

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КІБЕРНЕТИКИ І ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету математики
та цифрових технологій
Микола МАЛЯР

_____ 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Освітня програма	Системи штучного інтелекту
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Методи та системи штучного інтелекту**» для здобувачів вищої освіти галузі знань 11 Математика та статистика спеціальності 113 Прикладна математика освітньої програми Системи штучного інтелекту.

Розробник: Винокурова О.А., професор, д.т.н, професор кафедри кібернетики і прикладної математики

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри **кібернетики і прикладної математики**.

Протокол № 12 від «05» 06 2023 року.

Завідувач кафедри  Павло МУЛЕСА

Схвалено науково-методичною комісією **факультету математики та цифрових технологій**.

Протокол № 10 від «20» червня 2023 року.

Голова науково-методичної комісії  Наталія ЮРЧЕНКО

© Винокурова О.А., 2023 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2023 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 150	4-й
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин для очної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4	7-й
	Лекції:
	36
	Практичні (семінарські):
	-
Вид підсумкового контролю: екзамен.	Лабораторні:
	38
Форма підсумкового контролю: усна.	Самостійна робота:
	76

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою навчальної дисципліни «**Методи та системи штучного інтелекту**» є ознайомлення з основними принципами побудови моделей штучного інтелекту на базі глибокого навчання. Розглядаються математичні основи побудови систем глибокого навчання, її регуляризації, навчання та тестування.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

1. загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК5. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК6. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК8. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК10. Навички у використанні інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК16. Здатність до планування та розподілу часу.
- ЗК17. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

2. фахові компетентності:

- ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
- ФК04. Здатність розробляти алгоритми та структури даних, програмні засоби та програмну документацію.
- ФК06. Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.
- ФК07. Здатність експлуатувати та обслуговувати програмне забезпечення автоматизованих та інформаційних систем різного призначення.
- ФК08. Здатність використовувати сучасні технології програмування та тестування програмного забезпечення.
- ФК09. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.
- ФК12. Здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду, пов'язаного із застосуванням математичних методів для дослідження різноманітних процесів, явищ та систем.
- ФК13. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.
- ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.
- ФК17. Здатність адаптовувати методи машинного навчання, інтелектуального аналізу даних для вирішення конкретних задач із різних прикладних областей, проводити відповідні дослідження із аналізом одержаних результатів.
- ФК18. Здатність ефективно використовувати технології штучного інтелекту при розробці систем підтримки прийняття рішень, інтелектуальних інформаційно-аналітичних систем.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Методи та системи штучного інтелекту**» є опанування навиками програмування в будь-якому програмному середовищі та таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

- ОК 5. Математичний аналіз.
- ОК 6. Алгебра і геометрія.
- ОК 9. Теорія ймовірностей
- ОК 10. Математична статистика.
- ОК 13. Основи машинного навчання.
- ОК 14. Методи глибинного аналізу даних.
- ОК 15. Вступ до програмування Python.
- ОК 20. Методи оптимізації та дослідження операцій.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «**Системи штучного інтелекту**», вивчення навчальної дисципліни «**Методи та системи штучного інтелекту**» повинно забезпечити досягнення здобувачами ступеня вищої освіти.

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.	ПРН 01
Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.	ПРН 03
Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних та інтегральних рівнянь, розв'язанням крайових задач, пошуком оптимальних рішень.	ПРН 05
Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач.	ПРН 09
Володіти методиками вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних.	ПРН10
Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символьних алгоритмів.	ПРН 11
Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.	ПРН 12
Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.	ПРН 13
Збирати та інтерпретувати відповідні дані й аналізувати складності в межах своєї спеціалізації для донесення суджень, які відбивають відповідні соціальні та етичні проблеми.	ПРН 19
Вміти обирати, застосовувати та адаптовувати методи Data Mining та машинного навчання для розв'язання прикладних задач.	ПРН 21

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Методи та системи штучного інтелекту**»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знання теоретичного і практичного матеріалу курсу «Математичні основи штучного інтелекту» наведеного у програмі: побудова систем штучного інтелекту на базі глибоких мереж, конволюційних мереж, автоенкодерів, GAN, LSTM, GRU.	ПРН 01, ПРН 10, ПРН 21
Вміння користуватися одержаними знаннями з курсу «Математичні основи штучного інтелекту» для розв'язання практичних задач різного типу, в тому числі збирати датасети для навчання глибоких нейронних мереж.	ПРН 01, ПРН 03, ПРН 05, ПРН 10, ПРН 12, ПРН 16, ПРН 19
Навички побудови пайплайну вирішення практичної задачі на базі систем штучного інтелекту.	ПРН 01, ПРН 03, ПРН 05, ПРН 12, ПРН 21
Вміння розробки програмного забезпечення, використання спеціалізованого програмного забезпечення для реалізації систем штучного інтелекту на базі глибокого навчання.	ПРН 01, ПРН 03, ПРН 05, ПРН 09, ПРН 10, ПРН 11, ПРН 13, ПРН 21

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Методи навчання

Метод проблемного навчання, пошуковий та дослідницький методи.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- екзамен;
- виконання лабораторних робіт.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: виконання лабораторних робіт.

Форма модульного контролю: письмова контрольна робота.

Контроль самостійної роботи: перевірка виконаних завдань лабораторних робіт, захист лабораторних робіт.

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен.

Основні форми та методи організації навчального процесу, під час викладання дисципліни «Математичні основи штучного інтелекту»:

- Словесні: лекція, бесіда, обговорення.
- Наочні: ілюстрація, демонстрація (з використанням таблиць та схем, електронних презентацій).
- Практичні: опитування на захисті лабораторних робіт; виконання практичних завдань по збору та систематизації вхідних даних до робіт.
- Інтерактивні методи навчання.

Викладач використовує наступні групи методик контролю знань студентів, які вивчають дисципліну «Математичні основи штучного інтелекту»:

1. Методи усного контролю: відповідь здобувача на окремі питання теми лабораторного заняття; запитально-відповідна бесіда під час захисту лабораторних робіт.
2. Методи практичного контролю: перевірка правильності виконання лабораторних завдань, екзамен, який включає у себе практичні завдання.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	40	100
-	20	20	10	10		

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	40	100
10	10	10	10	10	10		

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (виконання та захист)	4	60	3	60
Модульна контрольна робота	1	40	1	40
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи.

Методика оцінювання. Матеріал кожного модуля, який здобувачі вищої освіти повинні засвоїти протягом семестру, вноситься на одну з двох модульних контрольних робіт, що проводяться в кожному семестрі.

Модульна контрольна робота проводиться у формі письмової контрольної роботи, яка складається із 4 блоків. Кожен блок оцінюється в 10 балів.

Невиконані та незахищені лабораторні роботи, а також неявка на модульну контрольну роботу оцінюються в 0 балів незалежно від причини невиконання (неявки).

Сумарна оцінка (від 0 до 100 балів) виставляється у відомість модульного контролю. Модуль зараховується, якщо сумарний бал складає не менше 60 балів, і зараховано всі лабораторні роботи, які є складовими даного модуля.

Здобувач вищої освіти, який не з'явився на модульну контрольну роботу, або ж його модульна оцінка складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний скласти (перескласти) модуль до початку підсумкового контролю у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Екзаменаційна методика оцінювання. До складання екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, які мають підсумковий доекзаменаційний рейтинговий бал не менше 35 і, яким зараховано всі лабораторні роботи.

Підсумкова рейтингова доекзаменаційна оцінка визначається як середньоарифметичне значення двох модулів.

Здобувач вищої освіти, доекзаменаційний рейтинговий бал якого складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний покращити його до початку екзамену під час чергування викладачів на кафедрі у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету. В протилежному випадку, здобувач не допускається до екзамену, і у нього виникає академічна заборгованість.

Екзамен з навчальної дисципліни здобувач вищої освіти може не скласти, якщо він успішно пройшов усі модульні контролю та його влаштовує підсумкова доекзаменаційна рейтингова оцінка за навчальний рік. Здобувачі вищої освіти, рейтинговий бал яких становить від 35 до 59, екзамен складають обов'язково. Здобувач освіти може підвищити на екзамені рейтинговий бал, при цьому, за результатами складання екзамену оцінка не може бути менша за доекзаменаційний рейтинговий бал.

Екзамен проводиться в усній формі. Екзаменаційний білет складається з двох теоретичних питань та одного практичного завдання. Оцінювання результатів навчання на екзамені здійснюється за 100-бальною шкалою. Оцінка за екзамен вноситься у відомість обліку успішності.

Таблиця відповідності оцінок за різними шкалами

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		Диференційована	Недиференційована
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

Критерій оцінювання підсумкового контролю з дисципліни

— **«відмінно» (90-100 балів, А)** заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— **«добре» (82-89 балів, В)** заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— **«добре» (74-81 бал, С)** заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з

дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— **«задовільно» (64-73 бали, D)** заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, дана оцінка виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді на заліку чи екзамені та при виконанні залікових або екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **«задовільно» (60-63 балів, E)** заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, дана оцінка виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на заліку чи екзамені та при виконанні залікових або екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

— **«незадовільно» (35-59 балів, FX)** виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

— **«незадовільно» (0-34 балів, F)** виставляється студенту коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті здійснюється на добровільній основі та передбачає підтвердження того, що здобувач досяг необхідних результатів навчання наявним іменним сертифікатами успішного проходження онлайн-курсу «Neural Networks and Deep Learning» платформи Coursera <https://www.coursera.org/programs/program-dierzhavnii-vishchii-navchal-nii-zaklad-uzhgorodskii-natsional-nii/learn/neural-networks-deep-learning?source=search>). Таким чином, отриманим сертифікатом може бути перерахований за модулем 2 та оцінений в 50 балів.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. Машинне навчання та глибоке навчання.

Тема 2. Сучасні проекти на базі адаптивного інтелекту. Python. Бібліотеки.

Тема 3. Предобробка та нормалізація даних. Типи даних та їх зберігання в БД.

Тема 4. Глибокі мережі прямого розповсюдження.

Тема 5. Регуляризація в глибокому навчанні.

Модуль 2.

Тема 1. Оптимізація в навчанні глибоких моделей.

Тема 2. Глибокі конволюційні нейронні мережі. Операція конволюції і пулінга.

Тема 3. Глибокий автоенкодер, коволюційний автоенкодер для вирішення задачі очищення від шуму зображень

Тема 4. LSTM, GRU-мережі та їх навчання. Вирішення задачі прогнозування на базі нейронних мереж.

Тема 5. GAN-мережі, їх типи та навчання.

Тема 6. Вирішення задачі пошуку аномалій на базі глибокого навчання.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
7 семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Машинне навчання та глибоке навчання.	8	2				6
Тема 2. Сучасні проекти на базі адаптивного інтелекту. Python. Бібліотеки.	8	2				6
Тема 3. Предобробка та нормалізація даних. Типи даних та їх зберігання в БД.	10	2		4		6
Тема 4. Глибокі мережі прямого розповсюдження.	14	4		4		6
Тема 5. Регуляризація в глибокому навчанні.	12	2		4		6
Разом за модуль	52	12		12		30
Модуль 2						
Тема 1. Оптимізація в навчанні глибоких моделей.	7	4		4		6
Тема 2. Глибокі конволюційні нейронні мережі.. Операція конволюції і пулінга.	11	4		4		6
Тема 3. Глибокий автоенкодер, коволюційний автоенкодер для вирішення задачі очищення від шуму зображень	13	4		4		6
Тема 4. LSTM, GRU-мережі та їх навчання. Вирішення задачі прогнозування на базі нейронних мереж.	13	4		6		8
Тема 5. GAN-мережі, їх типи та навчання.	13	4		4		8
Тема 6. Вирішення задачі пошуку аномалій на базі глибокого навчання.	11	4		4		6
Разом за модуль	68	24		26		46
Разом за семестр	150	36		38		76

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Реалізація глибокої мережі прямого розповсюдження в Pytorch / Keras для вирішення задачі класифікації. Регуляризація гіперпараметрів.	4
3	Вирішення задачі класифікації зображень у відтінках сірого на базі мереж LeNet-5, AlexNet використовуючи Keras	4
4.	Побудова власної мережі для вирішення задачі класифікації кольорових зображень	6

4	Реалізація архітектури глибокого автоенкодера, коволуційного автоенкодера для вирішення задачі очистки від шуму зображень	6
5	LSTM, GRU-мережі та вирішення задачі прогнозування на базі цих архітектур.	6
6	GAN-мережі та вирішення задачі генерування зображень	6
7	Побудова системи штучного інтелекту для вирішення задачі пошуку аномалій	6
Разом		38

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Глибокі мережі прямого розповсюдження.	6
2	Регуляризація в глибокому навчанні.	8
3	Оптимізація в навчанні глибоких моделей	8
4	Глибокі конволюційні нейронні мережі. GoogLeNet, ResNet і їх навчання.	8
6	Глибокий автоенкодер	8
7	Варіаційний автоенкодер	8
8	Коволуційний автоенкодер	8
9	LSTM GRU-мережі та їх навчання.	8
10	GAN-мережі, їх типи та навчання.	8
Разом		76

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби – персональні комп'ютери, мультимедійний проектор.

Програмне забезпечення – сервіс Google Meet, Google Drive, Python, Pytorch, Keras, Tensorflow, Wandb, Github.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. MIT Press, 2016. 800 p.
2. Nikhil Buduma, Joe Papa, Nithin Buduma Fundamentals of Deep Learning. Designing Next-Generation Machine Intelligence Algorithms. O'Reilly, 2022. 388 p.
3. Josh Patterson Deep Learning: A Practitioner's Approach. O'Reilly, 2022. 352 p.
4. Chip Huyen Designing Machine Learning Systems: An Iterative Process for Production-ready Applications O'Reilly Media, Incorporated, 2022. 367 p.

Допоміжна література

1. Субботін, С. О., Олійник А. О. Нейронні мережі: навчальний посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. 132 с.
2. В. Д. Дмитрієнко, О. Ю. Заковоротний, В. І. Носков, М. В. Мезенцев Основи нейрокомп'ютингу. Х.: НТМТ, 2014, 140 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. <http://www.deeplearningbook.org/>
2. <https://keras.io/>
3. <https://www.tensorflow.org/>
4. <https://pytorch.org/>