

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра кібернетики і прикладної математики**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан факультету математики та
цифрових технологій
_____/Маляр М. М./
«____» _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Машинне навчання

Рівень вищої освіти	бакалавр
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Предметна спеціальність (Спеціалізація) (за наявності)	
Освітня програма	Прикладна інформатика
Статус дисципліни	нормативна
Мова навчання	українська

Ужгород 2021

Робоча програма навчальної дисципліни «**Машинне навчання**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **11 Математика та статистика** спеціальності **113 Прикладна математика** освітньої програми **Прикладна інформатика**.

Розробник: Кондрук Н. Е., доцент, к.т.н, доцент кафедри кібернетики і прикладної математики

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні

Кафедри кібернетики і прикладної математики

протокол № 17 від «29» червня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Гече Ф.Е.

Схвалено науково-методичною комісією факультету математики та цифрових технологій

протокол № 8 від «30» червня 2021 р.

Голова науково-методичної комісії _____ Мулеса О.Ю.

© Кондрук Н.Е., 2021 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2021 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120	4-й	-й
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 60 самостійної роботи студента – 60	8-й	-й
	Лекції:	
	30	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:	
	30	
Форма підсумкового контролю: екзамен	Самостійна робота:	
	60	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення дисципліни «Машинне навчання» є формування у студентів високого рівня компетентностей щодо базових понять машинного навчання, основних алгоритмів машинного навчання, особливостей їх застосування в умовах розвитку сучасних інформаційних технологій, що сприятиме високій конкурентоспроможності на ринках праці та є основою їх висококваліфікованої професійної діяльності.

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

- ЗК01. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК04. Здатність бути критичним і самокритичним.
- ЗК05. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК06. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК08. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК10. Навички у використанні інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК11. Здатність працювати в міжнародному контексті.
- ЗК16. Здатність до планування та розподілу часу.
- ЗК17. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК18. Здатність до розроблення та управління проектами.
- ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
- ФК09. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.
- ФК13. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.
- ФК17. Здатність вибирати адекватні методи машинного навчання, включаючи методи глибокого навчання, та використовувати їх для вирішення конкретних задач інтелектуального аналізу даних

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Машинне навчання» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

- ОК 9. Теорія ймовірностей
- ОК 11. Функціональний аналіз
- ОК 10. Математична статистика
- ОК 15. Вступ до програмування
- ОК 19. Об'єктно-орієнтоване до програмування

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «**Прикладна інформатика**», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.	РН01
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	РН03
Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.	РН07
Володіти методиками вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних.	РН10
Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.	РН13
Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.	РН14
Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу.	РН15

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Машинне навчання»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Розуміння основних класів задач машинного навчання	РН01, РН14
Застосування відповідних методів машинного навчання до певних класів прикладних задач (за наявності комп'ютерної техніки та відповідного ПЗ)	РН01, РН03, РН10, РН13, РН07, РН15, РН14, РН15
Аналіз та оцінка отриманих результатів прикладних досліджень	РН03, РН07
Застосовувати можливості для розв'язання окремих класів задач машинного навчання	РН13

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

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

командні проекти; розрахункові та розрахунково-графічні роботи; завдання на комп'ютерному обладнанні.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: виконання та захист лабораторних завдань;

Форма модульного контролю: модульна контрольна робота;

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота	Модульна контрольна робота	Сума
--	-----------------------------------	-------------

T1	T2	40	100
0	60		

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

Поточне оцінювання та самостійна робота		Модульна контрольна робота	Сума
T3	T4	40	100
30	30		

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		60		60
Модульна контрольна робота		40		40
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота складається із 3-ох теоретичних питань, кожне з яких оцінюється в 10 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

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

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Тема 1. Основні поняття та задачі машинного навчання.

Завдання і проблеми, які вирішуються методами машинного навчання. Приклади областей застосування машинного навчання. Оцінка якості машинного навчання. Моделі, як результат машинного навчання: геометричні моделі, імовірнісні моделі, логічні моделі, угруповання і ранжування. Види ознак об'єктів.

Тема 2. Класифікація.

Типи помилок класифікації. Узагальнююча здатність класифікатора. Принцип мінімізації емпіричного ризику. Недонавчання. Перенавчання. Оцінка якості класифікації. Якість оцінювання ймовірностей класів. Алгоритми навчання класифікаторів з учителем і без вчителя. Геометрична інтерпретація задачі класифікації. Проективний підхід. Метрики в множині ознак. Помилки першого і другого роду. Чутливість і вибірковість. Крива потужності критерію класифікації. ROC-криві. Перевірка класифікатора. Класифікація з багатьма (більше двох) класами. Регресія. Навчання без вчителя. Моделі кластерного аналізу. Умовна ймовірність. Формула повної ймовірності. Формула Байєса. Статистичне розпізнавання образів. Наївний байєсовський класифікатор. Завдання класифікації спаму. Критерій відношення правдоподібності. Байєсівський рівень помилки. Байєсівський ризик. Критерій Байєса. Класифікація за K найближчими сусідами. Зважування ознак. Підвищення швидкості пошуку найближчих сусідів. Основні методи машинного навчання. Дерева рішень. Основні поняття. Класи вирішуваних завдань: опис даних, класифікація, регресія. Загальний алгоритм побудови дерева рішень. Критерії вибору найкращого атрибута: приріст інформації, відносний приріст інформації, індекс Джіні. Правила зупинки розбиття дерева. Обрізання дерева. Алгоритм ID3.

Модуль 2.

Тема 3. Основні методи машинного навчання. Аналіз багатовимірних даних. Регресія.

Кореляційні і причинно-наслідкові зв'язки. Кореляція ознак і структура даних. Латентні структури в даних. Формальна і ефективна розмірність даних. Структура і шум у даних. Зниження розмірності даних. Метод головних компонент як декомпозиція матриці даних. Матриця рахунків. Матриця навантажень. Матриця помилок. Метод найменших квадратів.

Тема 4. Нейронні мережі.

Основні поняття. Передумови виникнення нейромереж. Перцептрон Розенблатта. Види активційних функцій. Багатошарові нейронні мережі. Методи навчання нейромереж. Глибокі неромережі. Згорткові нейромережі.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2-й семестр												
Модуль 1.												
Тема 1.		3				4						
Тема 2.		11		14		16						
Модульна контрольна робота		2				6						
Разом за модуль 1		16		14		26						

Модуль 2.											
Тема 3.		6		4		8					
Тема 4.		6		12		20					
Модульна контро- льна робота		2				6					
Разом за модуль 2		14		16		34					
Разом за семестр		30		30		60					

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Робота в малих творчих групах. Наївний Баєсовський класифікатор	2	
2	Метод класифікації kNN	4	
3	Робота в малих творчих групах. Алгоритм ID3	2	
4	Робота в малих творчих групах. Дерево регресії CART	2	
5	Робота в малих творчих групах. Аналіз багатовимірних даних. Метод регресії	4	
6	Методи кластеризації	4	
7	Міні-тренінг. Основні методи машинного навчання. Нейронні мережі	12	
	Разом	30	

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

Технічні засоби – комп'ютер.

Програмне забезпечення: Colaboratory (<https://colab.research.google.com/>), обране студентом програмне середовище.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Могильний С. Б. Машинне навчання з використанням мікрокомп'ютерів: навч.-метод. посіб. / за ред. О. В. Лісового та ін. – К., 2019. – 226 с. (http://man.gov.ua/files/49/Machine_Nav4ann_Mogilniy.pdf)
2. Штовба С.Д. Machine learning: стартовий курс : електронний навчальний посібник / Штовба С.Д., Козачко О.М. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 81 с. (file:///C:/Users/Natas/Downloads/MachinelearningGettingStarted_CR.pdf)
3. Любунь З.М. Основи теорії нейромереж – Львів, 2006. – 140 с.

Допоміжна література

1. 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. (<https://github.com/katernyakononova/ML>)

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Вступ до машинного навчання. Доступно з електронного джерела:
http://specials.kunsht.com.ua/machinelearning1?fbclid=IwAR2SJscVAMHQox0VrooZlrcCOWq6rJcOFxS5128Yg_QoSta0Xik0v1uVLo8
2. Візуалізація кластеризації. Доступно з електронного джерела:
<https://www.naftaliharris.com/blog/visualizing-k-means-clustering/>

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20____ / 20____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від «____» _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20____ / 20____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від «____» _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20____ / 20____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від «____» _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20____ / 20____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від «____» _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)