

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА
БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних систем

ПОГОДЖЕНО

Гарант ОПП «Комп'ютерні науки»
Вадим ПТАШНИК

(ім'я та прізвище, підпис)

«27» серпня 2025 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

Декан факультету механіки, енергетики та
інформаційних технологій
Степан КОВАЛИШИН

(ім'я та прізвище, підпис)

«28» серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Нейронні мережі»

(код і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
(назва освітнього рівня)

галузь знань 12 «Інформаційні технології»
(назва галузі знань)

спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
(назва спеціальності)

освітня програма «Комп'ютерні науки»
(назва)

вид дисципліни вибіркова
(обов'язкова / за вибором)

2025–2026 навчальний рік

Робоча програма

«Нейронні мережі»
(назва навчальної дисципліни)

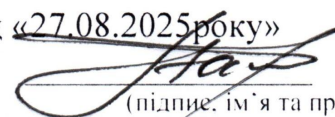
Укладач: Чухрай Л.В., к.ф.-м.н., в.о. доцента кафедри Інформаційних технологій
(вказати укладачів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри інформаційних технологій.

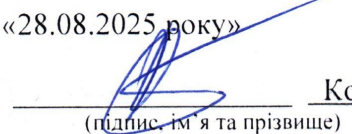
Протокол № 1 від 26.08.2025 року.

Завідувач кафедри  Тригуба А.М.
(підпис, ім'я та прізвище)

Погоджено навчально-методичною комісією спеціальності
«Комп'ютерні науки»
(назва спеціальності)

Протокол № 8/1 від «27.08.2025 року»
Голова НМКС  Пташник В.В.
(підпис, ім'я та прізвище)

Схвалено рішенням навчально-методичної ради факультету ФМЕІТ
(назва факультету)

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»
Голова НМРФ  Ковалишин С.Й.
(підпис, ім'я та прізвище)

Ухвалено вченою радою ФМЕІТ протокол №1 від 28.08.2025 р.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Семестр	5	5
Кількість кредитів/годин	4/120	4/120
Усього годин аудиторної роботи	42	20
в т.ч.:		
• лекційні заняття, год.	14	10
• практичні заняття, год.	–	–
• лабораторні заняття, год.	28	10
• семінарські заняття, год.	–	–
Усього годин самостійної роботи	78	100
Форма контролю	іспит	іспит

Примітка.

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:

для денної форми здобуття освіти – 35%

для заочної форми здобуття освіти – 16,67%

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення освітньої компоненти «Нейронні мережі» є формування у студентів фундаментальних теоретичних знань та практичних навичок у сфері проєктування, навчання та застосування штучних нейронних мереж для вирішення задач аналізу даних, розпізнавання образів, прогнозування та класифікації. Особлива увага приділяється розумінню внутрішньої структури нейронних мереж, алгоритмів їх оптимізації, вибору архітектур та методів покращення ефективності моделей. Курс спрямований на розвиток здатності застосовувати сучасні інструменти машинного навчання у практичних проєктах, а також усвідомлення ролі нейронних мереж у розвитку штучного інтелекту та цифрових технологій у галузі комп'ютерних наук.

Завдання навчальної дисципліни передбачають:

- засвоєння основних понять, принципів і архітектур штучних нейронних мереж, включаючи одношарові та багатошарові мережі, згорткові нейронні мережі (CNN), рекурентні мережі (RNN), трансформери та автоенкодерів;

- формування знань про алгоритми навчання нейронних мереж, такі як градієнтний спуск, зворотне розповсюдження помилки, адаптивні оптимізатори (SGD, Adam, RMSprop), а також методи регуляризації та боротьби з перенавчанням;

- набуття компетентностей у підборі архітектури нейронної мережі відповідно до задачі, аналізу вхідних даних, передоброби інформації, вибору гіперпараметрів та оптимізації моделі; розвиток умінь створювати та тренувати нейронні мережі з використанням сучасних фреймворків (TensorFlow, Keras, PyTorch) для задач класифікації, регресії, розпізнавання зображень, обробки текстів та прогнозування;

- опанування методів оцінки якості роботи моделей, включаючи використання метрик точності, повноти, F1-міри, ROC-AUC, середньоквадратичної помилки (MSE) тощо;

- розвиток практичних навичок роботи з середовищами для досліджень та моделювання (наприклад, Google Colab, Jupyter Notebook) для реалізації та тестування моделей;

- засвоєння концепцій інтерпретованості моделей і пояснювального машинного навчання (XAI), необхідних для безпечного використання нейронних мереж у критичних сферах;

- набуття знань щодо етичних аспектів використання нейронних мереж, зокрема упередженості даних, прозорості моделей та відповідального застосування штучного інтелекту;

- розуміння принципів інтеграції нейронних мереж у бізнес-процеси, програмне забезпечення та ІТ-рішення, включаючи застосування в реальному часі та хмарних середовищах;

- формування компетентностей у використанні нейронних мереж для аналізу даних, створення предиктивних моделей, автоматизації процесів та підтримки прийняття рішень у сфері комп'ютерних наук.

Преквізити: Для успішного опанування курсу «Нейронні мережі» необхідно володіти базовими знаннями з таких дисциплін:

- «Програмування» та «Алгоритми та структури даних» — для розуміння принципів побудови алгоритмів, реалізації логіки моделей та ефективної обробки інформації;

- «Математичний аналіз» «Вища математика» та «Теорія ймовірності і математична статистика» — як теоретичне підґрунтя для розуміння функціонування моделей машинного навчання, градієнтного спуску, матричних операцій і обробки даних;

- «Об'єктно-орієнтоване програмування» — для реалізації структурованих рішень при моделюванні та розробці компонентів нейронних мереж.

Постреквізити: Курс «Нейронні мережі» є базовим для подальшого опанування наступних освітніх компонент: Здобуті знання щодо архітектур і алгоритмів нейронних мереж застосовуються для розв'язання спеціалізованих завдань, інтеграції моделей у масштабовані програмні рішення, а також під час виконання практичних проєктів, де реалізуються реальні кейси з класифікації, прогнозування, автоматизації та аналізу даних.

Результати навчання: У процесі вивчення дисципліни «Нейронні мережі» здобувачі:

- засвоюють теоретичні основи будови та функціонування штучних нейронних мереж, включаючи базові та глибокі архітектури (персептрон, MLP, CNN, RNN, трансформери тощо);

- оволодівають алгоритмами навчання моделей, зокрема градієнтним спуском та його модифікаціями (SGD, Adam, RMSprop), а також техніками регуляризації та покращення узагальнення моделі;

- здобувають практичні навички створення, навчання та тестування нейронних мереж у середовищах Google Colab, Jupyter Notebook, використовуючи бібліотеки TensorFlow, PyTorch, Keras;

- вчаться аналізувати продуктивність моделей, використовувати відповідні метрики (accuracy, loss, precision, recall, F1 тощо), проводити валідацію та оптимізацію;

- набувають компетентностей у розв'язанні прикладних задач, таких як розпізнавання зображень, обробка тексту, класифікація, регресія та прогнозування на основі даних;

- опановують принципи етичного використання нейронних мереж, включаючи інтерпретованість моделей, запобігання упередженості, прозорість та безпечне застосування ШІ;

- розвивають уміння інтегрувати моделі в реальні ІТ-рішення, адаптуючи їх до вимог користувачів, технічних та бізнес-процесів;

- демонструють готовність до професійної діяльності у сферах машинного навчання, data science, ШІ та програмної інженерії, що підвищує їхню конкурентоспроможність на ринку праці.

2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма здобуття освіти (ДФЗО)						заочна форма здобуття освіти (ЗФЗО)					
	усь ого	у тому числі					усього	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
	Рік підготовки 2 Семестр 3						Рік підготовки 2 Семестр 3					
Тема 1. Вступ до нейронних мереж.	12	2	–	4	–	6	12	1	–	1	–	10
Тема 2. Нейронні мережі прямого поширення зі зворотним поширенням похибки.	13	2	–	4	–	7	13	2	–	1	–	10
Тема 3. Нейромережева бінарна класифікація на прикладі текстових даних.	13	2	–	4	–	7	13	2	–	1	–	10
Тема 4. Нейромережева n-арна класифікація на прикладі текстових даних.	13	2	–	4	–	7	13	1	–	2	–	10
Тема 5. Нейромережева регресія.	13	2	–	4	–	7	13	1	–	2	–	10
Тема 6. Згорткові нейронні мережі.	13	2	–	4	–	7	13	2	–	1	–	10
Тема 7. Згорткова нейронна мережа для розпізнавання зображень об'єктів двох класів як задача бінарної класифікації.	13	2	–	4	–	7	13	1	–	2	–	10
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів.	30		–		–	30	30		–		–	30
Усього годин	120	14	–	28	–	78	120	10	–	10	–	100

3. ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Тема 1. Вступ до нейронних мереж. 1. Основні етапи розвитку теорії та практичної реалізації нейронних мереж. 2. Біологічний нейрон як прототип штучного нейрону. 3. Модель штучного нейрона. 4. Основні структури нейронних мереж. 5. Функції активації. 6. Тензорні операції. 7. Процедури навчання нейронних мереж. 8. Програмно-апаратні засоби побудови та дослідження нейронних мереж. 9. Пакети Keras, TensorFlow. 10. Галузі та результати застосування ШНМ	2	1
2	Тема 2. Нейронні мережі прямого поширення зі зворотним поширенням похибки. 1. Нейронна мережа прямого поширення для розпізнавання зображень рукописних цифр MNIST. 2. Приклад нейронної мережі для розпізнавання рукописних цифр повнозв'язною нейронною мережею. Результати виконання програми. 3. Пояснення складових нейронної мережі. Графічне відображення результатів навчання. 4. Інший варіант нейронної мережі з повнозв'язними шарами нейронів для розпізнавання рукописних цифр бази MNIST. Подання даних для нейронних мереж. 5. Нейронна мережа розпізнавання рукописних цифр MNIST з одним нейроном у вихідному шарі. Деталізація результатів роботи нейронної мережі.	2	2
3	Тема 3. Нейромережева бінарна класифікація на прикладі текстових даних. 1. База текстових даних IMDB (Internet Movie Database). Нейронна мережа для бінарної класифікації відгуків про фільми. Коментарі до програми. Підготовка даних. Структура нейронної мережі. Вибір функції втрат та оптимізатора. Перевірка моделі. Навчання моделі. Побудова графіків втрат на етапах навчання та перевірки. Побудова графіків точності на етапах навчання та перевірки. Використання навченої нейронної мережі для передбачення нових даних. 2. Висновки.	2	2
4	Тема 4. Нейромережева n-арна класифікація на прикладі текстових даних. 1. Набір даних Reuters. Текст програми для нейронної мережі багатокласової класифікації. Коментарі до тексту програми. Формування графіків втрат на етапах навчання та перевірки. Формування графіків точності на етапах навчання та	2	1

	перевірки. Передбачення нових даних. Інший спосіб обробки міток та втрат. Важливість використання досить великих проміжних шарів. Модель з вузьким місцем для інформації. 2. Висновки.		
5	Тема 5. Нейромережева регресія. 1. Набір даних з цінами на житло. 2. Текст програми для нейронної мережі регресії з результатами її роботи. Коментарі до програми. Підготовка даних. Побудова нейронної мережі. Оцінка рішення методом перехресної перевірки за K блоками. 3. Висновки.	2	1
6	Тема 6. Згорткові нейронні мережі. 1. Вибір функції активації для останнього рівня та функції втрат. Вступ до згорткових нейронних мереж. Згорткова нейронна мережа для розпізнавання рукописних цифр. Коментарі до програми. Додавання класифікатора поверх згорткової нейронної мережі. Навчання нейронної мережі на зображеннях цифр з набору MNIST. Операція згортки. Ефекти меж та доповнення 2. Крок згортки. Вибір максимального значення з сусідніх (max-pooling).	2	2
7	Тема 7. Згорткова нейронна мережа для розпізнавання зображень об'єктів двох класів як задача бінарної класифікації. Мережа Вольтеррі. 1. Задача бінарної класифікації складних зображень. Текст програми для згорткової нейронної мережі бінарного розпізнавання зображень. Коментарі до програми. 2. Побудова нейронної мережі. Компілятор. Використання ImageDataGenerator для читання зображень. Навчання нейронної мережі. 3. Побудова графіків зміни точності та втрат моделі. Розширення даних. Шар Dropout. 4. Нова нейронна мережа.	2	1
Усього годин		14	10

4. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Ознайомлення з нейронними мережами	4	1
2	Дослідження історії нейронних мереж	4	1
3	Засоби побудови та дослідження нейронних мереж	4	1
4	Розпізнавання рукописних цифр повнозв'язною нейронною мережею	4	2
5	Бінарна класифікація текстових даних	4	2
6	Багатокласова класифікація текстових даних	4	1
7	Нейромережева регресія	4	2
Усього годин		28	10

5. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Біологічні основи нейронних мереж. Модель МакКаллока - Пітса. Персептрон. Сигмоїдальний нейрон. Нейрон типу WTA. Зірки Гроссберга. Нейрон Хебба. Функції активації нейронів.	6	10
2	Проектування архітектури багатошарового персептрону. Підбір оптимальної архітектури. База даних MNIST. Побудова бази даних.	7	10
3	Алгоритми навчання радіальних мереж. Структура гіпер радіально-базисної мережі. Методи підбору числа базисних функцій. Метод ортогоналізації Грема-Шмідта. Порівняння радіально-базисної мережі та багатошарового персептрону.	7	10
4	Мережі з самоорганізацією на основі конкуренції. Алгоритми навчання без вчителя. Проблема мертвих нейронів.	7	10
5	Аналіз методів навчання мережі зустрічного розповсюдження.	7	10
6	Алгоритм навчання рекурентної мережі Ельмана.	7	10
7	Спеціалізовані мережі.	7	10
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів.		30	30
Усього годин		78	100

6. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

—

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з дисципліни «Нейронні мережі» здійснюється із застосуванням сучасних інтерактивних та практикоорієнтованих методів, що поєднують словесні (лекція, пояснення, дискусія), наочні (демонстрація, робота з мультимедійними матеріалами) та активні форми (групові проекти, семінари-дискусії, моделювання ситуацій, аналіз кейсів). Використання методів мозкового штурму, проблемно-орієнтованих і дослідницьких підходів сприяє розвитку критичного та креативного мислення, уміння працювати в команді й приймати ефективні управлінські рішення. Ефективність забезпечується залученням сучасних цифрових інструментів, програмних засобів для планування й контролю, а також роботи з професійною літературою та науковими публікаціями.

8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється проведенням поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється під час практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання відповідних завдань. Форми проведення поточного контролю – усне та письмове опитування, тестовий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на завершальному етапі вивчення дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену.

9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю.

Максимальна кількість балів з дисципліни «Нейронні мережі», яку може отримати студент протягом семестру за всі види роботи, становить 100, при цьому 50 балів за результатами поточного оцінювання, та 50 – за результатами екзаменаційного контролю.

Результати **поточного контролю** оцінюються за чотирибальною («2», «3», «4», «5») шкалою. В кінці семестру обчислюється середнє арифметичне значення (САЗ) усіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням його у 50-ти бальну шкалу за формулою:

$$ПК = 10 \cdot \text{САЗ}$$

Критерії поточного оцінювання знань студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
5 («відмінно»)	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив 90% тестових завдань.
4 («добре»)	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи обов'язкову літературу. При викладанні окремих питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються несуттєві неточності й незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3 («задовільно»)	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив близько половини тестових завдань.
2 («незадовільно»)	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Викладає матеріал фрагментарно та поверхово, без аргументації й обґрунтування, недостатньо розкриває зміст теоретичних і практичних завдань, допускає суттєві неточності. Правильно вирішив меншість тестових завдань.

Переведення підсумкових рейтингових оцінок з дисципліни, виражених у балах за 100-бальною шкалою, у оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS

Таблиця 1 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

10. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до практичних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів, виконання індивідуальних завдань.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Руденко О.Г. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. 404 с.
2. Субботін С. О. Нейронні мережі: теорія та практика : навч. посіб. Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. 184 с.
3. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник. Львів:Видавництво Львівська політехніка, 2011. 444с.
4. Ткаченко Р.О. Нейромережеві засоби штучного інтелекту : навч. посіб. Львів : Вид. Львівської політехніки, 2017. 206 с.

Допоміжна

0. Aggarwal C.C. Linear Algebra and Optimization for Machine Learning. Springer, 2020. 517 с.
0. Trappenberg T. Fundamentals of Machine Learning. Oxford University Press, 2020. 272 с.
0. Jung A., Machine Learning: The Basics (Machine Learning: Foundations, Methodologies, and Applications). Springer, 2020. 229 с.
0. Sammut C., Webb G.I. Encyclopedia of machine learning and data mining. Springer, 2017 - 1341 с.
0. Ian Goodfellow. Deep Learning, MIT Press, 2017. 800 с.
0. Simon Haykin Neural Networks and Learning Mashines. Prentice Hall, 2009. 936 pp.

12. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУВМБ, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Віртуальне навчальне середовище ЛНУВМБ. URL: <https://moodle.lnup.edu.ua/>
3. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет:
 A Neural Network Playground (<https://playground.tensorflow.org>)
 Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community (<https://www.kaggle.com>)
 Нейронні мережі, Prometheus
 (https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/ML101/2016_T3/about)
 Neural networks courses, Udemy (<https://www.udemy.com/topic/neural-networks/>)
 Neural networks courses, Coursera
 (<https://www.coursera.org/courses?query=neural%20networks>)