального аналізу даних; організацію та методи роботи зі сховищем даних як головним елементом інформаційного забезпечення систем інтелектуального аналізу даних; багатовимірні моделі даних та архітектуру OLAP-систем.

вміти: використовувати моделі і методи обчислювального інтелекту у інтелектуальному аналізі даних (класифікація, регресія, кластеризація, прогнозування, обробка зображень тощо); виконувати основні операції розподіленого інтелектуального аналізу даних; вибирати та використовувати методи і технології обчислювального інтелекту; використовувати сучасні методи та засоби Visual Mining і Text Mining; визначати можливість використання нейронних мереж та еволюційних обчислень для інтелектуального аналізу даних.

володіти: (*перелік сформованих компетенцій*) загально-професійними, до яких відносять:

- ґрунтовна підготовка із загально-математичних дисциплін, методології системного аналізу, математичних методів розв'язання оптимізаційних задач організаційного типу, програмної та комп'ютерної інженерії;

- спеціалізовано-професійними, до яких відносять: знання сучасних теорій організації інформаційно-комп'ютерних систем, знання сучасних теорій організації баз даних та знань;

- інструментальним, до яких відносять професійне володіння комп'ютерною технікою та сучасними інформаційними технологіями.

2.3 Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення курсу “Основи обчислювального інтелекту” базується на знаннях, отриманих при вивченні таких курсів, як “Вища математика”, “Теорія інформації та кодування” та “Архітектура ЕОМ”.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Методи та технології обчислювального інтелекту

Тема 1. Технології обчислювального інтелекту. Штучні нейронні мережі. Системи нечіткої логіки, нечітких нейронних мереж. Методи та засоби еволюційного моделювання. Тема 2. Основні методи та алгоритми обчислювального інтелекту. Навчання, самонавчання, самоорганізація, генетичні алгоритми, ройові алгоритми, мурашкові алгоритми.

Тема 3. Штучні нейронні мережі. Архітектура, навчання, побудова. Статичні та динамічні ШНМ.

Тема 4. Рекурентні ШНМ. Згорткові ШНМ.

Тема 5. Системи ОІ на основі нечіткої логіки. Основні поняття нечіткої логіки. ШНМ з елементами нечіткої логіки.

Змістовий модуль 2. Вирішення основних задач аналізу та обробки даних з використанням моделей і методів обчислювального інтелекту.

Тема 1. Вирішення задач класифікації та кластеризації засобами обчислювального інтелекту. Чіткий та нечіткий кластерний аналіз. Методи побудови правил класифікації.

Тема 2. Вирішення задач обробки зображень на основі нейромережевого підходу. Вибір структури ШНМ. Дослідження алгоритмів навчання ШНМ.

Тема 3. Вирішення задач прогнозування засобами обчислювального інтелекту. Побудова нейромережевої моделі прогнозування.

Тема 4 Вирішення задачі обробки зображень на основі нейромережевого підходу. Побудова рекурентної нейронної мережі. Дослідження стійкості мережі.

Тема 5. Вирішення задачі обробки зображень на основі нейромережевого підходу. Побудова загортової нейронної мережі. Вибір структури мережі, вибір функцій активації, побудова алгоритмів навчання слоїв мережі. Регуляризація.

Змістовий модуль 3. Методи, алгоритми еволюційних обчислень.

Тема 1. Основи генетичних алгоритмів. Генетичні оператори (репродукція, кросингвер, мутація). Форми представлення рішень.

Тема 2. Генетичне програмування. Вибір операторів ГП. Функціональна та термінальна множини. Структури для представлення програм.

Тема 3. Еволюційні стратегії. Двократна та багатократна еволюційні стратегії. Порівняння еволюційної стратегії та генетичних алгоритмів.

Тема 4. Еволюційне програмування. Кінцевий автомат в якості генома

Тема 5. Машинне навчання. Пітсбургський та Мічіганський підходи.

Змістовий модуль 4. Алгоритми колективної поведінки та вирішення практичних задач.

Тема 1. Основи ройових алгоритмів. Основні аспекти ройових алгоритмів. Параметри ройових алгоритмів. Порівняння ройових та генетичних алгоритмів.

Тема 2. Основи мурашкових алгоритмів. Основні мурашкові системи. Параметри мурашкових алгоритмів.

Тема 3. Алгоритми, інспіровані неживою природою. Алгоритм крапель, алгоритм гармонії.

Тема 4. Використання алгоритмів еволюційних обчислень для вирішення практичних задач (задача одно та багатовимірної оптимізації, задача вибору структури нейромережі, задача побудови коеволуційних мереж).

Тема 5. Програмна та апаратна реалізації систем обчислювального інтелекту. Пакет Evolver фірми Palisade Corp, пакет GeneHunter фірми Ward System Group, пакет Genetic Training Option (GTO) фірми California Scientific Software, програма FlexTool, MATLAB 7 - Genetic algorithm toolbox, некомерційне програмне забезпечення. Засоби апаратної реалізації.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	л	п	лб	конс. (ауд)	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Методи та технології обчислювального інтелекту						
Тема 1. Технології обчислювального інтелекту.	3	1				2

Штучні нейронні мережі. Системи нечіткої логіки, нечітких нейронних мереж. Методи та засоби еволюційного моделювання.					
Тема 2. Основні методи та алгоритми обчислювального інтелекту. Навчання, самонавчання, самоорганізація, генетичні алгоритми, ройові алгоритми, мурашкові алгоритми.	3	1			2
Тема 3. Штучні нейронні мережі. Архітектура, навчання, побудова. Статичні та динамічні ШНМ.					
Тема 4. Рекурентні ШНМ. Згорткові ШНМ.					
Тема 5. Системи ОІ на основі нечіткої логіки. Основні поняття нечіткої логіки. ШНМ з елементами нечіткої логіки.					
Змістовий модуль 2 Вирішення основних задач аналізу та обробки даних з використанням моделей і методів обчислювального інтелекту.					
Тема 1. Вирішення задач класифікації та кластеризації засобами обчислювального інтелекту. Чіткий та нечіткий кластерний аналіз. Методи побудови правил класифікації.	20	2		4	14
Тема 2. Вирішення задач обробки зображень на основі нейромережевого підходу. Вибір структури ШНМ. Дослідження алгоритмів навчання ШНМ.	16	2			14
Тема 3. Вирішення задач прогнозування засобами обчислювального інтелекту. Побудова нейромережевої моделі прогнозування.	16	2		4	14
Тема 4. Вирішення задачі обробки зображень на основі нейромережевого підходу. Побудова рекурентної нейронної мережі. Дослідження стійкості мережі.	20	2			14
Тема 5. Вирішення задачі обробки зображень на основі нейромережевого підходу. Побудова загорткової нейронної мережі. Вибір структури мережі, вибір функцій активації, побудова алгоритмів навчання слоїв мережі. Регуляризація.	18	2		4	12
Разом за змістовим модулем 2	90	10		12	68
Змістовий модуль 3. Методи, алгоритми еволюційних обчислень.					
Тема 1. Основи генетичних алгоритмів. Генетичні оператори (репродукція, кросингвер, мутація). Форми представлення рішень.	4	2			2
Тема 2. Генетичне програмування. Вибір операторів ГП. Функціональна та термінальна множини. Структури для представлення програм.	4	2			2
Тема 3. Еволюційні стратегії. Двократна та багатократна еволюційні стратегії. Порівняння еволюційної стратегії та генетичних алгоритмів.	4	2			2
Тема 4. Еволюційне програмування. Кінцевий автомат в якості генома	3	1			2
Тема 5. Машинне навчання. Пітсбургський та Мічиганський підходи.	3	1			2
Разом за змістовим модулем 3	18	8			10
Змістовий модуль 4. Алгоритми колективної поведінки та вирішення практичних задач.					

Тема 1. Основи ройових алгоритмів. Основні аспекти ройових алгоритмів. Параметри ройових алгоритмів. Порівняння ройових та генетичних алгоритмів.	2					2
Тема 2. Основи мурашкових алгоритмів. Основні мурашкові системи. Параметри мурашкових алгоритмів.	2					2
Тема 3. Алгоритми, інспіровані неживою природою. Алгоритм крапель, алгоритм гармонії.	2					2
Тема 4. Використання алгоритмів еволюційних обчислень для вирішення практичних задач (задача одно та багатовимірної оптимізації, задача вибору структури нейромережі, задача побудови коеволюційних мереж)	2					2
Тема 5. Програмна та апаратна реалізації систем обчислювального інтелекту. Пакет Evolver фірми Palisade Corp, пакет GeneHunter фірми Ward System Group, пакет Genetic Training Option (GTO) фірми California Scientific Software, програма FlexTool, MATLAB 7 - Genetic algorithm toolbox, некомерційне програмне забезпечення. Засоби апаратної реалізації.						
Разом за змістовим модулем 4	6					8
Усього годин	120	20		12		88

5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ) ЗАНЯТЬ

Семінарські заняття за навчальним планом для даної дисципліни не передбачені.

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Лабораторний практикум №1. Використання алгоритму k-means для вирішення задачі кластеризації.	4
2	Лабораторний практикум №2. Використання алгоритму k-means для вирішення задачі кластеризації.	4
3	Лабораторний практикум №3. Використання алгоритму Густафсона-Кесселя для вирішення задачі кластеризації.	4
	Загальна кількість	12

7 САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспектів і навчальної літератури	20	
2	Підготовка до лабораторних занять	16	

3	Вивчення додаткових тем за літературними джерелами:		
	1. Методи передобробки даних	4	
	2. Зниження розмірності та компресія даних. Аналіз головних компонент, факторний аналіз	4	
	3. Тест FASMI	4	
	4. Алгоритм C4.5 як метод побудови дерева рішень	4	
	5. Алгоритм покриття як метод побудови дерева рішень	4	
	6. Приклад роботи алгоритму Apriori.	4	
	7. Алгоритм k-means	4	
	8. Алгоритм Fuzzy C-means	4	
	9. Алгоритм Густавсона-Кесселя	2	
	10. Вилучення ключових понять з тексту	2	
	11. Анутовання текстів методами Text Mining	4	
	12. Засоби аналізу текстової інформації	4	
	13. Стандарт JDMAPI	4	
	14. Основи JADE	4	
	15. Основи нейронних мереж	4	
16. Основи побудови генетичних алгоритмів	4		
Загальна кількість, год		88	

8 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Індивідуальні заняття за навчальним планом для даної дисципліни відсутні.

9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота.

10 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

10.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Вид заняття / контрольний захід	Оцінка
Лб № 1, 2,	$(3 \dots 5) \times 2 = 6 \dots 10$
ДКР1	24-40
Контрольна точка I	30-50
Лб № 3	$(3 \dots 5) \times 1 = 3 \dots 5$
ДКР2	13-20
ТЕСТ	14-20
Контрольна точка II	30-50
Всього за семестр	60-100

Як форма підсумкового контролю для дисципліни «Нейронні обчислювальні структури» використовується письмовий (комбінований) іспит. При цьому виді контролю підсумкова оцінка $P_{\text{п}}$ обчислюється за формулою: $P_{\text{п}} = 0,6 \cdot O_{\text{сем}} + 0,4 \cdot O_{\text{ісп}}$, де $O_{\text{сем}}$ – оцінка за семестр у 100-бальній системі, $O_{\text{ісп}}$ – оцінка за іспит у 100-бальній системі.

Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка $O_{\text{сем}}$ розраховується як сума оцінок за різні види занять та контрольні заходи. Кожна лабораторна робота оцінюється в 5 балів (1 бал за присутність + 1 бал за відпрацювання + 3 бали за захист

(задача з оцінкою)). ДКР1 оцінюються в 21-35 балів, ДКР2 – в 12-20 балів, Тест – в 12-20 балів. Максимальна рейтингова оцінка протягом семестру – 100 балів.

10.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки

1. Визначення терміну «аналіз». Місце аналізу в управлінні об'єктами. Мета і призначення аналізу даних. Тенденції розвитку баз даних. Визначення терміну «сховище даних». Види сховищ даних, їх переваги та недоліки. Визначення терміну «OLAP». Підходи до створення та особливості OLAP-систем. Визначення терміну «Інтелектуальний аналіз даних» («Data Mining»). Основні моделі і методи інтелектуального аналізу даних. Способи представлення даних, їх передобробки та компресії. Галузі використання інтелектуального аналізу даних.

2. Визначення терміну «класифікація» в інтелектуальному аналізі даних. Формальна постановка задачі класифікації. Методи вирішення задачі класифікації. Засоби представлення результатів вирішення задачі класифікації. Класифікаційні правила. Метод Naïve Bayes. Дерева рішень та можливість їх перетворення на класифікаційні правила. Проблеми формування дерев рішень. Алгоритм ID3. Алгоритм C4.5. Алгоритм покриття. Формальна постановка задачі регресії. Формальна постановка задачі аналізу часових рядів. Метод найменших квадратів. Метод Support Vector Machines. Формальна постановка задачі пошуку асоціативних правил. Різновиди асоціативних правил. Секвенційний аналіз. Алгоритм Apriori. Формальна постановка задачі кластеризації. Метрики та міри відстані між кластерами і об'єктами. Представлення результатів вирішення задачі кластеризації. Ієрархічні алгоритми вирішення задачі кластеризації. Дивизимні алгоритми. Агломеративні алгоритми. Неієрархічні алгоритми вирішення задачі кластеризації. Алгоритм k-means. Алгоритм Fuzzy C-Means.

3. Визначення терміну «візуальний аналіз даних». Особливості та етапи виконання візуального аналізу даних. Характеристики засобів візуального аналізу даних. Основні методи виконання візуального аналізу даних. Визначення терміну «Text Mining». Етапи Text Mining. Прийоми попередньої обробки текстів. Типові задачі Text Mining. Вилучення ключових понять з тексту. Задача класифікації у Text Mining. Кластеризація текстових документів. Напрямки стандартизації інтелектуального аналізу даних. Виникнення стандарту CRISP. Структура стандарту CRISP. Фази і задачі інтелектуального аналізу даних за стандартом CRISP. Призначення стандарту CWM. Структура стандарту CWM. Використання стандарту CWM в типових технологіях інтелектуального аналізу даних. Призначення стандарту PMML. Структура стандарту PMML. Особливості використання стандарту PMML. Особливості проведення розподіленого аналізу даних. Методи і технології розподіленого аналізу даних. Основні особливості еволюційних алгоритмів аналізу даних. Основні особливості агентних технологій розподіленого аналізу даних. Принципи побудови систем і технологій розподіленого аналізу даних.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно, D, E (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні практикуми. Вміти використовувати основні методи інтелектуального аналізу даних.

Добре, C (75-89). Твердо знати мінімум теоретичних знань. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні практикуми в обумовлений викладачем термін з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно, A, B (90-100). Показати повні знання основного та додаткового теоретичного матеріалу. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні практикуми в обумовлений викладачем термін з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

11.1 Базова література

1. Згуровский М.З. Основы вычислительного интеллекта. / М.З. Згуровский, Ю.П. Зайченко -К.: Наукова думка, 2013.- 406 с.
2. Springer Handbook of Computational Intelligence / J. Kasprzyk, W. Pedrycz (Eds.) - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015.-1633 p.
3. Скобцов_ Ю.О. Основы эволюционных обчислень. / Ю.О. Скобцов_- Навчальний посібник.-Донецьк: ДонНТУ,2008.-326с.
4. Engelbrecht A.P. Computational intelligence : an introduction / A.P. Engelbrecht. – 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, 630 p.
5. Floreano D Bio-Inspired Artificial Intelligence Theories, Methods, and Technologies / D. Floreano, C. Mattiussi -Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2008.-674 p.
6. Чубукова, И.А. Data Mining / И.А. Чубукова. - 2-е изд., испр. - М. :Интернет-Университет Технологий, 2008. - 383 с. -(Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-94774-819-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233055>
7. Шумейко А. А. Интеллектуальный анализ данных (Введение в Data Mining) : учеб. пособ. / А. А. Шумейко, С. Л. Сотник. – Днепропетровск: Белая Е. А.,2012. – 212 с.
8. Луньков А.Д. Интеллектуальный анализ данных учеб. пособ. / А.Д. Луньков, А.В. Харламов – Саратов, 2008. – 96 с.
9. Han, J. Data Mining: Concepts and Techniques / J. Han, M. Kamber. – Amsterdam e.a.: Morgan Kaufmann Publishers, 2006. – 754 p.
10. Maimon, O. Soft Computing for Knowledge Discovery and Data Mining / O. Maimon, L. Rokach. – New York: Springer-Verlag, 2007. – 448 p.

11.2 Допоміжна література

- 11 Aggarwal C.C. Data Streams: Models and Algorithms/ C.C. Aggarwal. – New York: Springer-Verlag, 2007. – 373 p.

- 12 Браверман, Э.М. Структурные методы обработки эмпирических данных / Э.М. Браверман, И.Б. Мучник. – Москва: Наука, 1983. – 464 с.
13. Leandro Nunes de Castro L.N. Fundamentals of natural computing: an overview/ L.N. de Castro/ Physics of Life Reviews/-2007.-4. P. 1–36

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Конспект лекцій з дисципліни “Інтелектуальний аналіз даних” для студентів денної форми навчання за спеціальністю 8.080401 – “Інформаційні управляючі системи і технології” / Упоряд. М.В. Євланов (електронний варіант). – 90 с.
2. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни “Інтелектуальний аналіз даних” для студентів денної форми навчання за спеціальністю 8.080401 – “Інформаційні управляючі системи і технології” / Упоряд. М.В. Євланов (електронний варіант). – 63 с.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Інтелектуальний аналіз даних” для студентів денної форми навчання за спеціальністю 8.080401 – “Інформаційні управляючі системи і технології” / Упорядники В.М. Левикін, М.В. Євланов, М.А. Керносов (електронний варіант). – 28 с.
4. Бодянский, Е.В. Гибридные нейро-фаззи модели и мультиагентные технологии в сложных системах / Е.В. Бодянский, В.Е. Кучеренко, Е.И. Кучеренко, А.И. Михалев, В.А. Филатов. – Днепропетровск: Системные технологии, 2008. – 403 с.
- 5 <http://www.machinelearning.ru/> коллекция материалов по машинному обучению
- 6 <http://archive.ics.uci.edu/ml/> коллекция прикладных задач 7 Програмне забезпечення з дисципліни «Інтелектуальний аналіз даних»