

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА**

Кафедра (циклова комісія) \_\_\_\_\_ системного проектування \_\_\_\_\_

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету \_\_\_\_\_

доц. Юрій ФУРГАЛА

“

”

2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ЗАСОБИ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність \_\_\_\_\_ 121 – Інженерія програмного забезпечення \_\_\_\_\_

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація \_\_\_\_\_

(назва спеціалізації)

факультет \_\_\_\_\_ електроніки та комп'ютерних технологій \_\_\_\_\_

(назва інституту, факультету, відділення)

2022 – 2023 навчальний рік

Робоча програма “Засоби глибинного навчання” для студентів  
(назва навчальної дисципліни)  
 галузі знань “12 – Інформаційні технології”  
 за спеціальністю “121 Інженерія програмного забезпечення”

Розробники: Віталій Парубочий (асистент кафедри системного проектування,  
факультету електроніки та комп’ютерних технологій)  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри (циклової комісії) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 системного проектування

Протокол від “ 30 ” 08 2022 року № 1

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ системного проектування  
 \_\_\_\_\_ (Роман ШУВАР)  
 \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Ухвалено Вченою радою \_\_\_\_\_ факультету електроніки та комп’ютерних технологій \_\_\_\_\_

Протокол від “ 31 ” 08 2022 року № 28/22

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів <b>5,0</b>	Галузь знань <u>12 Інформаційні технології</u> (шифр і назва)	За вибором	
Модулів – <b>1</b>	Спеціальність: <u>121 Інженерія програмного забезпечення</u>	Рік підготовки	
Змістових модулів – <b>2</b>		<b>4-й</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>немає</u> (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – <b>150</b>		<b>7-й</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <b>4</b> самостійної роботи студента – <b>5,4</b>	Освітній ступінь <u>бакалавр</u>	Лекції	
		<b>32 год.</b>	
		Практичні, семінарські	
		<i>немає</i>	
		Лабораторні	
		<b>32 год.</b>	
		Самостійна робота	
		<b>86 год.</b>	
		Індивідуальні завдання:	
		<i>немає</i>	
Вид контролю:			
<i>залік</i>			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить

для денної форми навчання – 0,74

для заочної форми навчання – немає

### 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** надати студентам знання та розуміння термінів штучних нейронних мереж та глибинного навчання, а також навички та вміння для вирішення задач машинного навчання за допомогою глибинних штучних нейронних мереж.

**Цілі:** забезпечити знайомство студентів з загальною термінологією штучних нейронних мереж та глибинного навчання та сформувати навички їхнього практичного використання; надати можливість студентам отримати знання для

аналізу даних та вибору необхідної моделі глибинних штучних мереж та її параметрів для вирішення поставленої задачі; надати можливість студентам отримати навички та вміння для аналізу та оцінки отриманих результатів, використовуючи статистичні методи оцінки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** основні поняття, визначення і проблеми курсу; вимоги до постановки основних задач штучних нейронних мереж та глибинного навчання; призначення й особливості застосування основних методів глибинного навчання;

**вміти:** володіти математичним апаратом методів глибинного навчання; застосовувати штучні нейронні мережі та методи глибинного навчання для розв'язування прикладних задач машинного навчання; виконувати оцінку результатів навчання моделей глибинних штучних нейронних мереж.

Після вивчення курсу «Засоби глибинного навчання» здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:

**ЗК1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК2.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК5.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК6.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ФК16.** Здатність ідентифікувати, класифікувати та формулювати вимоги до програмного забезпечення.

**ФК17.** Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

**ФК18.** Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.

**ФК22.** Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

**ФК23.** Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

**ФК25.** Здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя.

**ФК27.** Здатність здійснювати процес інтеграції системи, застосовувати стандарти і процедури управління змінами для підтримки цілісності, загальної функціональності і надійності програмного забезпечення.

**ФК28.** Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.

**ФК29.** Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

**ПРН1.** Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідкові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

**ПРН8.** Вміти розробляти людино-машинний інтерфейс.

**ПРН9.** Знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та

аналізу вимог до програмного забезпечення.

**ПРН11.** Вибирати вихідні дані для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання.

**ПРН13.** Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

**ПРН14.** Застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби доменного аналізу, проектування, тестування, візуалізації, вимірювань та документування програмного забезпечення.

**ПРН18.** Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

**ПРН22.** Знати та вміти застосовувати методи та засоби управління проектами.

**ПРН23.** Вміти документувати та презентувати результати розробки програмного забезпечення.

**ПРН26.** Знати та вміти застосовувати засоби інженерії програмного забезпечення для реалізації проєктів у галузі штучного інтелекту та м'яких обчислень.

**ПРН27.** Вміти обирати оптимальні алгоритми та технології розробки програмного забезпечення для розв'язання задач аналізу та інженерії даних.

### 3. Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1. Основи глибинного навчання та основні види глибинних штучних нейронних мереж.**

*Тема 1. Штучні нейронні мережі. Основні поняття глибинного навчання.*

Штучні нейронні мережі. Глибинне навчання. Історія розвитку. Основні поняття ШНМ. Функція активації. Багатошаровий персептрон. Гіперпараметри. Навчання. Зворотне поширення. Підходи машинного навчання. Навчання з учителем. Навчання з підкріпленням. Навчання без учителя. Сфери застосування. Програмні та апаратні засоби машинного навчання.

*Тема 2. Використання багатошарових персептронів для регресії та класифікації.*

Персептрон. Функція активації. Багатошаровий персептрон. Регресія та регресійний аналіз. Лінійна регресія. Проста та множинна лінійна регресія. Логістична регресія. Багатошаровий персептрон для регресії. Багатошаровий персептрон для класифікації. Оцінювання результатів класифікації. Оцінювання методів машинного навчання. Перенавчання та узагальнення. Складні моделі на основі багатошарового персептрона.

*Тема 3. Класифікація штучних нейронних мереж.*

Класифікація ШНМ. Нейронні мережі прямого поширення. Згортова нейронна мережа. Мережа радіальних базисних функцій. Регуляторні мережі зворотного зв'язку. Рекурентні нейронні мережі. Довга короткочасна пам'ять. Нейронні мережі з розширеною пам'яттю. Генеративна стохастична штучна нейронна мережа. Модульна нейронна мережа. Спайкова нейронна мережа.

Складна ієрархічно-глибока модель. Генеративна змагальна мережа. Динамічна нейронна мережа. Гібридна нейронна мережа. Мережа пам'яті. Фізична нейронна мережа.

*Тема 4. Згорткові штучні нейронні мережі.*

Згорткові нейронні мережі. Неокогнітрон. Нейронна мережа із затримкою часу. Зворотнє поширення. Максимальне об'єднання. Історія розвитку згорткових мереж. LeNet-5. Нейронна піраміда абстракцій. AlexNet. Архітектура згорткових нейронних мереж. Згорткові шари. Шари об'єднання. Шари нормалізації. Шари активації. Повністю з'єднані шари. Регуляризація. Застосування згорткових мереж.

*Тема 5. Архітектури згорткових нейронних мереж.*

LeNet-5. AlexNet. VGG. ResNet. ResNetXt. DenseNet. MobileNet, MobileNetV2, MobileNetV3. Inception. GoogLeNet. FaceNet. Розпізнавання об'єктів. R-CNN, Fast R-CNN. YOLO. Single Shot MultiBox Detector (SSD).

**Змістовий модуль 2. Покращення моделі глибинних нейронних мереж та складні види глибинних штучних нейронних мереж.**

*Тема 6. Техніки покращення точності та адаптації глибинних нейронних мереж.*

Регуляризація. Перенавчання та узагальнення. Класифікація методів регуляризації. Штучні дані та збільшення даних. Зміна вибірки. Регуляризація гіперпараметрів. Автоматичне налаштування гіперпараметрів. Відкидання. Стохастичне об'єднання. Зниження ваги. Рання зупинка. Зменшення розмірності. Підходи до зменшення розмірності. Методи зменшення розмірності. Згортка 1x1. Передавальне навчання. Переваги передавального навчання. Стратегії передавального навчання. Підходи до передавального навчання. Однорідне передавальне навчання. Передавальне навчання для глибинного навчання. Кроки застосування передавального навчання. Типи глибинного передавального навчання.

*Тема 7. Рекурентні нейронні мережі.*

Рекурентна нейронна мережа. Нейронна мережа із затримкою часу. Регуляторні мережі зворотного зв'язку. Повністю рекурентна нейронна мережа. Типи рекурентних нейронних мереж. Функції активації. Проблеми рекурентних нейронних мереж. Мережа Хопфілда та Машина Больцмана. Прості рекурентні мережі. Ієрархічні рекурентні нейронні мережі. Рекурентна нейронна мережа безперервного часу. Двонаправлені рекурентні нейронні мережі. Довга короткочасна пам'ять. Вентильний рекурентний вузол. Мережа глибокого прогностичного кодування. Рекурентна нейронна мережа з кількома часовими масштабами. Нейронні мережі з розширеною пам'яттю. Незалежно рекурентна нейронна мережа. Застосування рекурентних нейронних мереж.

### Тема 8. Застосування рекурентних нейронних мереж.

Довга короткочасна пам'ять. Вентильний рекурентний вузол. Прогнозування. Прогнозування часових рядів. Властивості часових рядів. Типи стаціонарних часових рядів. Перевірка на стаціонарність. Стратегії прогнозування. Оцінка точності прогнозування. Регресія. Розділення набору даних. Побудова багатопарової мережі. Базовий прогноз. Методи простої оцінки. Ковзне середнє.

### Тема 9. Генеративні нейронні мережі.

Генеративна модель. Типи генеративних моделей. Генеративні нейронні мережі. Модель авторегресії. Замаскований автокодер для оцінки розподілу. Піксельна рекурентна нейронна мережа (PixelRNN). WaveNet. Поточкові генеративні моделі. Авторегресійні поточкові генеративні моделі. Генеративна стохастична штучна нейронна мережа. Автокодер. Варіаційний автокодер. Генеративна змагальна мережа. Генеративні моделі на основі дифузії. DALL-E 2 та Stable Diffusion.

### Тема 10. Штучні нейронні мережі на основі трансформерів.

Трансформер. Механізм уваги. Механізм самоуваги. Архітектура трансформера. Попереднє опрацювання вхідної послідовності. Застосування трансформерів. Моделі трансформерів. GPT. BERT. Стратегії навчання моделі BERT. Оцінка точності моделі BERT.

### Тема 11. Гібридні штучні нейронні мережі.

Гібридні нейронні мережі. Нейронна піраміда абстракцій. Згорткова довга короткочасна пам'ять (CNN LSTM). Згорткова LSTM (ConvLSTM). Глибока просторово-часова згорткова мережа LSTM. LipNet. LipNet - Watch, Listen, Attend and Spell. Кодер-декодер. Encoder-Decoder LSTM. Кодер-декодер з механізмом уваги. Генеративна змагальна мережа.

## 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьо го	у тому числі					усь ого	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Основи глибокого навчання та основні види глибоких штучних нейронних мереж</b>												
Тема 1. Штучні нейронні мережі. Основні поняття глибокого навчання.	17	4		2		11						
Тема 2. Використання багатопарових перцептронів для	11	2		4		5						

<i>регресії та класифікації.</i>													
Тема 3. <i>Класифікація штучних нейронних мереж.</i>	20	4		4		12							
Тема 4. <i>Згорткові штучні нейронні мережі.</i>	11	2		4		5							
Тема 5. <i>Архітектури згорткових нейронних мереж.</i>	9	2		2		5							
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>68</b>	<b>14</b>		<b>16</b>		<b>38</b>							
<b>Змістовий модуль 2. <i>Покращення моделі глибинних нейронних мереж та складні види глибинних штучних нейронних мереж</i></b>													
Тема 6. <i>Техніки покращення точності та адаптації глибинних нейронних мереж.</i>	19	4		4		11							
Тема 7. <i>Рекурентні нейронні мережі.</i>	19	4		4		11							
Тема 8. <i>Застосування рекурентних нейронних мереж.</i>	17	4		2		11							
Тема 9. <i>Генеративні нейронні мережі.</i>	9	2		2		5							
Тема 10. <i>Штучні нейронні мережі на основі трансформерів.</i>	9	2		2		5							
Тема 11. <i>Гібридні штучні нейронні мережі.</i>	9	2		2		5							
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>82</b>	<b>18</b>		<b>16</b>		<b>48</b>							
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>32</b>		<b>32</b>		<b>86</b>							

### 5. Теми семінарських занять

### 6. Теми практичних занять

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Вступне заняття. Налаштування середовища та необхідного програмного забезпечення</i>	2
2	<i>Лабораторна робота №1. Створення та навчання багатошарового перцептрона для класифікації</i>	4



	<i>зображень</i>	
3	<i>Лабораторна робота №2. Створення та навчання багатошарового перцептрона для прогнозування даних</i>	4
4	<i>Лабораторна робота №3. Створення та навчання згорткової нейронної мережі для класифікації зображень</i>	4
5	<i>Лабораторна робота №4. Покращення точності класифікатора зображень на основі згорткової нейронної мережі</i>	4
6	<i>Лабораторна робота №5. Створення та навчання рекурентної нейронної мережі для прогнозування даних</i>	4
7	<i>Лабораторна робота №6. Створення та навчання рекурентної нейронної мережі для багатовимірного прогнозування даних</i>	4
8	<i>Лабораторна робота №7. Дослідження роботи генеративних моделей для створення зображень на основі текстового опису</i>	4
9	<i>Захисне лабораторне заняття</i>	2
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Штучні нейронні мережі. Основні поняття глибокого навчання</i>	11
2	<i>Використання багатошарових перцептронів для регресії та класифікації</i>	5
3	<i>Класифікація штучних нейронних мереж</i>	12
4	<i>Згорткові штучні нейронні мережі</i>	5
5	<i>Архітектури згорткових нейронних мереж</i>	5
6	<i>Техніки покращення точності та адаптації глибоких нейронних мереж</i>	11
7	<i>Рекурентні нейронні мережі</i>	11
8	<i>Застосування рекурентних нейронних мереж</i>	11
9	<i>Генеративні нейронні мережі</i>	5
10	<i>Штучні нейронні мережі на основі трансформерів</i>	5
11	<i>Гібридні штучні нейронні мережі</i>	5
	<b>Разом</b>	<b>86</b>

## 9. Індивідуальні завдання

### 10. Методи навчання

Інформаційні методи (лекція, бесіда, презентація, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія).

### 11. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється шляхом проведення усного опитування та написання письмових звітів по виконаних лабораторних роботах. У кінці курсу проводиться модуль у вигляді письмового есе на задану тему.

### 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне опитування та лабораторні роботи							Модульне завдання	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2					
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7		
10	10	10	10	10	10	10	30	100

Л1, Л2 ... Л7 – теми лабораторних робіт.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
A	90 – 100	відмінно	зараховано
B	81-89	добре	
C	71-80		
D	61-70	задовільно	
E	51-60		
FX	21-50	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
F	0-20	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

\* кількість балів для оцінок «незадовільно» (FX і F) визначається Вченими радами факультетів (педагогічними радами коледжів).

### **13. Методичне забезпечення**

### **14. Рекомендована література**

#### **Основна**

- 1) Andreas C. Muller and Sarah Guido., Introduction to Machine Learning with Python.: Published by O'Reilly Media, Inc. – First Edition, 2016. – 392 pp.
- 2) Deep Learning with Python / François Chollet.: Manning Publications Co. 20 Baldwin Road PO Box 761 Shelter Island, 2018. – 386 pp.
- 3) Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow / Aurélien Géron. – Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems.: Published by O'Reilly Media, Inc. – Second Edition, 2019. – 564 pp.
- 4) Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. Deep Learning.: The MIT Press Cambridge, 2016. - 800 pp.
- 5) Python Data Science Handbook / Jake VanderPlas.: O'Reilly Media, Inc., 2016. – 573 pp.
- 7) Pragati Baheti, A Newbie-Friendly Guide to Transfer Learning, V7 Blog.
- 8) Afshine Amidi and Shervine Amidi, "Recurrent Neural Networks cheatsheet," CS230, Stanford University.
- 9) Christopher Olah, "Understanding LSTM Networks," colah's blog, 2015.
- 10) R.J. Hyndman and G. Athanasopoulos, "Forecasting: principles and practice," 3rd edition, OTexts: Melbourne, Australia, 2021.

#### **Допоміжна**

- 1) Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow / Aurélien Géron. – Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems.: Published by O'Reilly Media, Inc. – First Edition, 2017. – 564 pp.
- 2) Machine learning: A Probabilistic Perspective / Kevin P. Murphy.: Massachusetts Institute of Technology, 2012. – 1098 pp.

### **15. Інформаційні ресурси**

- 1) Internet – джерела.
- 2) Наукова бібліотека Львівського національного університету імені Івана Франка (<https://www.lnlibrary.lviv.ua/to-users-2/paid-services/internet/>).
- 3) Львівська національна наукова бібліотека України імені Василя Стефаника (<https://www.lsl.lviv.ua/index.php/uk/elektronni-resursy1/>).