

**КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Кафедра моделювання та програмного забезпечення



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Перший проректор

Владислав ЧУБАРОВ

2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
Нейромережеві технології

спеціальність 121 – «Інженерія програмного забезпечення»  
(шифр і назва напрямку підготовки)

факультет Інформаційних технологій  
(назва інституту, факультету, відділення)

Форма навчання	Курс	Семестр	Разом годин за планом	Кількість кредитів ECTS	Разом аудит. (год.)	Аудиторних годин, (у тому числі КЗ)		Самостійна робота (год.)	Контрольно-модульні роботи	Контрольний підсумок (семестр)	
						Лекції	Лабораторні			Залік	Екзамен
Денна	4	8	105	3,5	36	18	18	69	1	-	*
Скорочена	3	6	105	3,5	36	18	18	69	1	-	*
Заочна	4	8	105	3,5	8	4	4	97	1	-	*
Заочна скорочена	3	6	105	3,5	8	4	4	97	1	-	*

Робочу програму навчальної дисципліни «Нейромережеві технології» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньою програмою «Інженерія програмного забезпечення» розроблено згідно з ОПП галузі знань 12 «Інформаційні технології» зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення».

Розробники: старший викладач кафедри МПЗ Шаповалова Н. Н.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри моделювання та програмного забезпечення

Протокол від "31" травня 2023 року № 7

Завідувач кафедри МПЗ, доцент, к.п.н.



Андрій СТРЮК

Схвалено вченою радою факультету інформаційних технологій

Протокол від "27" 02 2023 року № 6

Голова вченої ради



Іван МУЗИКА

Схвалено групою забезпечення ОПП

Протокол від "31" травня 2023 року № 7

Гарант ОПП



Андрій СТРЮК

## ЗМІСТ

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	5
3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	7
4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	8
5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	9
6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ	9
7 САМОСТІЙНА РОБОТА	9
8 МЕТОДИ НАВЧАННЯ	10
9 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ	11
10 РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ ЗДОБУВАЧІ	12
11 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	16
12 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ	16
13 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ	17
14 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ	18
15 ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК	19
16 ЗМІНИ ТА ДОПОВНЕННЯ ДО РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ	22
Додаток до робочої програми. Робочий план	23

## 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни			
		денна форма навчання	заочна форма навчання	скорочена форма навчання	заочна скорочена форма навчання
Кількість кредитів – 3,5	Галузь знань 12 Інформаційні технології	нормативна			
Модулів – 2	Спеціальність: 121 Інженерія програмного забезпечення	<b>Рік підготовки:</b>			
Змістових модулів – 2		4-й	4-й	3-й	3-й
Загальна кількість годин – 105		<b>Семестр</b>			
	8-й	8-й	3-й	3-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 8	Ступінь вищої освіти: бакалавр	18 год.	4 год.	18 год.	4 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>			
		-	-	-	-
		<b>Лабораторні</b>			
		18 год.	4 год.	18 год.	4 год.
		<b>Самостійна робота</b>			
		69 год.	97 год.	69 год.	97 год.
<b>Вид контролю: екзамен</b>					

### Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – 0,52;

для заочної форми навчання – 0,08;

для скороченої форми навчання – 0,52;

для заочної скороченої форми навчання – 0,08.

## 2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 **Метою** викладання навчальної дисципліни «Нейромережеві технології» є формування теоретичних знань про технології, засновані на глибокому навчанні, та практичних навичок щодо проектування, навчання, використання штучних нейронних мереж, та розгортання побудованих моделей.

2.2. Основними **завданнями** вивчення навчальної дисципліни «Нейромережеві технології» є набуття теоретичних знань та практичних умінь з формування базового уявлення про галузі застосування технологій глибокого навчання; набуття вмінь і навичок розв'язання задач з використанням штучних нейронних мереж; опанування теоретичних і практичних питань створення та застосування систем штучного інтелекту, заснованих на використанні нейромережевих технологій.

2.3. Відповідно до освітньої програми дисципліна забезпечує наступні **компетентності**:

### *Загальні компетентності*

ЗК01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК05 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК06 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

### *Фахові компетентності*

СК02 Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

СК03 Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.

СК07 Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

СК08 Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

СК10 Здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя.

СК13 Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.

СК14 Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

**Програмні результати навчання** освітньої програми, яким відповідає дисципліна:

ПР01 Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПР02 Знати кодекс професійної етики, розуміти соціальну значимість та культурні аспекти інженерії програмного забезпечення і дотримуватись їх в професійній діяльності.

ПР05 Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПР07 Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

ПР11 Вибирати вихідні дані для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання.

ПР13 Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

ПР18 Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

ПР19 Знати та вміти застосовувати методи верифікації та валідації програмного забезпечення.

В результаті вивчення дисципліни здобувачі повинні **знати**:

- типи задач, які розв'язуються за допомогою штучних нейронних мереж (ШНМ);
- загальні поняття ШНМ;
- основні архітектури ШНМ;
- принципи реалізації ШНМ прямого розповсюдження;
- методи навчання ШНМ;
- поняття перенавчання ШНМ та засоби боротьби з ним;
- принципи реалізації рекурентних НМ;
- принципи реалізації згорткових НМ;

**вміти**:

- обирати архітектуру ШНМ в залежності від типу розв'язуваної задачі;
- проектувати ШНМ, обґрунтовувати вибір активаційних функцій, функції втрат.
- застосовувати сучасні бібліотеки мови Python для реалізації моделей ШНМ;
- зберігати і використовувати готові моделі ШНМ;

#### 2.4. Міждисциплінарні зв'язки

При вивченні дисципліни використовуються знання здобувачів з дисциплін «Вища математика», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Основи програмування», «Алгоритми та структури даних», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Сучасні технології Internet-програмування», «Системи штучного інтелекту», «Англійська мова (за професійним спрямуванням)».

Знання, одержані здобувачами при вивченні дисципліни, використовуються при вивченні дисципліни «Технології інтелектуальних систем».

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

### **3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

#### **Змістовий модуль 1. Принципи побудови штучних нейронних мереж (ШНМ)**

**Тема 1.** Загальні положення про ШНМ. Галузі застосування нейромережевих технологій. Класифікація ШНМ. Типи ШНМ.

**Тема 2.** Біологічна нейронна мережа як прототип ШНМ. Структура біологічного нейрону. Механізм поширення сигналів у природній нейронній мережі.

**Тема 3.** Структура штучного нейрона. Поняття суматора та функції активації. Різновиди функцій активації за типом вирішуваної задачі. Персептрон Ф. Розенבלата: принципи функціонування. Навчання персептрону.

**Тема 4.** Одношарова нейронна мережа (НМ). Навчання НМ. Метод градієнтного спуску у просторі вагових коефіцієнтів. Дельта-правило навчання. Алгоритм навчання одношарової НМ.

**Тема 5.** Багатошарова НМ. Алгоритм зворотного поширення помилки. Вибір функцій активації, функції втрат, функції якості моделі.

**Тема 6.** Фреймворк глибокого навчання Keras. Моделі в Keras. Основні методи класу Model. Шари в Keras. Щільний шар Dense. Основи роботи з послідовною моделлю Keras. Компіляція і навчання. Методи боротьби з перенавчанням моделей: регуляризація та проріджування НМ.

#### **Змістовий модуль 2. Згорткові та рекурентні нейронні мережі**

**Тема 7.** Основні поняття про згорткові нейронні мережі (ЗНМ). Операція згортки. Ядра згортки. Основні шари ЗНМ. Налаштування й навчання ЗНМ у Keras.

**Тема 8.** Основні поняття про рекурентні нейронні мережі. Різновиди LSTM мереж. Прогнозування часових рядів та класифікація послідовностей за допомогою LSTM мереж. Побудова рекурентних моделей у Keras.

#### 4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна / скорочена форма				заочна/ заочна скорочена форма			
	разом	у тому числі			разом	у тому числі		
		лекц.	лаб.	с.р.		лекц.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Змістовий модуль 1 Принципи побудови штучних нейронних мереж (ШНМ)</b>								
Тема 1. Загальні положення про ШНМ	3	1	1	1	3	-	-	3
Тема 2. Біологічна нейронна мережа як прототип ШНМ	3	1	1	1	3	-	-	3
Тема 3. Структура штучного нейрона	7	2	2	3	7	1	1	5
Тема 4. Одношарова нейронна мережа	10	2	2	6	10	-	-	10
Тема 5. Багатошарова НМ	12	2	2	8	12	1	1	10
Тема 6. Фреймворк глибокого навчання Keras	14	2	2	10	14	-	-	14
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>49</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>29</b>	<b>49</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>45</b>
<b>Змістовий модуль 2 Згорткові та рекурентні нейронні мережі</b>								
Тема 7. Основні поняття про згорткові нейронні мережі	28	4	4	20	28	1	1	26
Тема 8. Основні поняття про рекурентні нейронні мережі	28	4	4	20	28	1	1	26
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>56</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>52</b>
<b>Разом за семестр</b>	<b>105</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>69</b>	<b>105</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>97</b>



## 5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Не передбачено.

## 6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин		
		денна	заочна	скорочена
1.	Розрахунок виходу одношарової мережі	2	-	2
2.	Навчання перцептрона	2	1	2
3.	Градiєнтний метод навчання НМ	2	1	2
4.	Побудова НМ в Keras	2	-	2
5.	Залежність якості НМ від обраної архітектури	2	-	2
6.	Класифікація зображень з використанням ЗНМ	4	1	4
7.	Прогнозування часових рядів з використанням LSTM мереж	4	1	4
<b>РАЗОМ ЗА СЕМЕСТР:</b>		<b>18</b>	<b>4</b>	<b>18</b>
<b>Усього годин</b>		<b>18</b>	<b>4</b>	<b>18</b>

## 7 САМОСТІЙНА РОБОТА

На самостійну роботу студентам денної і скороченої форми навчання відведено 69 години, заочної – 97 годин.

Самостійна робота студентів при вивченні дисципліни «Нейромережеві технології» залучає такі складові:

- опрацювання лекційного матеріалу з кожної теми;
- опрацювання літератури по темі;
- вивчення окремих тем або питань, що передбачені для самостійного опрацювання;
- підготовка до виконання, а також до захисту лабораторних робіт;
- підготовка до проведення контрольних заходів.

## Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна/скорочена	заочна/заочна скорочена
1.	Історія ШНМ	2	3
2.	Архітектури ШН	2	3
3.	Типи багат шарових ШНМ	2	3
4.	Мережі з зворотними зв'язками	2	3
5.	Формальний нейрон	2	3
6.	Глибоке навчання	2	3
7.	Методи глибокого навчання	2	3
8.	Мікросервіси глибокого навчання	2	3
9.	Open Source фреймворки глибокого навчання	2	3
10.	Принципи Keras	2	3
11.	Функційний API фреймворка Keras	2	3
12.	Функції втрат і оптимізатори	2	4
13.	Моделі з декількома входами	2	4
14.	Моделі з декількома виходами	3	4
<b>Разом за змістовим модулем 1:</b>		<b>29</b>	<b>45</b>
15.	Шаблони покращення архітектур	8	10
16.	Оптимізація гіперпараметрів	8	10
17.	Ансамблієві моделі	8	10
18.	Генеративне навчання	8	10
19.	Найпростіші генеративно-змагальні мережі	8	12
<b>Разом за змістовим модулем 2:</b>		<b>40</b>	<b>52</b>
<b>Разом:</b>		<b>69</b>	<b>97</b>

## 8 МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Використовуються наступні методи навчання: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Навчальна лекція – це логічне, послідовне викладання змісту навчання, яке характеризується судженнями, висновками, підсумком. Вона охоплює основний теоретичний матеріал однієї або кількох тем навчальної дисципліни. Призначенням лекції є формування у здобувачів фундаментальних знань з дисципліни, а також визначає основний зміст і характер усіх інших навчальних занять та самостійної роботи здобувачів із цієї дисципліни.

Лабораторне заняття – форма організації навчання, яку проводять за завданням і під керівництвом НПП. Основні дидактичні цілі – експериментальне підтвердження вивчених теоретичних положень навчальної дисципліни та формування вмінь й навичок їх практичного застосування. Проведення лабораторного заняття ґрунтується на попередньо підготовлених наборах завдань різної складності для розв’язання на занятті. Лабораторне заняття проводиться у навчальних лабораторіях з використанням пристосованого до умов навчального процесу устаткування.

Самостійна робота здобувача є основним способом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов’язкових аудиторних занять. Мета виконання самостійної роботи – поглиблення, узагальнення й закріплення теоретичних знань і практичних умінь здобувачів із дисципліни шляхом вироблення вміння самостійної роботи з навчальною і фаховою літературою та інформацією в мережі Інтернет.

Самостійна робота здобувачів здійснюється у формі: підготовки до лекцій і лабораторних занять, опрацюванні тем, винесених на самостійне опрацювання. Самостійну роботу здобувач може виконувати у бібліотеці, комп’ютерних класах, а також у домашніх умовах.

Підготовка до лекцій передбачає самостійне опрацювання теоретичного матеріалу. При цьому необхідно звернути увагу на необхідність чіткого засвоєння основних термінів та визначень, розуміння їх змісту, обов’язкового аналізу використання теоретичних положень для розв’язання наданих прикладів.

Самоперевірку засвоєння навчального матеріалу здобувач здійснює за контрольними запитаннями, що надано після кожної теми у конспекті лекцій та іншій літературі, та після кожного лабораторного заняття у відповідних методичних вказівках. Якщо на деякі запитання здобувач не може надати відповіді, то необхідно повторити вивчення навчального матеріалу, або визначити правильну відповідь з викладачем на консультації.

Під час вивчення даної дисципліни використовуються:

– мультимедійні освітні технології: інтерактивні лекції (презентації) із використанням програм MS Power Point, Google Slides у поєднанні з анімацією та звуковим супроводом; перегляд відеороликів за окремими пунктами тем занять, використання електронних посібників;

– діалогові технології: організація групових обговорень, використання «мозкового штурму».

Лекції проводяться з використанням технічних засобів навчання й супроводжуються демонстрацією презентацій за допомогою проектора.

У разі виникнення необхідності забезпечення навчального процесу в дистанційному режимі супровід та контроль знань реалізовується за допомогою дистанційного курсу, розробленого в Google Classroom. Онлайн лекції, консультації та усні відповіді на питання, захист лабораторних робіт проводиться за допомогою Google Meet або Zoom.

## **9 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ**

Основними завданнями контролю знань здобувачів вищої освіти з дисципліни є оцінювання засвоєння теоретичних знань і практичних навичок, отриманих під час навчання.

Контрольні заходи мають виконувати наступні функції:

- стимулювати систематичну самостійну роботу над навчальним матеріалом;

- забезпечувати закріплення та реалізацію набутих теоретичних знань при підготовці до практичних занять;
- прищеплювати навички відповідального ставлення до своїх обов'язків, самостійного цілеспрямованого пошуку потрібної інформації, чіткої організації свого робочого дня.

Оцінювання знань здобувачів складається з поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль знань здобувачів вищої освіти передбачає оцінювання за наступними основними напрямками:

- перевірка теоретичних знань;
- перевірка підготовки до лабораторних занять.

З даних компонентів складаються загальні бали, які фіксуються в журналі викладача.

Оцінювання рівня засвоєння теоретичних знань здобувачів вищої освіти проводиться під час усної співбесіди зі здобувачами по теоретичним матеріалам, за результатами захисту лабораторних робіт. Підсумковим контролем є екзамен.

## 10 РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ ЗДОБУВАЧІ

Використовується модульно-рейтингова система оцінювання, яка передбачає розподіл балів за виконання всіх запланованих видів робіт.

### 10.1 Денна форма навчання

Максимальна кількість балів за модуль при умові його бездоганного виконання для студентів *денної* форми навчання

№ з/п	Назва змістового модуля	Максимальна кількість балів
1	<b>Принципи побудови штучних нейронних мереж:</b>	
	Лабораторні роботи	25
2	<b>Згорткові та рекурентні нейронні мережі:</b>	
	Лабораторні роботи	50
	КМР за 2 змістовий модуль	25
<b>Всього</b>		<b>100</b>

Сума складається з балів, що накопичив студент у ході поточного контролю.

Лабораторні роботи у модулі відображують оволодіння навичками та вміння застосовувати знання на практиці і сукупно відповідають 75-ти відсоткам ваги. Бали розподіляються поміж лабораторними роботами модуля у відповідності до їх відносної складності. При зниженні якості виконання тієї чи іншої лабораторної роботи, знижується і кількість балів, якою вона оцінюється.

Бали за контрольню-модульну роботу складають 25 відсотків. Контрольно-модульна робота (КМР) може дати максимально 25 балів при найвищій якості виконання. При зниженні якості КМР знижується і сума балів відповідно до шкали, що наводиться у таблиці:

### Шкала оцінювання контрольної роботи

Відсоток вірних компонентів КМР	0 – 30	31 – 60	61 – 75	76 – 85	86 – 94	95 – 100
Сума балів за КМР	0	5	10	15	20	25

#### 10.2 Заочна форма навчання

Максимальна кількість балів за модуль при умові його бездоганного виконання для студентів заочної форми навчання

№ з/п	Назва змістового модуля	Максимальна кількість балів
1	<b>Принципи побудови штучних нейронних мереж:</b>	
	Лабораторні роботи	10
2	<b>Згорткові та рекурентні нейронні мережі:</b>	
	Лабораторні роботи	20
	КМР за 2 змістовий модуль	70
<b>Всього</b>		<b>100</b>

Сума складається з балів, що накопичив студент у ході поточного контролю.

Лабораторні роботи у модулі відображують оволодіння навичками та вміння застосовувати знання на практиці і сукупно відповідають 30-ти відсоткам ваги. Бали розподіляються поміж лабораторними роботами модуля у відповідності до їх відносної складності. При зниженні якості виконання тієї чи іншої лабораторної роботи, знижується і кількість балів, якою вона оцінюється.

Бали за контрольну роботу складають 70 відсотків відповідно. Контрольна робота (КР) може дати максимально 70 балів при найвищій якості виконання. При зниженні якості КР знижується і сума балів відповідно до шкали, що наводиться у таблиці:

#### Шкала оцінювання контрольної роботи

Відсоток вірних компонентів КР	0 – 30	31 – 60	61 – 75	76 – 85	86 – 94	95 – 100
Сума балів за КР	20	30	40	50	60	70

#### Шкала оцінювання лабораторних робіт

№ модуля	№ зан.	Вид роботи	Тема	Максимальна кількість балів			
				денна	заочна	скорочена	заочна скорочена
1	1	Лабораторна робота № 1	Розрахунок виходу одношарової мережі	5	-	5	-
	2	Лабораторна робота № 2	Навчання перцептрона	5	5	5	5
	3	Лабораторна робота № 3	Гradientний метод навчання НМ	5	5	5	5
	4	Лабораторна робота № 4	Побудова НМ в Keras	5	-	5	-

№ модуля	№ зан.	Вид роботи	Тема	Максимальна кількість балів			
				денна	заочна	скорочена	заочна скорочена
	5	Лабораторна робота № 5	Залежність якості НМ від обраної архітектури	5	-	5	-
<b>Разом по модулю</b>				<b>25</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>10</b>
2	6,7	Лабораторна робота № 6	Класифікація зображень з використанням ЗНМ	25	10	25	10
	8,9	Лабораторна робота № 7	Прогнозування часових рядів з використанням LSTM мереж	25	10	25	10
<b>Разом по модулю</b>				<b>50</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>20</b>
<b>Контрольно-модульна / контрольна робота</b>				<b>25</b>	<b>70</b>	<b>25</b>	<b>70</b>
<b>Разом за семестр</b>				<b>100</b>			

Оцінювання кожної лабораторної роботи ведеться за показниками, наведеними в таблиці:

№ з/п /Критерій оцінювання	Максимальна кількість балів (денна форма/заочна форма)			
	Своєчасність виконання	Правильність виконання	Захист роботи	Всього за роботу
Лабораторна робота № 1	1/-	1/-	3/-	5/-
Лабораторна робота № 2	1/-	1/5	3/-	5/5
Лабораторна робота № 3	1/-	1/5	3/-	5/5
Лабораторна робота № 4	1/-	1/-	3/-	5/-
Лабораторна робота № 5	1/-	1/-	3/-	5/-
Лабораторна робота № 6	1/-	10/10	14/-	25/10
Лабораторна робота № 7	1/-	10/10	14/-	25/10
<b>Всього</b>	<b>7/-</b>	<b>25/30</b>	<b>43/-</b>	<b>75/30</b>

Під своєчасністю практичного виконання та своєчасністю захисту лабораторної роботи розуміється виконання та захист у тиждень згідно із графіком робіт.

Правильність виконання роботи оцінюється наступним чином:

- a. робота виконана без зауважень - максимальний бал;
- b. робота виконана достатньо повно з деякими зауваженнями – дві третини від максимального балу;
- c. робота виконана не повністю – одна третина від максимального балу;
- d. при перевірці роботи виявлені грубі помилки – 0 балів.

Захист лабораторної роботи передбачає відповіді на контрольні питання, які представлені у методичних вказівках до виконання лабораторних робіт відповідно до кожної теми.

Для допуску до підсумкового контролю студент повинен виконати графік навчального процесу, усі види запланованих завдань і протягом семестру отримати в сумі не менше 50 балів.

Семестровий контроль здійснюється у формі екзамену у восьмому (шостому для скороченої форми) семестрі.

100 балів, набрані студентом за результатами поточного контролю складають 60 відсотків, а екзаменаційне завдання – 40 відсотків. Результати екзамену оцінюються за 100-бальною шкалою. У відомість оцінка проставляється як у балах національної шкали, так і за шкалою ECTS:

#### Шкала оцінювання

Національна шкала успішності	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	100-бальна система оцінювання
відмінно/ зараховано	<b>A</b>	ВІДМІННО - відмінне виконання лише з незначними помилками	90...100
добре/ зараховано	<b>B</b>	ДУЖЕ ДОБРЕ - вище середнього рівня з кількома помилками	80...89
	<b>C</b>	ДОБРЕ - у цілому правильно робота з певною кількістю помилок і недоліків	71...79
задовільно/ зараховано	<b>D</b>	ЗАДОВІЛЬНО - непогано, але зі значною кількістю грубих помилок	61...70
	<b>E</b>	ДОСТАТНЬО - виконання задовольняє мінімальні потреби	50...60
незадовільно/ не зараховано	<b>FX</b>	НЕЗАДОВІЛЬНО - із можливістю повторного складання	30...49
	<b>F</b>	НЕЗАДОВІЛЬНО - з обов'язковим повторним вивчення дисципліни	0...29

При наявності у здобувачів результатів **неформального навчання** за освітнім компонентом «Нейромережеві технології» у повному обсязі, визнання та оцінювання результатів здійснюється відповідно до «Положення про порядок визнання у Криворізькому національному університеті результатів навчання, отриманих в умовах неформальної освіти». У випадку, якщо за підсумками визнання результатів неформального навчання визнається тільки частина результатів навчання, заявнику зараховуються окремі види навчальної роботи за освітнім компонентом «Нейромережеві технології».

Нижче наведені окремі види навчальної роботи, які можуть бути зараховані здобувачеві при наявності сертифікату про успішне проходження рекомендованих онлайн курсів.

Тема	Посилання на рекомендовані курси
Загальні положення про ШНМ	<a href="https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/ML101/2016_T3/about">https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/ML101/2016_T3/about</a>
Структура штучного нейрона	<a href="https://www.datacamp.com/courses/introduction-to-deep-learning-with-pytorch?">https://www.datacamp.com/courses/introduction-to-deep-learning-with-pytorch?</a>
Одношарова нейронна мережа	<a href="https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?">https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?</a>
Багатошарова НМ	<a href="https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?">https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?</a>
Фреймворк глибокого навчання Keras	<a href="https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?">https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?</a>
Основні поняття про згорткові нейронні мережі	<a href="https://www.datacamp.com/courses/introduction-to-deep-learning-with-pytorch?">https://www.datacamp.com/courses/introduction-to-deep-learning-with-pytorch?</a> <a href="https://www.coursera.org/learn/cnns-and-rnns">https://www.coursera.org/learn/cnns-and-rnns</a> <a href="https://www.coursera.org/learn/convolutional-neural-networks">https://www.coursera.org/learn/convolutional-neural-networks</a>
Основні поняття про рекурентні нейронні мережі.	<a href="https://www.coursera.org/learn/cnns-and-rnns">https://www.coursera.org/learn/cnns-and-rnns</a> <a href="https://www.coursera.org/learn/tensorflow-sequences-time-series-and-prediction?">https://www.coursera.org/learn/tensorflow-sequences-time-series-and-prediction?</a>

## 11 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

- Аудиторія персональних комп'ютерів класу Celeron, AMD, Pentium, Core 2 Duo, Core i5, i7 (або вище) з операційною системою типу Windows 7, 8 або 10. Забезпеченість комп'ютерами – 12 шт. на 25 студентів.
- Підключення до мережі Інтернет.
- Програмне забезпечення: Python 3, Anaconda, PyCharm, Jupyter notebook, Google Colaboratory, бібліотеки NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib, TensorFlow, PyBrain, Keras.

## 12 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Що таке штучна нейронна мережа (ШНМ) і яка її основна ідея?
2. Які є ключові компоненти ШНМ?
3. Які є основні типи ШНМ?
4. Яка роль вагових коефіцієнтів у ШНМ?
5. Що таке функція активації в ШНМ і як вона впливає на вихід штучного нейрона?
6. Які є основні типи функцій активації?
7. Як відбувається передача сигналів в ШНМ?
8. Що таке зворотне поширення помилки і яка його роль у тренуванні ШНМ?
10. Як вибрати оптимальну архітектуру ШНМ для конкретної задачі?
13. Що таке біологічна нейронна мережа і яка її основна функція?
14. Як відбувається передача сигналів між нейронами у біологічній нейронній мережі?
15. Які ролі відіграють аксони та дендрити у біологічних нейронах?
16. Які процеси відбуваються на синапсах у біологічних нейронах?
17. Які фактори впливають на зміну сильності синаптичних зв'язків у біологічній нейронній мережі?
18. Як біологічна нейронна мережа надихнула розробку штучних нейронних мереж?



19. Які схожості та відмінності між біологічними і штучними нейронними мережами?
20. Що таке штучний нейрон і яка його основна функція у штучній нейронній мережі?
21. Які основні компоненти входять до структури штучного нейрона?
22. Які є ролі вхідних сигналів у штучному нейроні?
23. Як впливають вагові коефіцієнти на обробку вхідних сигналів у штучному нейроні?
24. Які функції активації можуть бути використані у штучних нейронах і яка їх роль?
25. Як відбувається сумування вхідних сигналів у штучному нейроні?
26. Що таке поріг активації і як він використовується в штучному нейроні?
27. Як відбувається передача вихідного сигналу штучного нейрона?
28. Що таке навчання штучних нейронних мереж і яка його мета?
29. Які є основні етапи процесу навчання штучних нейронних мереж?
30. Що таке метод зворотного поширення помилки і яка його роль у навчанні штучних нейронних мереж?
31. Як відбувається процес передачі сигналів у штучній нейронній мережі під час зворотного поширення помилки?
32. Як розраховується помилка на виході штучного нейрона під час зворотного поширення?
33. Які є етапи алгоритму зворотного поширення помилки?
34. Що таке градієнт помилки і як він використовується під час зворотного поширення помилки?
35. Як впливають вагові коефіцієнти на корекцію помилки під час зворотного поширення?
36. Які можуть бути проблеми зворотного поширення помилки і як їх можна вирішити?
37. Як вибрати оптимальну швидкість навчання під час застосування зворотного поширення помилки?
38. Як відбувається процес навчання штучної нейронної мережі за допомогою зворотного поширення помилки?
39. Що таке згорткова нейронна мережа (ЗНМ) і яка її основна структура?
40. Які основні шари використовуються в згорткових нейронних мережах і яка їх роль?
41. Як працюють згорткові шари у згортковій нейронній мережі і яка їх функція?
42. Як впливають фільтри і зсуви на згорткові шари у згортковій нейронній мережі?
43. Що таке шар пулінгу у згортковій нейронній мережі і яка його роль?
44. Як впливає розмір пулінгового вікна на шар пулінгу?
45. Як використовується активаційна функція в згортковій нейронній мережі?
46. Які є переваги використання згорткових нейронних мереж у порівнянні зі звичайними штучними нейронними мережами?
47. Що таке рекурентна нейронна мережа (РНМ) і яка її основна структура?
48. Які складові компоненти входять до структури рекурентної нейронної мережі?
49. Чим відрізняється рекурентний шар від звичайного шару у рекурентній нейронній мережі?
50. Чим відрізняється процес передачі сигналів у рекурентній нейронній мережі від звичайної нейронної мережі?
51. Які є типи рекурентних нейронних мереж і в чому полягає їх відмінність?
52. Як впливає функція активації на роботу рекурентних нейронних мереж?
53. Які проблеми можуть виникати при тренуванні рекурентних нейронних мереж і як їх можна вирішити?

## **13 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ**

### 13.1 Навчальна та довідкова література

1. Ian Goodfellow. Deep Learning, MIT Press, 2017
2. Субботін С. О. Нейронні мережі : теорія та практика : навч. посіб. / С. О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.
3. Sandhya Samarasinghe Neural Networks for Applied Sciences and Engineering From Fundamentals to Complex Pattern Recognition, Auerbach Publications, 2006. – 594 p.

4. Кононюк А. Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми. – К.: «Корнійчук», 2008. – 446 с.
5. Руденко О.Г., Бодяньський Є.В. Штучні нейронні мережі – Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів – К: Компанія СМІТ, 2006, 404 с.
6. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі – Навчальний посібник – Львів: Видавництво Львівська політехніка, 2011. – 444 с.
7. Bhadeshia N. K. D. H. (1999). Neural Networks in Materials Science. ISIJ International 39 (10): 966–979. doi:10.2355/isijinternational.39.966
8. Волошин В.Г. Комп'ютерна лінгвістика: Навчальний посібник. – Суми: Університетська книга, 2004. –382 с.
9. M., Bishop, Christopher (1995). Neural networks for pattern recognition. Clarendon Press. ISBN 0198538499. OCLC 33101074
10. Ertel W. Introduction to Artificial Intelligence. Springer International Publishing 2017. 356 p.

### 13.2. Методична література

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Нейромереві технології» для студентів всіх форм навчання зі спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення – 56 с. Укладачі: Шаповалова Н. Н., ст. викладач Саїтгарєєв Н. Х., к.т.н., доцент, 2021 р.
2. Презентації лекцій з дисципліни «Нейромереві технології» для студентів всіх форм навчання зі спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення.

## 14 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

До складу інформаційних ресурсів навчальної дисципліни входять:

1. Бібліотека Криворізького національного університету (м. Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 37). – Режим доступу: <http://lib.knu.edu.ua/>

Internet-ресурси:

2. Introduction to Machine Learning. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course/ml-intro>
3. Документація Keras. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://keras.io/>
4. Документація Tensorflow. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.tensorflow.org/>
5. Платформа Kaggle. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/>
6. How to choose Last-layer activation and loss function. [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://www.dlology.com/blog/how-to-choose-last-layer-activation-and-loss-function/>
7. Документація Google Colab. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://colab.research.google.com/notebooks/intro.ipynb?utm\\_source=scs-index#recent=true](https://colab.research.google.com/notebooks/intro.ipynb?utm_source=scs-index#recent=true)
8. Класрум дисципліни. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://classroom.google.com/c/MTkwNjg3MTU3MTM0?cjc=d6wyjh7>

## 15 ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

**Neural Network (нейронна мережа).** A set of interconnected nodes (neurons) that can process information, make decisions, and learn from data.

**Neuron (нейрон).** A basic unit of a neural network that receives inputs, applies weights to those inputs, performs a calculation, and produces an output.

**Activation Function (функція активації).** A mathematical function applied to the output of a neuron to determine whether it should fire or not.

**Backpropagation (алгоритм зворотного поширення).** A supervised learning algorithm used to train neural networks by adjusting the weights of the neurons based on the error between the predicted output and the actual output.

**Deep Learning (глибоке навчання).** A subset of machine learning that involves training neural networks with multiple layers.

**Convolutional Neural Network (CNN) (згорткова нейронна мережа).** A type of neural network designed for image recognition that uses convolutional layers to extract features from the input image.

**Recurrent Neural Network (RNN) (рекурентна нейронна мережа).** A type of neural network designed for sequence data that can retain memory of past inputs through the use of feedback connections.

**Long Short-Term Memory (LSTM) (довга короткострокова пам'ять).** A type of RNN that uses memory cells to store information over long periods of time and has the ability to selectively forget or remember information.

**Autoencoder.** A type of neural network used for unsupervised learning that learns to encode and decode input data.

**Generative Adversarial Network (GAN) (генеративна нейронна мережа).** A type of neural network that learns to generate new data by training two models, a generator and a discriminator, to compete against each other.

**Dropout.** A regularization technique used in neural networks to prevent overfitting by randomly dropping out (ignoring) some neurons during training.

**Batch Normalization (пакетна нормалізація).** A technique used to normalize the inputs to each layer in a neural network to reduce the effects of internal covariate shift and improve training speed.

**Transfer Learning (трансферне навчання).** A technique that involves using a pre-trained neural network as a starting point for a new task, instead of training a new network from scratch.

**Learning Rate (швидкість навчання).** A hyperparameter in neural networks that determines the step size at which the weights are updated during training.

**Loss Function (функція втрат).** A function used to measure the error between the predicted output and the actual output during training, which the optimizer attempts to minimize.

**Optimizer (оптимізатор).** An algorithm used to adjust the weights of a neural network during training in order to minimize the loss function.

**Gradient Descent (градієнтний спуск).** A common optimization algorithm used in neural networks that involves adjusting the weights in the direction of the negative gradient of the loss function.

**Stochastic Gradient Descent (SGD) (стохастичний градієнтний спуск).** A variant of gradient descent that updates the weights based on a random subset of the training data at each iteration, which can speed up training and help avoid local minima.

**Mini-batch Gradient Descent (міні-пакетний градієнтний спуск).** A compromise between SGD and full-batch gradient descent, where the weights are updated based on a small batch of data at each iteration, which can provide a balance between speed and accuracy.

**Learning Rate Schedule (розклад швидкості навчання).** A strategy for adjusting the learning rate during training, which can help improve convergence and avoid oscillations.

**Convolution (згортка):** A mathematical operation used in convolutional neural networks to extract features from input data by applying a filter/kernel across the input data.

**Pooling (об'єднання).** A downsampling operation used in convolutional neural networks to reduce the spatial dimensionality of the input data and extract features.

**Dropout Rate (рівень відключень нейронів).** The probability of dropping out a neuron during training when using dropout regularization.

**Hyperparameters (гіперпараметри).** Parameters that are not learned during training, but must be set before training, such as the learning rate, number of layers, and number of neurons in each layer.

**Overfitting (перенавчання).** A phenomenon in machine learning where a model performs well on the training data but poorly on new, unseen data, which can occur when the model is too complex or the training data is too limited.

**Underfitting (недонавчання).** A phenomenon in machine learning where a model is too simple to capture the underlying patterns in the data and performs poorly on both the training and test data.

**Early Stopping (раннє зупинення).** A technique used to prevent overfitting by stopping the training process when the performance on a validation set stops improving.

**Vanishing Gradient Problem (проблема згасаючого градієнта).** A problem that occurs in deep neural networks where the gradients become too small during backpropagation, making it difficult to train the lower layers.

**Exploding Gradient Problem (проблема вибухового градієнта).** A problem that occurs in deep neural networks where the gradients become too large during backpropagation, which can cause the weights to diverge and the network to become unstable.

**Normalization (нормалізація).** A technique used to scale the inputs or activations of a neural network to improve training stability and performance. Common normalization methods include batch normalization and layer normalization.

**Activation Map (мапа активацій).** A representation of the activation values of a particular layer in a neural network for a given input.

**Attention Mechanism (механізм уваги).** A mechanism used in neural networks to selectively focus on certain parts of the input data by assigning weights to different features.

**Recursion (рекурсія).** A mathematical operation used in recurrent neural networks to compute the hidden state of the network based on the previous hidden state and the current input.

**Encoder.** The part of an autoencoder neural network that learns to compress the input data into a lower-dimensional representation.

**Decoder.** The part of an autoencoder neural network that learns to reconstruct the original input data from the compressed representation learned by the encoder.

**Fine-tuning.** The process of adjusting the weights of a pre-trained neural network for a new task by continuing training on a small amount of task-specific data.

**One-hot Encoding.** A technique used to represent categorical variables as binary vectors, where each vector has a value of 1 for the category it represents and 0 for all other categories.

**Cross-Entropy Loss (функція втрат перехресна ентропія).** A loss function commonly used in classification problems that measures the difference between the predicted class probabilities and the true class labels.

**Mean Squared Error (MSE) (середньо-квадратичне відхилення).** A loss function commonly used in regression problems that measures the average squared difference between the predicted and true values.

**ReLU.** A commonly used activation function in neural networks that returns the input if it is positive and 0 otherwise.

**Softmax.** An activation function commonly used in the output layer of neural networks for multiclass classification problems that returns a probability distribution over the classes.

**Recurrent Dropout (рекурентне відключення нейронів).** A variant of dropout regularization used in recurrent neural networks that drops out entire hidden states or sequences of hidden states rather than individual neurons.

**Unsupervised Learning (навчання без вчителя).** A type of machine learning where the model learns to find patterns in the data without explicit supervision or feedback.

**Semi-supervised Learning (змішане навчання).** A type of machine learning where some of the data is labeled and used for supervised training, while the remaining unlabeled data is used for unsupervised learning.

**16 ЗМІНИ ТА ДОПОВНЕННЯ ДО РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ**

№ з/п	Дата внесення змін	Зміст змін та доповнень	Підстава до внесення змін (№ і дата наказу, рішення вченої ради, засідання кафедри)
1	2	3	4

Схвалено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_ від “ \_\_ ” \_\_\_\_ 20 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Схвалено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_ від “ \_\_ ” \_\_\_\_ 20 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Схвалено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_ від “ \_\_ ” \_\_\_\_ 20 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Схвалено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_ від “ \_\_ ” \_\_\_\_ 20 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

## Робочий план з дисципліни «Нейромережеві технології»

Семестр 8

Вид навчальної роботи	Годин у семестрі/кредити	Тиждень									Вид підсумкового контролю	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Лекційні заняття	18	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК, КМР	
Лабораторні заняття	18	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	2ПК	
Самостійна робота	69	1	1	3	6	8	10	10	10	10	20	
Всього годин/кредитів	105/3,5	5	5	7	10	12	14	14	14	14	24	екзамен

Позначки: ПК – поточний контроль, КМР – контрольнo-модульна робота

Викладач



Н. Н. Шаповалова