

З А Т В Е Р Д Ж У Н
Факультету інформаційних
технологій
Григорія ГОВОРУЩЕНКО

Декан факультету інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

01.09.2028

Машинне навчання

Спеціальність – F2 Інженерія програмного забезпечення

Освітньо-професійна програма – Інженерія програмного забезпечення

Мова навчання – українська

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Інженерії програмного забезпечення

Форма здобуття освіти		Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
Д	1		Кредити ЕКТС	Години	Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	1	1	5	150	50	16	34				100			+

Робоча програма складена _____ д-р фіз.-мат. наук, проф. Леонід БЕДРАТЮК

Протокол від 28 серпня 2025 р. № 1. Зав. кафедри Леонід БЕДРАТЮК
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Голова вченої ради факультету _____ Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
Підпис _____ Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

2 ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва факультету	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення, доктор, фіз.-мат. наук, проф.	Факультет інформаційних технологій		Леонід БЕДРАТЮК
Гарант освітньо-професійної програми, к.т.н., доцент	Факультет інформаційних технологій		Оксана ЯШИНА

МАШИННЕ НАВЧАННЯ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Мова викладання	Українська
Семестр	другий
Обсяг кредитів ЄКТС	5
Форма здобуття освіти	Очна(денна)

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має вміти *проектувати та реалізовувати* моделі машинного навчання, включно з глибокими нейронними мережами, використовуючи сучасні бібліотеки Python; *налаштовувати та тренувати* згорткові, рекурентні, змагально-генеративні та комбіновані архітектури для вирішення задач комп'ютерного зору, обробки природної мови та роботи з часовими рядами; *застосовувати* методи завантаження, попередньої обробки, аугментації та нормалізації даних у TensorFlow та Keras; *розробляти та оптимізовувати* кастомні моделі з урахуванням специфіки прикладних задач; *оцінювати* якість моделей за допомогою відповідних метрик та *інтерпретувати* результати; *проводити* експерименти з різними стратегіями навчання та регуляризації для запобігання перенавчанню; *використовувати* найкращі практики розгортання та інтеграції моделей у програмні системи; *аналізувати* перспективи застосування сучасних підходів машинного навчання у наукових та інженерних проєктах:

Зміст навчальної дисципліни. Вступ до штучних нейронних мереж з Keras, Навчання глибоких нейронних мереж, Кастомні моделі та тренування з TensorFlow, Завантаження та попередня обробка даних з TensorFlow, Глибокий комп'ютерний зір за допомогою згорткових нейронних мереж (CNN), Обробка послідовностей за допомогою RNN та CNN, Обробка природної мови з RNN, Рекурентні нейронні мережі та обробка текстових даних, Змагально-генеративні нейронні мережі (GAN).

Запланована навчальна діяльність. Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *другого* (магістерського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 8 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття, практичні заняття.

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання лабораторних робіт; тестування.

Вид семестрового контролю: іспит

Навчальні ресурси:

1. Jung, A. (2022). Machine Learning: The Basics. Springer Nature Singapore. – 751 p
2. Kharwal, A. (2023). Machine Learning Algorithms: Handbook. Clever Fox Publishing. – 234 p
3. Bhasin, H. (2023). Machine Learning for Beginners - 2nd Edition: Build and Deploy Machine Learning Systems Using Python (English Edition). BPB Publications – 384 p
4. Geetha, T. V., Sendhilkumar, S. (2023). Machine Learning: Concepts, Techniques and Applications. CRC Press. – 478 p
5. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
6. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>
7. Модульне середовище для навчання. <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6999>

Викладач: д-р фіз.-мат. наук, проф. Бедратюк Л.П.

3. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Машинне навчання» є однією із дисциплін загальної підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Інженерія програмного забезпечення» в межах спеціальності F2 «Інженерія програмного забезпечення».

Пререквізити – ОЗП.03 Англійська мова за професійним спрямуванням, ОФП.03 Методології та технології розробки програмних систем (курсний проєкт), ОФП.06 Реінжиніринг та оптимізація програмних систем, ОФП.02 Методології та технології розробки програмних систем

Постреквізити – ОФП.07 Переддипломна практика, ОФП.08 Кваліфікаційна робота

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: ЗК-5 Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ФК-1. Здатність аналізувати предметні області, формувати, класифікувати вимоги до програмного забезпечення. ФК-2. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або прикладні проєкти у сфері інженерії програмного забезпечення. ФК-4. Здатність розвивати і реалізовувати нові конкурентоспроможні ідеї в інженерії програмного забезпечення. ФК-7. Здатність критично осмислювати проблеми у галузі інформаційних технологій та на межі галузей знань, інтегрувати відповідні знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах. ФК-10 Здатність виконувати проєктування програмних систем та їх складових компонентів із використанням поглиблених знань з оптимізації, реінжинірингу програмних систем, управління проєктами та якістю з вибором парадигм програмування та застосування машинного навчання

програмних результатів навчання: ПРН-3 Будувати і досліджувати моделі інформаційних процесів у прикладній області. ПРН-4 Виявляти інформаційні потреби і класифікувати дані для проєктування програмного забезпечення. ПРН-14 Прогнозувати розвиток програмних систем та інформаційних технологій. ПРН-18 Вміти використовувати методи фундаментальних і прикладних дисциплін інженерії програмного забезпечення при проєктуванні архітектури та розробці програмних систем із використанням поглиблених знань з оптимізації, реінжинірингу програмних систем, управління проєктами та якістю з вибором парадигм програмування та застосування машинного навчання

Мета дисципліни –. Сформувані теоретичні знання з глибокого навчання для побудови формальних математичних моделей та інтерпретації результатів моделювання; виробити вміння щодо практичного застосування методів машинного навчання для розв'язання прикладних завдань у різних галузях; виробити вміння та навички використання бібліотек мови Python для розробки систем машинного навчання.

Предмет дисципліни – комплекс питань, пов'язаних з теорією, принципами, технологіями та методами машинного навчання.

Завдання дисципліни. сформувані цілісне уявлення про методи машинного навчання, зокрема глибокого навчання, про обмеження цих методів і про прикладні задачі, які можна вирішувати з їх допомогою. Надати студентам теоретичні знання і практичні навички розробки програмного забезпечення з використанням мови Python та бібліотек Keras, PyTorch, а також навичок проєктування, розробки архітектури та навчання штучних нейронних мереж, оцінювати їхню ефективність; навчитися формулювати професійні завдання на мові машинного навчання, створювати ефективні програми для вирішення завдань машинного навчання; володіти навичками навчання створених моделей і застосовувати ці моделі для вирішення прикладних задач

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:		
	лекції	практичні заняття	СРС
Тема. Глибоке навчання	16	34	100
Разом	16	34	100

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1. Зміст лекційного курсу*

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	<i>Лекція 1. Вступ до штучних нейронних мереж з Keras</i> Вступ до глибокого навчання та нейронних мереж. Різниця між класичним машинним навчанням та глибоким навчанням. Від біологічного нейрону до штучного нейрону. Логічні обчислення з нейронами. Перцептрон та його обмеження. Тренування перцептрона та його реалізація в sci-learn. Функції активації. Багатошаровий перцептрон та його архітектура. Імплементация багатошарового перцептрона в Keras. Sequential API: завантаження даних, створення та компіляція моделі, навчання моделі, збереження моделі та її використання для створення прогнозів. Приклад: Задача класифікації на Fashion MNIST Dataset. Криві навчання та їх побудова. Поняття про Functional API. Зворотні виклики та рання зупинка. Використання TensorBoard для візуалізації процесу навчання. Гіперпараметри, тюнінг гіперпараметрів, GridSearchCV. Літ.: [1-5,6]	2
2	<i>Лекція 2. Навчання глибоких нейронних мереж. Проблеми зникання/вибуху градієнтів: Ініціалізація Glorot та He. Кращі функції активації. Нормалізація за батчами. Обрізання градієнтів. Повторне використання попередньо навчених шарів: Перенос навчання з Keras. Некероване попереднє навчання. Попереднє навчання на допоміжному завданні. Швидші оптимізатори: Момент. Прискорений градієнт Nesterov. AdaGrad. RMSProp. Adam. AdaMax. Nadam. AdamW. Планування швидкості навчання. Уникнення перенавчання через регуляризацию. ℓ_1 та ℓ_2 регуляризація. Dropout. Метод Монте-Карло Dropout. Регуляризація Max-Norm. Літ.: [1-5,12]</i>	2
3	<i>Лекція 3. Кастомні моделі та тренування з TensorFlow. Швидкий огляд TensorFlow. Використання TensorFlow як NumPy: Тензори та операції. Тензори та NumPy. Типові конверсії. Змінні. Інші структури даних. Налаштування моделей та алгоритмів тренування: Кастомні функції втрат. Збереження та завантаження моделей, що містять кастомні компоненти. Кастомні функції активації, ініціалізатори, регуляризатори та обмеження. Кастомні метрики. Кастомні шари. Кастомні моделі. Втрати та метрики, засновані на внутрішніх параметрах моделі. Обчислення градієнтів за допомогою Autodiff. Кастомні цикли тренування. TensorFlow функції та графи. AutoGraph</i>	2

	та Tracing. Правила TF Function. Літ.: [3,6,12]	
4	<i>Лекція 4. Завантаження та попередня обробка даних з TensorFlow. API tf.data. Послідовність трансформацій. Перемішування даних. Переплітання рядків з кількох файлів. Попередня обробка даних. Об'єднання всього разом. Попереднє завантаження. Використання набору даних з Keras. Формат TFRecord. Стиснуті файли TFRecord. Короткий вступ до протоколів буферів. TensorFlow Protobufs. Завантаження та аналіз прикладів. Обробка списків списків за допомогою SequenceExample Protobuf. Шари попередньої обробки Keras. Шар нормалізації. Шар дискретизації. Шар кодування категорій. Шар пошуку рядків. Шар хешування. Кодування категоріальних особливостей за допомогою вбудовувань. Попередня обробка тексту. Використання готових компонентів моделі мови. Шари попередньої обробки зображень.</i> Літ.: [3,6,12]	2
5	<i>Лекція 5. Глибокий комп'ютерний зір за допомогою згорткових нейронних мереж (CNN). Архітектура візуального кортексу. Згорткові шари. Фільтри. Складання кількох карт ознак. Реалізація згорткових шарів з Keras. Вимоги до пам'яті. Пулінг шари. Реалізація пулінг шарів з Keras. Архітектури CNN. LeNet-5. AlexNet. GoogLeNet. VGGNet. ResNet. Xception. SNet. Інші важливі архітектури. Вибір правильної архітектури CNN. Реалізація ResNet-34 CNN за допомогою Keras. Використання попередньо навчених моделей з Keras. Попередньо навчені моделі для переносу навчання. Класифікація та локалізація. Виявлення об'єктів. Повністю згорткові мережі. YOLO. Відстеження об'єктів. Семантична сегментація.</i> Літ.: [3,6,7]	2
6	<i>Лекція 6. Обробка природної мови з RNN. Генерація тексту на манер Шекспіра за допомогою символної RNN. Створення навчального набору даних. Створення та навчання моделі Char-RNN. Генерація фальшивого тексту на манер Шекспіра. Зберігаюча RNN. Аналіз настрою. Маскування. Повторне використання попередньо навчених вбудовувань та моделей мови. Мережа кодера-декодера для нейронного машинного перекладу. Двонаправлені RNN. Пошук променя. Механізми уваги. Увага - все, що вам потрібно: оригінальна архітектура Transformer. Лавина моделей Transformer. Vision Transformers. Бібліотека Transformers від Hugging Face.. Літ.: [1-5]</i>	2

7	<i>Лекція 7. Рекурентні нейронні мережі та обробка текстових даних.</i> Глибоке навчання для тексту і послідовностей. Робота з текстовими даними - Пряме кодування слів і символів. Векторне подання слів Рекурентні нейронні мережі- рекурентні шари в Keras. Шари LSTM і GRU Приклад використання шару LSTM з Keras. Покращені методи використання рекурентних нейронних мереж. Завдання прогнозування температури. Підготовка даних. Базове рішення без залучення машинного навчання Порівняння рішення з залученням машинного навчання та без нього. Перше базове рекурентне рішення. Використання рекурентного проріджування для боротьби з перенавчанням. Накладення декількох рекурентних шарів один на одного. Використання двонапрямлених рекурентних нейронних мереж. Обробка послідовностей за допомогою згорткових нейронних мереж- Обробка послідовних даних за допомогою одновимірної згорткової нейронної мережі, Вибір сусідніх значень в одновимірній послідовності даних. Реалізація одновимірної згорткової мережі. Об'єднання згорткових і рекурентних мереж для обробки довгих послідовностей Літ.: [1-5 ,16]	2
8	<i>Лекція 8. Змагально-генеративні нейронні мережі (GAN).</i> Генеративне і дискримінантне моделювання. Поява генеративного моделювання. Базові принципи генеративного моделювання. Імовірнісні генеративні моделі. Наївна байєсівська параметрична модель. Навчання подання. Налаштування оточення. Варіаційні автокодувальники. Аналіз автокодувальника. Використання варіаційного автокодувальника для генерації зображень облич. Навчання VAE. Перетворення однієї обличчя в інше. Генеративно-змагальні мережі. Дискримінатор. Генератор. Навчання генеративно-змагальної мережі. Проблеми генеративно-змагальних мереж - Коливання втрат, Колапс моделі, Неінформативні втрати, Гіперпараметри. Генеративно-змагальні мережі з функцією втрат Вассерштейна. Нейронна перенесення стилю, мережа CycleGAN. Реалізація GAN в Keras і PyTorch. Літ.: [1-5]	2
	Разом	16

5.2 Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних занять

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Побудова та навчання простих нейронних мереж в Keras. Літ.: [1]	4
2	Навчання глибоких нейронних мереж в Keras Літ.: [1,4]	4
3	Проектування та навчання згорткової штучної нейронної мережі для задач аналізу зображень	4
	Літ.: [1,4,6]	

4	Перенесення навчання, використання попередньо навчених нейронних мереж Літ.: [6];	4
5	Нейронна мережа для задач регресії Літ.: [1,11]	4
6	Прогнозування часових рядів за допомогою рекурентних нейронних мереж Літ.: [1,11]	4
7	Рекурентні нейронні мережі і обробка текстів Літ.: [1,5,16]	4
8	Змагально-генеративні нейронні мережі Літ.: [1,9]	6
	Разом:	34

5.3 Зміст самостійної роботи

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до лабораторних занять та тестування. До послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні матеріали з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №1	2
2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №1	2
3	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №2	2
4	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №2	2
5	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №3	2
6	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №3	2
7	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №4	2
8	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №4. Підготовка до ТК №1	2
9	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №5	2
10	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №5	2
11	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №6	2

12	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №6.	2
13	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №7	2
14	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №7	2
15	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №8	2
16	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №8. Підготовка до ТК №2	2
17	Опрацювання теоретичного матеріалу.	4
	Разом	34

Примітки: ТК – тестовий контроль

6. ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання. лабораторні заняття: з використанням методів проєктної діяльності, тренінгових вправ, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія тощо,

8 ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт, захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами тестування.

Здобувач вищої освіти, виконуючи лабораторну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах (<https://prometheus.org.ua/>, <https://www.coursera.org/>), які сприяють формування компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СЕМЕСТРІ

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь

	здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три несуттєві помилки .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і суттєві помилки у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Семестровий	
семестр											
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль №:		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)											60-100*
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	6-10	24-40	
24-40								12-20		24-40	

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання принципів побудови моделей машинного навчання; вміння обґрунтувати вибір алгоритму або методу; коректність реалізації моделі в середовищі програмування Python із використанням відповідних бібліотек; здатність інтерпретувати результати моделювання та оцінити їхню придатність для вирішення поставленої задачі.

При оцінюванні практичного заняття викладач керується узагальненими критеріями, наведеними у таблиці «**Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**» (мінімальний позитивний бал – 3 бали, максимальний – 5 балів).

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому **не зараховується** і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів тестового контролю

Кожний з тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 30 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним. Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тестовий контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 6 до 10 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

На тестування відводиться 30 хвилин. Студент проходить тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну *наступного* контролю.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	1-17	18-19	20-21	22-23	24-26	27-30
Відсоток правильних відповідей	0-59	60-66	67-72	73-79	80-89	90-100
Кількість балів	-	6	7	8	9	10

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит)

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	3	4	5
Теоретичне питання № 2	3	4	5
Практичне завдання (6 задач по 3 бали)	18	24	30
Разом:	24		40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці **Співвідношення**.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

8. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗДОБУТИХ СТУДЕНТАМИ ЗНАТЬ

1. Яка різниця між класичним машинним навчанням та глибоким навчанням?
2. Що таке перцептрон та які його обмеження?
3. Які функції активації ви знаєте?
4. Що таке багатошаровий перцептрон та яка його архітектура?
5. Як працює Sequential API в Keras?
6. Що таке зворотні виклики та рання зупинка в Keras?
7. Що таке проблеми зникання/вибуху градієнтів?
8. Що таке ініціалізація Glorot та He?
9. Як працює нормалізація за батчами?
10. Що таке обрізання градієнтів?
11. Що таке перенос навчання з Keras?
12. Які ви знаєте швидкі оптимізатори?
13. Що таке планування швидкості навчання?
14. Як уникнути перенавчання через регуляризацию?
15. Що таке Dropout та метод Монте-Карло Dropout?
16. Що таке TensorFlow та як його використовувати як NumPy?
17. Як створювати кастомні функції втрат в TensorFlow?
18. Як зберігати та завантажувати моделі, що містять кастомні компоненти?
19. Що таке кастомні метрики в TensorFlow?
20. Що таке AutoGraph та Tracing в TensorFlow?
21. Що таке API tf.data?
22. Як працює попереднє завантаження в TensorFlow?
23. Що таке формат TFRecord?
24. Як працює шар нормалізації в Keras?

25. Що таке шар кодування категорій в Keras?
26. Яка архітектура візуального кортексу?
27. Що таке згорткові шари?
28. Які ви знаєте архітектури CNN?
29. Що таке пулінг шари?
30. Як вибрати правильну архітектуру CNN?
31. Що таке ResNet-34 CNN та як його реалізувати за допомогою Keras?
32. Що таке попередньо навчені моделі для переносу навчання?
33. Що таке класифікація та локалізація в контексті CNN?
34. Що таке повністю згорткові мережі та YOLO?
35. Які основні принципи роботи рекурентних нейронних мереж (RNN)?
36. Що таке модель ARMA для прогнозування часових рядів?
37. Як працює прогнозування за допомогою простої RNN?
38. Що таке прогнозування за допомогою моделі послідовність-до-послідовності?
39. Як вирішується проблема короткочасної пам'яті в RNN?
40. Як створюється навчальний набір даних для генерації тексту на манер Шекспіра?
41. Що таке зберігаюча RNN?
42. Як працює аналіз настрою в RNN?
43. Що таке механізми уваги в контексті RNN?
44. Що таке оригінальна архітектура Transformer?
45. Що таке генеративне і дискримінантне моделювання?
46. Як працює варіаційний автокодувальник?
47. Що таке генеративно-змагальні мережі (GAN)?
48. Які основні проблеми GAN?
49. Що таке генеративно-змагальні мережі з функцією втрат Вассерштейна?
50. Як реалізується GAN в Keras і PyTorch?

11. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Освітній процес з дисципліни «Машинне навчання» забезпечений необхідними навчально-методичними матеріалами, що розміщені в Модульному середовищі для навчання MOODLE:

Курс «Машинне навчання»: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6999>

12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Jung, A. (2022). Machine Learning: The Basics. Springer Nature Singapore. – 751 p
2. Kharwal, A. (2023). Machine Learning Algorithms: Handbook. Clever Fox Publishing. – 234 p
3. Bhasin, H. (2023). Machine Learning for Beginners - 2nd Edition: Build and Deploy Machine Learning Systems Using Python (English Edition). BPB Publications – 384 p
4. Geetha, T. V., Sendhilkumar, S. (2023). Machine Learning: Concepts, Techniques and Applications. CRC Press. – 478 p
5. Харченко В. О. Основи машинного навчання : навч. посіб. / В. О. Харченко. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 264 с.

Допоміжна

6. Кононова К. Ю. Машинне навчання: методи та моделі: підручник для бакалаврів, магістрів та докторів філософії спеціальності 051 «Економіка» / К. Ю. Кононова. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – 301 с.
7. Биков, М. М. Основи інтелектуальних технологій. Частина 2. Технології машинного навчання : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Биков М. М., Ковтун В. В., Гришук Т. В. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 153 с.
8. Машинне навчання : навчальний посібник / Т. М. Басюк, В. В. Литвин, Л. М. Захарія, Н. Е. Кунанець ; за науковою редакцією д.т.н., проф., В. В. Пасічника. – 3-тє видання, стереотипне. – Львів : «Новий Світ – 2000», 2025. – 330 с.
9. Л.М. Олещенко, Машинне навчання: комп'ютерний практикум з дисципліни «Машинне навчання» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» –Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 92 с.
10. S. Raschka, V. Mirjalili, Python Machine Learning - Second Edition: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow, Packt, 2017.
11. F. Chollet, Deep Learning with Python - Second Edition, Manning Publications Co, 2021
12. I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016
13. A. Müller, S. Guido, Introduction to Machine Learning with Python, O'Reilly Media, Inc, 2017.
14. Karella, T., Suk, T., Košík, V., Bedratyuk, L., Kerepecký, T., & Flusser, J. (2024). 3D Non-separable Moment Invariants and Their Use in Neural Networks. *SN Computer Science*, 5(8), 1-16.
15. Бедратюк Л.П., Бедратюк Г.І., Гурман І.В., Метод збільшення окремого зображення на основі багатовиходової регресії та моментної метрики, “Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах”, 2023, №1, с.149-157
16. Jan Flusser, Tomáš Suk, Leonid Bedratyuk, Tomáš Karella, Non-separable moments in 3D, Computer Analysis of Images and Patterns: 20th International Conference, CAIP 2023, Limassol, Cyprus, September 25–28, 2023, Proceedings, Part I Sep 2023 Pages 295–305 https://doi.org/10.1007/978-3-031-44237-7_28
17. Бедратюк Л.П., Бедратюк Г.І. «Термінологічний словник-довідник з машинного навчання» для студентів спеціальності «Інженерія програмного забезпечення», Хмельницький, ХНУ, 2025, – 90 с.

11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
2. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>
3. Модульне середовище для навчання. <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6999>
4. Prometheus: Машинне навчання. <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/machine-learning/>
5. Машинне навчання. <https://w3schoolsua.github.io/ai/index.html#gsc.ta>
6. Kaggle Datasets <https://www.kaggle.com/>
7. The International Machine Learning Society. <http://www.machinelearning.org/>
8. MIT <https://openlearninglibrary.mit.edu/>

