

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету \_\_\_\_\_ ІТ \_\_\_\_\_

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

5 вересня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Системи штучного інтелекту**

**Статус дисципліни:** вибіркова дисципліна

**Факультет** – Інформаційних технологій

**Кафедра** – Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
			Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
О		непарний	8	240	85	34	34	17		155			+	
Д														
<b>Разом ДФН</b>			<b>8</b>	<b>240</b>	<b>85</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>17</b>		<b>155</b>			<b>1</b>	

Програма складена \_\_\_\_\_ Тетяна. КИСІЛЬ \_\_\_\_\_  
Підпис Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем  
 Протокол № 2 від 30 серпня 2024 р.

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем \_\_\_\_\_ Ірина ЗАСОРНОВА \_\_\_\_\_  
Підпис Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій  
 Протокол № 1 від 05 вересня 2024 р.

Голова Вченої ради \_\_\_\_\_ Тетяна ГОВОРУЩЕНКО \_\_\_\_\_  
Підпис Ініціали, прізвище

## СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Тип дисципліни	Вибіркова
Освітній рівень	Другий (магістерський)
Мова викладання	Українська
Семестр	Третій
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	8,0
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Денна

### Результати навчання

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: орієнтуватися в різних типах інтелектуальних систем та різних методах представлення знань, переходити від одного методу іншого; формалізувати знання експертів із застосуванням різних методів представлення знань; використовувати основні моделі штучних імунних систем та штучних нейронних мереж; розробляти експертні системи та системи підтримки прийняття рішень для розв'язання задачі вибору варіантів у предметній галузі, що важко формалізується; використовувати генетичні та інші природничі алгоритми для розробки інтелектуального програмного забезпечення.

**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 ре-зонансні 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.

**Запланована навчальна діяльність:** лекції – 17 год., лабораторні заняття – 34 год., практичні заняття – 34 год., самостійна робота – 155 год., разом – 240 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.

**Вид семестрового контролю:** залік.

### Навчальні ресурси:

1. Субботін С. О. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. / С. О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.
2. Федорін І. Методи та технології обчислювального інтелекту: Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / І. В. Федорін; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,7 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 314 с.
3. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
4. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу:

[http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/plage\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/plage_lib.php).

**Викладачі:** канд. фіз.-мат. наук, доц. Кисіль Т. М., асист. Слободян М. О.

## ВСТУП

**Мета викладання дисципліни.** Дисципліна "Системи штучного інтелекту" є однією зі спеціальних профільюючих дисциплін і займає провідне місце у підготовці магістрів комп'ютерної інженерії. Метою дисципліни "Системи штучного інтелекту" є вивчення основних методів та алгоритмів систем штучного інтелекту, штучних імунних систем та нейронних мереж, набуття навичок їх використання для розв'язання прикладних задач.

**Предмет дисципліни.** Методи та моделі, засновані на використанні штучного інтелекту.

**Завдання дисципліни.** Вивчення дисципліни дозволяє студентам опанувати знаннями та навичками з: принципів побудови та технології розробки систем штучного інтелекту; побудови моделей та використання інтелектуальних методів розв'язання задач у слабоформалізованих галузях; побудови штучних імунних систем та нейронних мереж і їх; застосування методів розв'язання задач у слабоформалізованих галузях; формалізації знань за допомогою різних способів їх подання.

**Результати навчання.** Після вивчення дисципліни «Системи штучного інтелекту» студент має досягти таких результатів навчання:

**знати:**

- сферу застосування штучних імунних систем та нейронних мереж;
- наукові і математичні положення теорії штучних імунних систем та нейронних мереж;
- особливості проведення експериментів, збору даних та моделювання в комп'ютерних системах з використанням методів штучного інтелекту;
- вплив технічних рішень з використанням методів штучного інтелекту в суспільному, економічному і соціальному контексті.

**вміти:**

- застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи штучного інтелекту;
- застосовувати знання для розв'язування задач аналізу та синтезу штучних імунних систем та нейронних мереж;
- системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей;
- здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання важко формалізованих та слабкоструктурізованих задач;
- ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу штучних імунних систем і нейронних мереж та використовуваних методів;
- поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціальності з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів;
- виконувати експериментальні дослідження та оцінювати отримані результати за професійною тематикою.

**бути здатним:**

- до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- до навчання та самонавчання (пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел);
- застосовувати знання з штучних імунних систем та нейронних мереж 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

## СТРУКТУРА ЗАЛКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	Денна форма			
	лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	СРС
Основні поняття в галузі штучного інтелекту	4	4	2	19
Пошук і штучний інтелект	4	4	2	19
Нейронні мережі	4	4	2	19
Алгоритми навчання нейронних мереж	4	4	2	19
Глибинні нейронні мережі	6	4	2	19
Нейродинаміка та рекурентні нейронні мережі	4	4	2	20
Штучні імунні системи та їх алгоритми	4	4	2	20
Генетичні алгоритми	4	6	2	20
<b>Разом за семестр</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>17*</b>	<b>155</b>

## ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Зміст лекційного курсу

№ з/п	Перелік змістових модулів, тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Лекція 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ В ГАЛУЗІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ 1. Поняття штучного інтелекту 2. Історія розвитку досліджень у галузі штучного інтелекту 3. Поняття інтелектуальної системи та інтелектуальної задачі 4. Галузі застосування систем штучного інтелекту	2
2	Лекція 2. СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ 1. Кібернетичні системи. 2. Інтелект як високоорганізована кібернетична система 3. Прикладні системи штучного інтелекту	2
3	Лекція 3. ПОШУК І ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ 1. Простір пошуку 2. Сліпий пошук 3. Алгоритми сліпого пошуку	2
4	Лекція 4. ІНФОРМОВАНИЙ ПОШУК 1. Відмінності між сліпим та інформованим пошуком 2. Алгоритми інформованого пошуку	2
5	Лекція 5. НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ 1. Біологічний нейрон. 2. Будова штучного нейрона. 3. Функції активації. 4. Одношаровий та багатошаровий перцептрон	2

6	<p>Лекція 6. НАЙБІЛЬШ ТИПОВІ АРХІТЕКТУРИ МЕРЕЖ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мережа Back Propagation</li> <li>2. Мережа зустрічного поширення</li> <li>3. Мережа Хопфілда</li> <li>4. Карта Кохонена</li> <li>5. Двоскерована асоціативна пам'ять</li> </ol>	2
7	<p>Лекція 7. АЛГОРИТМИ НАВЧАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні парадигми та правила навчання.</li> <li>2. Задачі навчання.</li> <li>3. Лінійні алгоритми навчання.</li> <li>4. Нелінійні алгоритми навчання.</li> <li>5. Еволюційні алгоритми навчання. .</li> </ol>	2
8	<p>Лекція 8. АЛГОРИТМ НАВЧАННЯ НА ОСНОВІ ЗВОРОТНОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПОХИБОК</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Алгоритм зворотного поширення помилки</li> <li>2. Алгоритми з використанням методів градієнтного спуску</li> <li>3. Алгоритм стохастичного градієнтного спуску (stochastic gradient descent),</li> </ol>	2
9	<p>Лекція 9. ГЛИБИННІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Глибинне навчання та глибинні нейромережі</li> <li>2. Архітектура глибинних нейронних мереж</li> <li>3. Принципи роботи глибинних нейронних мереж</li> <li>4. Застосування глибинних нейронних мереж</li> </ol>	2
10	<p>Лекція 10. ЗГОРТКОВІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Загальна будова згорткової нейронної мережі (CNN).</li> <li>2. Згортковий шар</li> <li>3. Об'єднання (Pooling)</li> <li>4. Повнозв'язковий шар</li> <li>5. Рецептивне поле</li> <li>6. Вага</li> <li>7. CNN – математичний апарат на прикладі.</li> </ol>	2
11	<p>Лекція 11 АРХІТЕКТУРИ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. LeNet5</li> <li>2. AlexNet</li> <li>3. Overfeat</li> <li>4. VGG</li> <li>5. Network-in-network</li> </ol>	2
12	<p>Лекція 12. НЕЙРОДИНАМІКА</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основи нейродинаміки</li> <li>2. Типи нейронних динамічних систем</li> <li>3. Динамічні властивості нейронів</li> <li>4.</li> <li>5. Мережі Хопфілда та Хеммінга.</li> <li>6. Мережі Елмана та Джордана.</li> <li>7. Нейронні мережі з часовими затримками.</li> <li>8. Довга короткочасна пам'ять.</li> </ol>	2
13	<p>Лекція 13. РЕКУРЕНТНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структура рекурентних нейронних мереж</li> <li>2. Типи RNN (LSTM (Long Short-Term Memory) мережі та GRU (Gated Recurrent Unit) мережі)</li> <li>3. Математичний апарат RNN. Процес навчання RNN</li> <li>4. Застосування RNN</li> </ol>	2

14	Лекція 14. ШТУЧНІ ІМУННІ СИСТЕМИ ТА ЇХ АЛГОРИТМИ 1. Огляд штучних імунних систем та їх застосувань. 2. Обчислювальні аспекти штучних імунних систем.	2
15	Лекція 15. МОДЕЛІ, ЩО ҐРУНТУЮТЬСЯ НА ПРИНЦИПАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІМУННОЇ СИСТЕМИ 1. Модель імунної мережі. 2. Алгоритм негативного відбору. 3. Алгоритм клонального відбору	2
16	Лекція 16. ГЕНЕТИЧНІ АЛГОРИТМИ. 1. Застосування та важливість ГА у вирішенні оптимізаційних задач 2. Біологічні основи: природний відбір, генетика, еволюція 3. Основні принципи ГА (Популяція, хромосоми, гени, функція пристосованості) 4. Застосування генетичних алгоритмів	2
17	Лекція 17. ПРОЦЕС РОБОТИ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ 1. Ініціалізація 2. Оператор відбору (Selection) 3. Оператори кросовера (Crossover) 4. Оператор мутації (Mutation) 5. Заміна поколінь (Generation replacement) 6. Критерії зупинки	2
<b>Разом за семестр</b>		<b>34</b>

#### Теми лабораторних робіт

№ п/п	Теми лабораторних робіт	Кількість годин
1.	Дослідження функцій активації та архітектури перцептронів у штучних нейронних мережах	4
2.	Дослідження алгоритмів навчання нейронних мереж: лінійні, нелінійні та еволюційні алгоритми	4
3.	Аналіз, побудова та навчання згорткових нейронних мереж з 1D та 2D архітектурою	4
4.	Дослідження рекурентних нейронних мереж: мережі Хопфілда, Хеммінга, Елмана та Джордана.	4
5.	Побудова та дослідження моделей та алгоритмів штучних імунних систем	4
6.	Дослідження моделей негативного та клонального відбору в штучних імунних системах	4
7.	Моделювання генетичних алгоритмів, принципи, кодування та операції	4
8.	Аналіз кодування та операторів у генетичних алгоритмах	6
<b>Разом за семестр:</b>		<b>34</b>

#### Теми практичних занять

№ п/п	Теми практичних занять	Кількість годин
1	Алгоритми пошуку	2
2	Одношаровий та багатошаровий перцептрон	2
3	Лінійні та нелінійні алгоритми навчання нейронних мереж	2
4	Алгоритм навчання на основі зворотного розповсюдження похибок	2
5	Повнозгоркові нейронні мережі	2
6	Нейронні мережі з часовими затримками та довга короткочасна пам'ять	2
7	Побудова та дослідження моделей та алгоритмів штучних імунних систем	2

8	Моделювання генетичних алгоритмів	2
9	Підсумки курсу	2
<b>Разом за семестр:</b>		<b>17*</b>

### Зміст самостійної роботи

№ теми	Зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 1	19
2	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 2.	19
3	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 3	19
4	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 4.	19
5	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 5	19
6	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 6.	19
7	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 7	19
8	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних та практичних занять по темі 8.	19
9	Підготовка до контрольної роботи	3
<b>Разом за семестр:</b>		<b>155</b>

### МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Лекції проводяться, в основному, з використанням методів проблемного викладання, словесних, наочних, проблемно-пошукових методів; практичні та лабораторні заняття проводяться пояснювально-ілюстративними методами, методами проблемного викладання, практичними, проблемно-пошуковими, дослідницькими та частково-пошуковими методами; самостійна робота передбачає виконання індивідуальних завдань із залученням методів проблемного викладання, практичних, дослідницьких, частково-пошукових методів.

### ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

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

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 врахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих її видів робіт. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав залік, вважається невстигаючим.

При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування перед допуском до виконання практичної та лабораторної роботи – здійснюється на її початку; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної практичної та лабораторної роботи згідно з робочою програмою дисципліни і робочим навчальним планом.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення звіту; вміння студента обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист роботи.

Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: усне опитування; знання теоретичного матеріалу з теми; активність студента під час пари; вміння студента обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист роботи.

При оцінюванні знань студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінка „зараховано”, за шкалою ECTS – А, виставляється студенту, який глибоко засвоїв основні принципи оцінювання критичних програмних систем та вміє раціонально застосовувати їх при проектуванні програмних систем. Студент не повинен вагатися при видозміні запитання, повинен робити детальні та узагальнюючі висновки.

Оцінку „зараховано”, за шкалою ECTS – В, отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування у вивченому матеріалі, свідоме використання знань для вирішення практичних завдань, грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповіді мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента повинна будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінку „зараховано”, за шкалою ECTS – С, отримує студент за правильну відповідь з однією-двома суттєвими помилками.

Оцінки „зараховано”, за шкалою ECTS – D, заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, що справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, вагається при відповіді на видозмінене запитання, разом з тим студент володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.

Оцінки „зараховано”, за шкалою ECTS – E, заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу, але отримані знання і набуті практичні навички.

### Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота		Самостійна, індивідуальна робота	Форма семестрового контролю
<i>II семестр</i>			
Лабораторні роботи №:	Практичні роботи №		Залік
1-8	1-8	Контрольна робота	
ВК: 0,6	0,2	0,2	

Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт.

### Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

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



## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗДОБУТИХ СТУДЕНТАМИ ЗНАНЬ

1. Біологічні нейрони. Математичні моделі нейроелементів.
2. Властивості штучних нейронних мереж.
3. Загальна характеристика та принципи побудови нейромереж.
4. Загальне уявлення про навчання нейромереж.
5. Структурний та параметричний синтез нейромереж.
6. Класифікація та види моделей нейромереж.
7. Особливості методів спряжених градієнтів.
8. Особливості, переваги та недоліки градієнтних методів оптимізації.
9. Особливості еволюційних методів.
10. Поняття: нейрон, нейромережа, нейрокомп'ютер.
11. Поняття: синапс, ваговий коефіцієнт, поріг, функція активації.
12. Багатошаровий перцептрон: модель і принципи побудови архітектури.
13. Градієнтні методи навчання багатошарових нейромереж.
14. Метод зворотного поширення помилки.
15. Критерії завершення пошуку у методі зворотного поширення помилки.
16. Можливості і властивості одношарових перцептронів.
17. Навчання одношарового перцептрона.
18. Недоліки методу зворотного поширення помилки.
19. Функціонування одношарового перцептрона.
20. Функціонування багатошарового перцептрона.
21. Порівняння моделей та методів навчання нейромереж прямого поширення.
22. Відмінність вхідного, вихідного та прихованих шарів у багатошаровій нейронній мережі.
23. Вплив кроку навчання на час навчання одношарового та багатошарового перцептрона.
24. Вплив функції активації нейрона на роботу перцептрона.
25. Вплив кількості використаних ознак на швидкість навчання перцептрона.
26. Вплив обсягу навчальної вибірки на швидкість навчання нейронної мережі.
27. Доцільність використання одношарового перцептрона для класифікації складно (нелінійно) роздільних образів.
28. Нейронна мережа зі зворотними зв'язками.
29. Нейронна мережа Хопфілда.
30. Нейронна мережа Елмана.
31. Нейронна мережа Кохонена.
32. Нейронна мережа SOM.
33. Нейронна мережа LVQ.
34. Глибока нейронна мережа.
35. Згоркова нейронна мережа.
36. Структура та функціонування згорткової нейронної мережі.
37. Функціонування загорткового шару.
38. Функціонування агрегувального шару.
39. Нейронна мережа довгої короткочасної пам'яті.
40. Функціонування вузла довгої короткочасної пам'яті.
41. Гібридні глибокі нейронні мережі.
42. Схема генеративної змагальної нейронної мережі мережі.
43. Нейронна мережа-генератор та мережа-дискримінатор.
44. Сіамська нейронна мережа.
45. Загальна характеристика штучних імунних систем.
46. Обчислювальні аспекти імунної системи.
47. Моделі, які ґрунтуються на принципах функціонування імунної системи.
48. Проста імунна мережа.
49. Основні принципи імунних систем з подвійною пластичністю.
50. Імунна мережа з врахуванням взаємодії В- та Т- клітин.

51. Алгоритм клонального відбору.
52. Алгоритм негативного відбору.

### **МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Навчальний процес з дисципліни «Системи штучного інтелекту» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлено курс в модульному середовищі.

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Методи та технології обчислювального інтелекту: Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / І. В. Федорін; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,7 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 314 с.
2. Кононова К. Ю. Машинне навчання. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. – 301 с
3. Тимощук П.В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 441с.
4. Субботін С.О. Нейронні мережі: теорія і практика. Навчальний посібник./ С.О. Субботін. – Житомир: Вид. О.О. Євнюк, 2020. – 184с.
5. Yang X.-S., Chien S.F., Ting T.O. Bio-inspired computation in telecommunications. – Morgan Kaufmann, 2015 – 341p.
6. Ketkar N. Deep Learning with Python: A Hands-on Introduction/ Nikhil Ketkar. – Bangalore, Karnataka, India, 2017. – 160p.
7. Glassner A. Deep Learning: From Basics to Practice. Volume 1. - Published by The Imaginary Institute, Seattle, WA, 2018. – 872p.
8. Glassner A. Deep Learning: From Basics to Practice. Volume 2. - Published by The Imaginary Institute, Seattle, WA, 2018. – 873-1747pp.
9. Paper D. State-of-the-Art Deep Learning Models in TensorFlow: Modern Machine Learning in the Coogle Colab Ecosystem. - Logan, UT, USA, 2021. – 374p.
10. Shange Gao. Bio-inspired computational algorithms and their applications. – Croatia, InTech, 2012. – 432p.
11. С.В.Ткаліченко. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. – Кривий Ріг: Державний університет економіки і технологій, 2023. –150 с.
12. Методи та системи штучного інтелекту: Навчальний посібник для студентів на пряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» / Уклад. : А.С. Савченко, О. О. Синельников. – К. : НАУ, 2017. – 190 с

### **ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

#### **Електронний університет:**

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