

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету інформаційних технологій
Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
01 09 2025 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи машинного навчання

Призначення Робочої програми
Рівень вищої освіти
Мова навчання
Обсяг дисципліни, кредитів ЄКТС
Статус дисципліни
Факультет
Кафедра

Для освітніх програм різних спеціальностей
Перший (бакалаврський)
Українська
8
Вибіркова
Інформаційних технологій
Інженерії програмного забезпечення

Форма здобуття освіти	Обсяг дисципліни		Кількість годин						Форма семестрового контролю
			Аудиторні заняття					Самостійна робота (в т.ч. ІРС)	Залік
	Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття		
Д	8	240	82	16	34	32		158	+

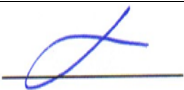
Робоча програма складена на основі освітніх програм підготовки бакалавра та стандарту вищої освіти спеціальності.

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

Схвалена на засіданні кафедри Інженерії програмного забезпечення

Протокол від 28 серпня 2025 № 1. Зав. кафедри _____ Леонід БЕДРАТЮК

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Зав. кафедри, <u>д-р фіз.-мат. наук, проф.</u>	Інженерії програмного забезпечення		<u>Леонід БЕДРАТЮК</u>
Гарант ОП, <u>д-р фіз.-мат. наук, проф.</u>	Інженерії програмного забезпечення		<u>Леонід БЕДРАТЮК</u>

ОСНОВИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Тип дисципліни	Вибіркова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	-
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	8
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Очна(Денна)

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: досконало *володіти* професійною термінологією та основними поняттями машинного навчання; *розуміти* цілі та завдання використання машинного навчання; методологічні основи застосування алгоритмів машинного навчання; *візуалізувати* результати роботи алгоритмів машинного навчання; *вибирати* метод машинного навчання, який відповідає поставленій задачі, *інтерпретувати* отримані результати; *застосовувати* методи машинної навчання при вирішенні задач в різних прикладних областях; *використовувати* бібліотеки Pandas, scikit-learn, matplotlib мови Python, для побудови та аналізу моделей машинного навчання; *читати і аналізувати* літературу з застосування методів машинного навчання, побудови і оцінки якості моделей.

Зміст навчальної дисципліни. Предмет і завдання машинного навчання і аналізу даних. Основні принципи, завдання та підходи, використання в різних областях науки і індустрії. Основні етапи еволюції алгоритмів машинного навчання. Бібліотеки Python для машинного навчання. Метричні класифікатори Загальний вигляд метричного класифікатора. Алгоритм k -найближчих сусідів. Алгоритми відбору еталонів. Алгоритми кластеризації Алгоритми кластеризації з фіксованою кількістю кластерів. Алгоритми кластеризації по щільності. Ієрархічна кластеризація. Древа рішень. Критерій інформаційного виграшу і критерій Джині. Лінійні класифікатори. Перцептрон і розділююча гіперплощина. Перехід в простір підвищеної розмірності. Метод опорних векторів. Логістична регресія. Метод найшвидшого спуску. Нейронні мережі та алгоритм зворотного поширення помилки.

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни становить 10 годин

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

Форми оцінювання результатів навчання: захист лабораторних робіт

Вид семестрового контролю: залік

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 репозиторій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>
7. Модульне середовище для навчання. <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=8670>

Викладач: д-р фіз.-мат. наук, проф. Бедратюк Л.П., ст. викладач Бедратюк Г.І.

3. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Основи машинного навчання» відноситься до циклу вибіркових дисциплін і сприяє поглибленню фахових умінь з побудови, тренування та впровадження моделей машинного навчання для вирішення прикладних задач у галузі розробки програмного забезпечення. Опанування дисципліни дає змогу засвоїти сучасні бібліотеки Python, такі як Scikit-learn, Keras, TensorFlow, та набувати практичних навичок аналізу даних, роботи з різними типами моделей, інтерпретації результатів і створення програмних прототипів з використанням ML-алгоритмів. Навчання передбачає роботу з технічною документацією англійською мовою, що сприяє розвитку мовної підготовки. У процесі виконання лабораторних і командних завдань студенти також розвивають соціальні навички (soft skills), зокрема вміння комунікувати, працювати в команді, приймати відповідальність та обґрунтовувати технічні рішення в умовах реальних сценаріїв застосування.

Мета дисципліни. Сформувати теоретичні знання з основ машинного 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. Методи, алгоритми та принципи побудови моделей машинного навчання і їх практичне застосування для аналізу даних та прийняття рішень.

Завдання дисципліни. ознайомлення студентів з процесами, алгоритмами та інструментами, що стосуються основних принципів машинного навчання, побудови моделей та особливостей їхнього використання

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: досконало *володіти* професійною термінологією та основними поняттями машинного навчання; *розуміти* цілі та завдання використання машинного навчання; методологічні основи застосування алгоритмів машинного навчання; *візуалізувати* результати роботи алгоритмів машинного навчання; *вибирати* метод машинного навчання, який відповідає поставленій задачі, *інтерпретувати* отримані результати; *застосовувати* методи машинної навчання при вирішенні задач в різних прикладних областях; *використовувати* бібліотеки Pandas, scikit-learn, matplotlib мови Python, для побудови та аналізу моделей машинного навчання; читати і аналізувати літературу з застосування методів машинного навчання, побудови і оцінки якості моделей

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:			
	лекції	лабораторні	практичні	СРС
Тема 1. Вступ до машинного навчання	4	8	8	38
Тема 2. Алгоритми навчання з учителем	6	12	10	40
Тема 3. Алгоритми навчання без учителя	4	8	8	40
Тема 4. Нейронні мережі	2	4	4	40
Разом:	16	34	32	158

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1. Зміст лекційного курсу*

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Тема 1. Вступ до машинного навчання <i>Лекція 1. Вступ до машинного навчання</i> Предмет і завдання машинного навчання і аналізу даних. Основні принципи, завдання та підходи, використання в різних областях науки і індустрії. Основні етапи еволюції алгоритмів машинного навчання. Етапи розв'язання задачі аналізу даних. Види навчання: з учителем, без вчителі, з підкріпленням. Основні типи завдань: завдання класифікації, задача регресії, задача кластеризації, задача прогнозування, задача ранжирування. Перенавчання, недонавчання. Параметри та гіперпараметри. Літ.: [1] с.18-47, [2] с.34-65, [3] с.8-24,	2
2	<i>Лекція 2. Встановлення Python, попередня обробка даних.</i> Встановлення Python, Jupiter Notebook, бібліотек Scikit-Learn, Numpy, Pandas, SciPy, Matplotlib. Основи роботи з даними в Pandas. Стандартні датасети. Життєвий цикл дослідження даних, стандарт CRISP-DM . Збір, опис, дослідження, якість, підготовка, відбір, очищення, генерація, форматування, інтеграція, форматування даних, Літ.: [1] с. 48-83, [3] 25-74	2
3	Тема 2. Навчання з учителем <i>Лекція 3. Лінійна та поліноміальна регресія.</i> Лінійна модель та її параметри. Метод найменших квадратів знаходження параметрів моделі. Градієнтний спуск. Методи вимірювання помилки у задачі. Багатомірна регресія, проблема мультиколінеарності. Поліноміальна регресія. Вирішення проблеми перенавчання: L1 - регуляризація (Lasso), L2 – Регуляризація (хребтова регресія), еластична мережа. Літ.: [5] С. 110-127;	2
4	<i>Лекція 4. Древа прийняття рішень.</i> Побудова дерев рішень, межі прийняття рішень. Ентропія, критерій інформативності, індекс Джині. Критерії зупинки. Контроль складності, важливість ознак, стрижка дерев. Алгоритми ID3, C4.5, CART. Оцінювання якості. Гіперпараметри регуляризації. Розв'язання задач регресії. Розріджені моделі. Композиція моделей, беггінг, бутстрап, випадкові ліси.	2

	Літ.: [1] с.204-303,[10] с.179-218	
5	<i>Лекція 5. Наївний баєсівський класифікатор. Метричні методи класифікації.</i> Ймовірності гіпотез, формула Баєса. Гіпотеза максимальної ймовірності. Алгоритм наївного баєсівського класифікатора. Гаусівський класифікатор Баєса. Класифікатори Бернуллі. Гіперпараметри. Реалізація баєсівських класифікаторів в scikit-learn. Метричні методи класифікації. Метод k найближчих сусідів Літ.: [2] с.636-674, [10] с.309-378	2
6	<i>Лекція 6. Машина опорних векторів (SVM).</i> Лінійна класифікація SVM, математичні основи. Геометрична інтерпретація. Межа прийняття рішень та опорні вектори. Лінійні моделі і нелінійні ознаки. Нелінійна класифікація SVM. Ядерний трюк. Поліноміальне ядро та гаусівське ядро. Налаштування параметрів C та gamma. Попередня обробка даних для SVM. Переваги та недоліки методу, особливості застосування. Літ.: [1] с.699-796,[10] с.379-391	2
7	Тема 3. Навчання без учителя <i>Лекція 7. Метод головних компонент (PCA). Методи кластеризації .</i> Навчання на нерозмічених даних. Прокляття розмірності. Мінімум дисперсії, головні компоненти. Сингулярний розклад матриці. Зниження розмірності. Ядерний аналіз головних компонент. Інші методи зниження розмірності. Кластеризація. Метод k-середніх. Межі рішень, діаграми Вороного. Методи ініціалізації центрів. Літ.: [1] с.699-796,[5] с.379-391	2
8	Тема 4. Нейронні мережі <i>Лекція 8. Нейронні мережі</i> Моделювання нейрону. Багатошаровий перцептрон. Метод зворотного розповсюдження помилки. Згорткові нейронні мережі. Рекурентні нейронні мережі. Літ.: [1] с.399-455,[4] с.239-278	2
	Разом	16

5.2 Зміст практичних занять

Перелік практичних занять

№ з/П	Тема практичного заняття	Кількість годин
1	Встановлення Python, Jupyter notebook, бібліотек NumPy, Pandas, SciPy, matplotlib, scikit-learn. Основи роботи з даними в Pandas. <i>Літ.: [1, 2, 3, 6, 7]</i>	2
2	Попередня обробка даних, інженерія ознак <i>Літ.: [2] С. 44-50; [3] С. 65-160</i>	4
3	Набори даних та їх аналіз <i>Літ.: [2] С. 44-50; [4] С. 65-160</i>	4
4	Метрики оцінювання якості класифікації, крос-валідація <i>Літ.: [2] С. 12-32; [5] С. 31-67;</i>	4
5	Регуляризація, недовчання та перенавчання <i>Літ.: [2] С. 50-59; [4] С. 18-62; [5] С. 209-279</i>	2
6	Пошук оптимальних гіперпараметрів <i>Літ.: [2] С. 59-75; [9] С. 18-62;</i>	4

7	Метод головних компонент (PCA) Літ.: [5] С. 75-104;	4
8	Кластеризація, виявлення аномалій та асоціативний аналіз Літ.: [5] С. 75-104;	4
9	Зменшення розмірності Літ.: [5] С. 110-127;	4
Разом		32

5.3 Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних занять

№ з/П	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Лінійна та поліноміальна регресія Літ.: [2] С. 44-50; [4] С. 65-160	4
2	Логістична регресія Літ.: [1] С. 84-110; [3] С. 161-180	4
3	Класифікація методом k -найближчих сусідів Літ.: [2] С. 44-50;	4
4	Дерева рішень Літ.: [2] С. 122-138;	4
5	Машина опорних векторів (SVM) Літ.: [2] С. 50-59; [3] С. 18-62; [4] С. 209-279	4
6	Ансамблеве навчання Літ.: [2] С. 59-75; [9] С. 18-62;	4
7	Навчання без учителя. Кластеризація Літ.: [5] С. 75-104;	6
8	Зменшення розмірності Літ.: [5] С. 110-127;	4
Разом		34

5.4 ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

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

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР1 та ПЗ1. Підготовка до захисту ЛР1.	17
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР2 та ПЗ2. Підготовка до захисту ЛР2 та тестування.	17
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР3 та ПЗ3. Підготовка до захисту ЛР3	17
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР4 та ПЗ4. Підготовка до захисту ЛР4 та тестування.	17

9-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР5 та ПЗ5. Підготовка до захисту ЛР5	17
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР6 та ПЗ6. Підготовка до захисту ЛР6 та тестування.	18
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР7 та ПЗ7. Підготовка до захисту ЛР7.	18
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР8 та ПЗ8. Підготовка до захисту ЛР8	18
17	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до тестування.	19
	Разом	158

*ПЗ – практичне заняття

6. ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання дисципліни «Основи машинного навчання» орієнтований на формування у здобувачів вищої освіти як теоретичних знань, так і практичних умінь щодо побудови математичних моделей, аналізу даних, інтерпретації результатів моделювання та застосування програмних бібліотек Python для реалізації рішень на основі машинного навчання. Для цього використовуються традиційні та інноваційні методи і технології навчання, які відповідають сучасним вимогам до підготовки фахівців у сфері ІТ. Лекційні заняття проводяться з використанням мультимедійних презентацій, візуалізацій, інтерактивних елементів та відеофрагментів, що ілюструють приклади застосування машинного навчання в індустрії. Під час лекцій застосовуються методи пояснення, ілюстрування, демонстрування та проблемного подання матеріалу, що сприяє розвитку аналітичного мислення і кращому засвоєнню складних понять.

Лабораторні заняття передбачають практичну реалізацію алгоритмів і моделей машинного навчання у середовищі програмування Python із застосуванням відповідних бібліотек. Студенти виконують індивідуальні завдання, працюють із навчальними і реальними наборами даних, моделюють процеси тренування моделей та аналізують отримані результати. Заняття спрямовані на формування навичок роботи з кодом, самостійного експериментування та відлагодження моделей. Практичні заняття зосереджені на аналізі задач, моделюванні прикладних ситуацій, обговоренні рішень і результатів. У процесі навчання використовуються методи дискусій, мозкових штурмів, аналізу кейсів та самостійного вибору оптимальних моделей для конкретних прикладних задач. Це сприяє розвитку логічного та алгоритмічного мислення, а також навичок обґрунтування прийнятих рішень. Усі заняття супроводжуються активним використанням інформаційно-комунікаційних технологій, включаючи середовища Jupyter Notebook, Google Colab, онлайн-ресурси та системи контролю версій, що формує у студентів сучасну культуру професійної роботи з інструментами машинного навчання.

7. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних практичних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- оцінювання результатів роботи на практичних заняттях (опитування теоретичного матеріалу, розв’язування задач, участь у обговоренні ситуацій);
- тестовий контроль засвоєння теоретичного та практичного матеріалу з теми;
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;

Підсумкова семестрова оцінка виставляється за результатами поточного контролю. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, вважається таким, який *має* академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

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 практичних та лабораторних занять, вивчення теоретичного матеріалу з теми, активно працювати на занятті, брати участь у дискусіях щодо прийнятих 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. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті (це речення пишите, якщо є лабораторні). Пропущене практичне і 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 опитування під час практичних занять, тестування.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). 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>), 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 <i>несуттєві помилки</i> .
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 <i>суттєві помилки</i> 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 контроль
Лабораторні заняття								Практичні заняття								Тестовий контроль	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	Т 1-4	
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)																	
3-5								3-5								3-5	За рейтингом
24-40								24-40								12-20	60-100**

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 на практичних заняттях

Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів на знання теоретичного матеріалу з теми; вільне володіння студентом математичною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення при розв'язуванні задач.

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).

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 3 до 5 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	18-23	24-26	27-30
Відсоток правильних відповідей	0-59	60-79	80-89	90-100
Кількість балів	-	3	4	5

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 залік виставляється на останньому занятті за умови якщо загальна сума балів, яку накопичив здобувач з дисципліни (іншого освітнього компонента) за результатами *поточного* контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «*зараховано*», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення. Присутність здобувача у цьому випадку не є обов'язковою.

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		
D	66-72		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
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

10. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗДОБУТИХ СТУДЕНТАМИ ЗНАНЬ

1. Що таке машинне навчання?
2. Для чого використовують машинне навчання?
3. Типи систем машинного навчання
4. Навчання з учителем та без вчителя
5. Пакетне та динамічне навчання
6. Навчання на основі зразків або на основі моделей
7. Основні проблеми машинного навчання
8. Недостатній розмір навчальних даних
9. Нерепрезентативні навчальні дані
10. Дані поганої якості
11. Несуттєві ознаки
12. Перенавчання навчальних даних
13. Недонавчання навчальних даних
14. Навчання двійкового класифікатора
15. Показники продуктивності
16. Вимірювання правильності з використанням перехресної перевірки
17. Матриця неточностей
18. Точність та повнота
19. Співвідношення точність/повнота
20. Крива ROC
21. Багатокласова класифікація
22. Аналіз помилок
23. Багатозначна класифікація
24. Багатовихідна класифікація
25. Лінійна регресія
26. Нормальне рівняння
27. Обчислювальна складність
28. Градієнтний спуск
29. Пакетний градієнтний спуск
30. Стохастичний градієнтний спуск
31. Міні-пакетний градієнтний спуск
32. Поліноміальна регресія
33. Криві навчання
34. Регуляризовані лінійні моделі
35. Гребенева регресія
36. Лассо-регресія

37. Еластична мережа
38. Рання зупинка
39. Лінійна класифікація SVM
40. Класифікація з м'яким просвітом
41. Нелінійна класифікація SVM
42. Поліноміальне ядро
43. Додавання ознак близькості
44. Гаусове ядро RBF
45. Обчислювальна складність
46. Регресія SVM
47. Лінійна класифікація SVM
48. Навчання та візуалізація дерева прийняття рішень
49. Вироблення прогнозів
50. Оцінювання ймовірностей класів
51. Алгоритм навчання CA RT
52. Обчислювальна складність
53. Забрудненість Джині чи ентропія?
54. Гіперпараметри регуляризації
55. Регресія
56. Нестійкість
57. Класифікатори з голосуванням
58. Бегінг та вставка
59. Бегінг та вставка в Scikit-Learn
60. Оцінка на невикористаних зразках
61. Методи випадкових ділянок та випадкових підпросторів
62. Випадкові ліси
63. Особливо випадкові дерева
64. Значимість ознак
65. Бустинг
66. AdaBoost
67. Градієнтний бустинг
68. Стекінг
69. "Прокляття розмірності"
70. Основні підходи до зниження розмірності
71. PCA
72. Головні компоненти
73. Проектування до вимірювань d
74. Використання Scikit-Learn
75. Коефіцієнт поясненої дисперсії
76. Вибір правильної кількості вимірювань
77. Алгоритм PCA для стиснення
78. Інкрементний аналіз основних компонентів
79. Рандомізований аналіз основних компонентів
80. Ядерний аналіз основних компонентів

11. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

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

Курс «Основи машинного навчання»: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=8670>

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

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=8670>
4. Prometheus: Машинне навчання. <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/machine-learning/>
5. Машинне навчання. <https://w3schoolsua.github.io/ai/index.html#gsc.tab=0>