

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Декан ФІТ
 Савенко О.С.
 1 вересня 2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія систем, системний аналіз та інтелектуальний аналіз даних

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 126 – Інформаційні системи та технології очна денна форма здобуття освіти

Освітня програма Інформаційні системи та технології (освітньо-професійна)


Статус дисципліни: обов'язкова, дисципліна професійної підготовки

Факультет – інформаційних технологій

Кафедра – Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
			Кредити ЕКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
ОД	3	6	6	180	85	17	34	34		95				+
Разом			6	180	85	17	34	34		95				1

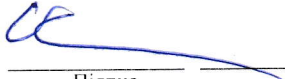
Робоча програма складена на основі стандарту вищої освіти зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології, освітньо-професійної програми та навчального плану

Програма складена  Кисіль Т. М.
 Підпис Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем
 Протокол 1 від 30.08.2023 р.

Зав. кафедри КІС  Говоруценко Т.О.
 Підпис Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова Вченої ради  Савенко О.С.
 Підпис Ініціали, прізвище

ВСТУП

Мета викладання дисципліни. Формування системи теоретичних і практичних знань та вмій щодо етапів створення інформаційної системи, системного аналізу об'єктів проектування та обґрунтування вибору структури, алгоритмів та способів інтелектуального аналізу інформації в інформаційних системах та технологіях.

Предмет дисципліни. Методи та моделі системного аналізу та інтелектуального аналізу даних.

Завдання дисципліни. У результаті вивчення дисципліни студент повинен демонструвати такі результати навчання через знання, уміння та навички: орієнтуватися в понятійно-категоріальному апараті системного підходу; опанувати технологіями системного аналізу та їх застосуванням на практиці; навчитися розкривати можливості системного підходу в науковому дослідженні, аналізі, інженерній та управлінській діяльності, тобто в будь-якій сфері соціального життя.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни «Теорія систем, системний аналіз та інтелектуальний аналіз даних» студент має досягти таких результатів навчання:

знати:

- основні поняття теорії систем та системного аналізу;
- класифікацію систем та методів системного аналізу;
- закономірності та принципи систем;
- основні підходи при системному аналізі;
- методологію системного підходу;
- методи інтелектуального аналізу даних;

вміти:

- визначати мету та обирати методологію системного підходу;
- будувати математичні моделі складних систем;
- застосовувати аналітичний апарат сучасних методів системного аналізу та інтелектуального аналізу даних для вирішення практичних завдань;
- використовувати методи якісного і кількісного оцінювання функціонування систем для аналізу складних систем;
- застосовувати основні положеннями системного аналізу та інтелектуального аналізу даних в різних галузях науки і техніки

бути здатним:

- до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- до навчання та самонавчання (пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел);
- застосовувати знання системного аналізу та інтелектуального аналізу даних на практиці;
- розв'язувати поставлені задачі та приймати відповідні рішення;
- оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- використовувати системний підхід у процесі аналізу предметної області дослідження;
- використовувати методи фундаментальних і прикладних дисциплін для опрацювання, аналізу й синтезу результатів професійних досліджень

Компетентності, на формування яких спрямовано ОК:

Інтегральна – Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми під час професійної діяльності в комп’ютерній галузі або навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп’ютерної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов

ЗК1 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу

ЗК2 – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК3 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК5 – Здатність спілкуватись іноземною мовою

ЗК6 – Навички міжособистісної взаємодії

ЗК7 – Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

ЗК8 – Здатність працювати в команді

ЗК11 – Здатність до розуміння предметної галузі та професійної діяльності.

ЗК12 – Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології

ЗК13 – Здатність розв’язувати поставлені задачі та приймати відповідні рішення

ФК1 – Здатність застосовувати законодавчу та нормативно-правову базу, а також державні та міжнародні вимоги, практики і стандарти з метою здійснення професійної діяльності в галузі комп’ютерної інженерії

ФК11 – Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів

ФК15 – Здатність аргументувати вибір методів розв’язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.

Програмні результати навчання, на забезпечення яких спрямовано ОК:

ПРН1 – Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп’ютерних засобів, систем та мереж.

ПРН4 – Знати та розуміти вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті.

ПРН8 – Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.

ПРН12 – Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.

ПРН15 – Вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою.

ПРН16 – Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.

ПРН20 – Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

ПРН21 – Якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.

ТЕОРІЯ СИСТЕМ, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Освітній рівень	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	Шостий
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	6,0
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Очна денна

Результати навчання

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: знати на понятійно-аналітичному рівні: основні поняття теорії систем та системного аналізу; класифікацію систем та методів системного аналізу; закономірності та принципи систем; основні підходи при системному аналізі; методологію системного підходу; основні типи шкал вимірювання в системах; уміти на евристичному рівні сформованості: визначати мету та обирати методологію системного підходу; будувати математичні моделі складних систем; застосовувати аналітичний апарат сучасних методів системного аналізу для вирішення практичних завдань; використовувати методи якісного і кількісного оцінювання функціонування систем для аналізу складних систем; застосовувати основні положеннями системного аналізу в різних галузях науки і техніки.

Зміст навчальної дисципліни. Вступ в нейронні мережі. Біологічний нейрон. Будова штучного нейрона. Функції активації. Багатошаровий перцептрон. Основні парадигми та привила навчання. Лінійні алгоритми навчання. Нелінійні алгоритми навчання. Еволюційні алгоритми навчання. Алгоритм навчання на основі зворотного розповсюдження похибок. Тестування нейронних мереж. Перенавчання та недонавчання нейронних мереж. Багатошарові мережі прямого розповсюдження. Згортковий шар. Згорткові нейронні мережі. Шар розгортки. Повнозгорткові нейронні мережі. Мережі Хопфілда та Хеммінга. Мережі Елмана та Джордана. Нейронні мережі з часовими затримками. Довга короткочасна пам'ять. Нейронні мережі асоціативної пам'яті. Адаптивні резонансні нейронні мережі. Ансамблі нейронних мереж. Обчислювальні аспекти штучних імунних систем. Моделі, що ґрунтуються на принципах функціонування імунної системи. Застосування штучних імунних систем. Модель імунної мережі. Алгоритм негативного відбору. Алгоритм клонального відбору. Теорія безпеки.

Запланована навчальна діяльність: лекції – 17 год., лабораторні заняття – 34 год., практичні заняття – 34 год., самостійна робота – 95 год., разом – 180 год.

Методи навчання: проблемного навчання і візуалізації; комп'ютерного моделювання, інтерактивні, пояснювально-ілюстративні, практикуми, самостійна робота (індивідуальні завдання).

Форми оцінювання результатів навчання: захист лабораторних робіт; виконання самостійних робіт; виконання індивідуальних завдань; письмове опитування.

Форма семестрового контролю: залік.

Навчальні ресурси:

1. Соколов С.В. Теорія систем і системний аналіз. Конспект лекцій. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 172с.
2. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 441с.
3. Ying Tan. Anti-Spam Techniques Based on Artificial Immune System. – CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016. – 227р.
4. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
5. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/plage_lib.php.

Викладач: канд. фіз.-мат. наук, доц. Кисіль Т. М.

1. СТРУКТУРА ЗАЛКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	Денна форма			
	лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	СРС
Тема 1. Теорія систем і системний аналіз	6	12	12	35
Тема 2. Інтелектуальний аналіз даних	10/12	22	22	60
Разом за семестр	16/18	34	34	95

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст лекційного курсу

№ п/п	Перелік змістових модулів, тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Тема 1. Теорія систем і системний аналіз Лекція 1. Основні поняття теорії систем та системного аналізу. Сучасні уявлення про склад загальної теорії систем. Основні напрямки системних досліджень. Предмет системного аналізу. Принципи системного підходу. Поняття системи, елементу, навколишнього середовища, мети, декомпозиції, елементу, функції, стану, процесу. Поняття та класифікація структур систем. Види потоків в системах. Діаграми потоків даних. [1, с. 40-58], [2, с. 8-43], [3, с. 13-16, 105-109]	2
2	Лекція 2. Класифікація та властивості систем. Класифікаційні системи. Типи систем за класифікаційними ознаками. Властивості систем. Цілісність. Інтегративність. Комунікативність. Ієрархічність. Закономірності реалізованості систем. Закономірності функціонування й розвитку систем. Закономірності виникнення й формулювання цілей. [4, с. 179-270], [5, с. 111-129], [6, с. 805-871]	2
3	Лекція 3. Аналіз та синтез в системних дослідженнях. Аналітичний підхід до дослідження складних систем. Повнота моделі. Декомпозиція та агрегування. Види агрегатів системного аналізу. Системні особливості моделей інформаційних систем. [4, с. 271-344], [5, с. 111-130], [6, с. 309-373]	2
4	Тема 2. Інтелектуальний аналіз даних Лекція 4. Підготовка даних. Кореляційний аналіз. Задачі інтелектуального аналізу даних. Ентропія та кількість інформації. Попередня обробка даних. Нормалізація та стандартизація вихідних значень. Виключення неінформативних факторів. Кореляційний зв'язок. Коефіцієнт кореляції. [2, с. 44-63], [5, с. 15-32], [7, с. 927-1022]	2
5	Лекція 5. Регресійний аналіз. Загальна характеристика методів і задач регресійного аналізу. Регресійна модель. Лінійні однофакторні моделі. Точність оцінок регресійної моделі. Поліноміальні моделі. Однофакторні моделі інших типів. Лінійні	2

	багатофакторні моделі. [4, с. 423-484], [7, с. 1023-1089]	
6	Лекція 6. Методи класифікації та прогнозування. Задачі класифікації. Машинне навчання. Одновимірна та багатовимірна класифікація. Методи класифікації. Точність класифікації. Логістична регресія. Метод дерев рішень. Метод опорних векторів. Метод найближчого сусіда. Байєсівська класифікація [4, с. 345-422], [8, с. 243-294]	2
7	Лекція 7. Кластерний аналіз. Задачі кластерного аналізу. Переваги кластерного аналізу. Міри схожості в кластерному аналізі. Характеристики кластерів. Методи кластерного аналізу. Ієрархічні методи кластерного аналізу. Неієрархічні методи кластерного аналізу. [9, с. 335-370], [10, с.23-28, 40-44]	2
8	Лекція 8. Пошук асоціативних правил. Задача пошуку асоціативних правил. Асоціативні правила. Узагальнені асоціативні правила. Чисельні асоціативні правила. Алгоритм Apriori та його різновиди. [3, с. 295-305], [10, с. 28-40]	2/4
	Разом за семестр	16/18

Теми лабораторних робіт

№ п/п	Теми лабораторних робіт	Кількість годин
1.	Системний опис об'єкту інформаційної системи	4
2.	Створення логічної моделі даних інформаційної системи.	4
3.	Дослідження декомпозиції та агрегування інформаційної системи.	4
4.	Кореляційний аналіз набору даних	4
5.	Регресійний аналіз набору даних	4
6.	Класифікація за методом найближчого сусіда	4
7.	Кластеризація за методом k-середніх	4
8.	Пошук асоціативних правил за методом Аргіогі	6
Разом за семестр:		34

Теми практичних занять

№ п/п	Теми практичних занять	Кількість годин
1	Побудова діаграм потоків даних інформаційної системи	2
2	Побудова діаграм потоків даних інформаційної системи	2
3	Визначення властивостей інформаційної системи	2
4	Визначення властивостей інформаційної системи	2
5	Визначення системних особливостей моделей інформаційних систем	2
6	Визначення системних особливостей моделей інформаційних систем	2
7	Методи роботи з пропусками даних	2
8	Методи роботи з пропусками даних	2
9	Множинна лінійна регресія	2
10	Множинна лінійна регресія	2
11	Базові моделі класифікації	2
12	Базові моделі класифікації	2
13	Моделі кластеризації та зниження розмірності	2
11	Моделі кластеризації та зниження розмірності	2
15	Комбіновані моделі та техніки ансамблювання	2
16	Комбіновані моделі та техніки ансамблювання	2
17	Комбіновані моделі та техніки ансамблювання	2
Разом за семестр:		34

Зміст самостійної роботи

№ теми	Зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 1	11
2	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 2.	12
3	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 3	12
4	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 4. Підготовка до самостійної роботи.	12
5	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 5	12
6	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 6.	12

7	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 7	12
8	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 8	12
	Разом за семестр:	95

4. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами, а практичні заняття з використанням традиційних і інформаційних технологій, практикумів і мають за мету набуття студентами практичних навичок з розрахунків.

5. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та практичних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановленим робочим планом дисципліни. При цьому при виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю.

Процес оцінювання підготовленості студента можна розділити на такі етапи:

- перевірка знань і розуміння фізичної суті інформаційного мінімуму з дисципліни;
- вміння використати цей мінімум для вирішення практичних завдань;
- творчо проникнути в зміст інформації і вміти її розширити, тобто отримати нові знання.

Визначальним критерієм позитивної оцінки знань є інформаційний рівень. Студент повинен не лише пам'ятати і відтворювати вивчений матеріал, а вміти творчо осмислити повний обсяг інформації.

Перший етап оцінювання направлений на визначення знань інформаційного мінімуму. Якщо студент твердо засвоїв визначену навчальним планом суму формальних знань, то це означає, що він вміє використати їх при рішенні задач з електротехніки та електроніки, вміє розширити їх.

Перед вивченням дисципліни, як правило, проводиться вхідний контроль знань з дисциплін, що їй передують і забезпечують.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з врахування коефіцієнта вагомості.

При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування кожного студента; якість виконання практичних завдань, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом проведення контрольних заходів, рішенням задач на практичних заняттях та виконанням індивідуального домашнього завдання згідно з робочим планом.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед виконанням лабораторної роботи ; знання теоретичного матеріалу з теми лабораторного заняття; захисту лабораторної роботи.

Пропущене з поважної причини лабораторне заняття студент повинен відпрацювати шляхом відпрацювання лабораторної роботи та її захисту в установлений викладачем термін.

Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів у семестрі за ваговими коефіцієнтами.

Аудиторна робота			Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль
Виконання та захист лабораторних робіт	Виконання та захист практичних робіт	Поточний контроль по лекційних темах	Виконання індивідуального домашнього завдання	Іспит
1-8	1-8	1-8	1	1
ВК 0,3	ВК 0,3			ВК 0,4

ВК – ваговий коефіцієнт

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка	
A	4,75–5,00	5	<i>Відмінно</i> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<i>Добре</i> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<i>Добре</i> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<i>Незадовільно</i> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

6. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ

1. Основні напрямки системних досліджень.
2. Передумови та необхідність виникнення системного підходу.
3. Предмет системного аналізу.
4. Принципи системного підходу та аналізу.
5. Поняття системи, елементу, навколишнього середовища, мети, декомпозиції, елементу, функції, стану, процесу.
6. Поняття та класифікація структур систем.
7. Особливості структурно-топологічного аналізу.
8. Види потоків в інформаційних системах.
9. Діаграми потоків даних в інформаційних системах.
10. Класифікаційні системи.
11. Типи систем за класифікаційними ознаками.
12. Властивості систем, цілісність, інтегративність, комунікативність, ієрархічність.
13. Закономірності реалізованості систем.
14. Закономірності функціонування й розвитку систем.
15. Закономірності виникнення й формулювання цілей.
16. Аналіз та синтез в системних дослідженнях.
17. Аналітичний підхід до дослідження складних інформаційних систем.
18. Повнота моделі інформаційної системи.
19. Декомпозиція та агрегування.

20. Види агрегатів системного аналізу.
21. Системні особливості моделей інформаційних систем.
22. Задачі інтелектуального аналізу даних.
23. Ентропія та кількість інформації.
24. Нормалізація та стандартизація вихідних значень.
25. Виключення неінформативних факторів.
26. Кореляційний зв'язок.
27. Коефіцієнт кореляції.
28. Типи регресійних моделей.
29. Лінійні однофакторні регресійні моделі.
30. Точність оцінок регресійної моделі.
31. Поліноміальні регресійні моделі.
32. Лінійні багатофакторні регресійні моделі.
33. Задачі класифікації.
34. Методи класифікація.
35. Оцінювання точності класифікації.
36. Логістична регресія.
37. Метод дерев рішень.
38. Метод опорних векторів.
39. Метод найближчого сусіда.
40. Байєсівська класифікація.
41. Задачі кластерного аналізу.
42. Міри схожості в кластерному аналізі.
43. Характеристики кластерів.
44. Ієрархічні методи кластерного аналізу.
45. Неієрархічні методи кластерного аналізу.
46. Асоціативні правила.
47. Узагальнені асоціативні правила.
48. Чисельні асоціативні правила.
49. Алгоритм Apriori.

7. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни «Теорія систем, системний аналіз та інтелектуальний аналіз даних» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлено курс в модульному середовищі.

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Прокопенко Т.О. Теорія систем і системний аналіз: навчальний посібник. - Черкаси: ЧДТУ, 2019. - 139с.
2. Варенко В.М., Братусь І.В., Дорошенко В.С., Смольніков Ю.Б., Юрченко В.О. Системний аналіз інформаційних процесів. - К.: Університет "Україна", 2013. – 203 с.
3. Abdolreza Abhari. Topics in Data Science with Practical Examples. - Ryerson University Toronto, Ontario, Canada, 2018. - 193 p.
4. Joel Grus. Data Science from Scratch. First Principles with Python. Second Edition. - O'Reilly Media, Inc., 2019. - 398 p.
5. Hadley Wickham, Garrett Grolemund. R for Data Science. Import, Tidy, Transform, Visualize and Model Data. - O'reilly Media, Inc., 2017. - 493 p.
6. Ланде Д.В., Субач І.Ю., Бояринова Ю.С. Основи теорії і практики інтелектуального аналізу даних у сфері кібербезпеки: навчальний посібник. — К.: ІСЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. — 297 с.
7. Yang X.-S., Chien S.F., Ting T.O. Bio-inspired computation in telecommunications. – Morgan Kaufmann, 2015 – 341p.

8. Ketkar N. Deep Learning with Python: A Hands-on Introduction/ Nikhil Ketkar. – Bangalore, Karnataka, India, 2017. – 160p.

9. Paper D. State-of-the-Art Deep Learning Models in TensorFlow: Modern Machine Learning in the Coogole Colab Ecosystem. - Logan, UT, USA, 2021. – 374p.

10. Shangce Gao. Bio-inspired computational algorithms and their applications. – Croatia, InTech, 2012. – 432p.

Допоміжна

1. Moolayil Jojo. Learn Keras for Deep Neural Networks. - Vancouver, BC, Canada, 2019. – 182p.

2. Solanki A. et al. Handbook of Research on Emerging Trends and Applications of Machine Learning. – IGI Global, 2020. – 674p.

3. Goodfellow Ian, Bengio Yoshua, Courville Aaron. Deep Learning Book. – MIT Press, 2016. – 802p.

9. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Електронний університет:

1. Модульне середовище для навчання (розміщені усі необхідні матеріали з дисципліни).
2. Електронна бібліотека університету