

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор інституту
інженерної механіки

_____ Л. І. Романишин
«___» _____ 2022 року

Основи штучного інтелекту

РОБОЧА ПРОГРАМА

Другий рівень (магістр)

галузь знань	<u>13 Механічна інженерія, 27 Транспорт</u>
спеціальність	<u>131 Прикладна механіка, 274 Автомобільний транспорт</u>
ОПП	<u>Комп'ютеризовані і роботизовані технології машинобудування, Автомобільний транспорт</u>
вид дисципліни	<u>вільного вибору</u>

Робоча програма дисципліни «Основи штучного інтелекту» для студентів, що навчаються за освітньо-професійними програмами «Комп'ютеризовані і роботизовані технології машинобудування» (за спеціальністю 131 Прикладна механіка) та «Автомобільний транспорт» (за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт) на здобуття ступеня магістр.

Розробник:

проф. кафедри

комп'ютеризованого машинобудування,

д-р. техн. наук, доцент,

гарант освітньої програми

«Комп'ютеризовані і роботизовані технології машинобудування»

Копей В. Б.

Робочу програму схвалено на засіданні комп'ютеризованого машинобудування.

Протокол від « » _____ 2022 року № ____.

Завідувач кафедри комп'ютеризованого машинобудування,

д-р. техн. наук, професор

Панчук В. Г.

Погоджено:

Завідувач випускової кафедри автомобільного транспорту

д-р. техн. наук, професор

Криштопа С. І.

Гарант освітньої програми «Автомобільний транспорт»,

доцент кафедри автомобільного транспорту,

кандидат техн. наук, доцент

Долішній Б. В.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ресурс годин на вивчення дисципліни згідно з чинним РНП, розподіл по семестрах і видах навчальної роботи для різних форм навчання характеризує таблиця 1.

Таблиця 1 – Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни

Найменування показників	Всього		Розподіл по семестрах			
			Семестр 3		Семестр ____	
	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)
Кількість кредитів ECTS	3		3			
Кількість модулів	1		1			
Загальний обсяг часу, год	90		90			
Аудиторні заняття, год, у т.ч.:	30		30			
лекційні заняття	12		12			
семінарські заняття	-		-			
практичні заняття	12		12			
лабораторні заняття	-		-			
Самостійна робота, год, у т.ч.	66		66			
виконання курсової роботи	-		-			
виконання контрольних (розрахунково-графічних) робіт	-		-			
опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	8		8			
опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	45		45			
підготовка до практичних занять та контрольних заходів	7		7			
підготовка звітів з лабораторних робіт	-		-			
підготовка до екзамену	-		-			
Форма семестрового контролю	Диф. залік		Диф. залік			

2. МЕТА І РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Штучний інтелект - властивість інтелектуальних систем виконувати творчі функції, які традиційно вважаються прерогативою людини. Вивчаються напрямки та методи штучного інтелекту: дедуктивне машинне навчання (бази знань і експертні системи), індуктивне машинне навчання (навчання з учителем для задач регресії і класифікації - лінійна регресія, дерева рішень, метод опорних векторів, нейронні мережі, ансамблі моделей; навчання без учителя для задач кластерування і зниження розмірності), графові імовірнісні моделі, еволюційні алгоритми, агентний підхід, гібридний підхід. Для реалізації методів застосовується мова програмування Python та її передові пакети.

Метою курсу є надання знань, вмінь і навичок використання сучасних методів штучного інтелекту для ефективного розв'язування за допомогою комп'ютера різноманітних інтелектуальних задач, розв'язування яких раніше вважалось прерогативою людини.

Вивчення дисципліни ґрунтується на знаннях і вміннях, отриманих студентами під час вивчення таких дисциплін як: "Вища математика", "Чисельні методи", "Основи програмування".

У викладанні використовується системний підхід, який передбачає застосування прогресивних методів і технічних засобів навчання на лекціях і практичних заняттях та стимулює самостійну роботу студентів і сприяє формуванню в них стійкої зацікавленості до вивчення науково-технічної інформації у всіх її видах і формах.

Після вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

Знати:

- можливості дедуктивного та індуктивного машинного навчання, їхні області застосування та типові задачі;
- основи програмування мовою Prolog;
- принципи експертних систем та основи мов Datalog і OWL;
- принципи індуктивного машинного навчання та базові засоби для його реалізації;
- методи машинного навчання із учителем;
- методи попередньої обробки даних та машинного навчання без учителя;
- методи конструювання ознак;
- методи оцінювання і покращення якості моделей;
- перспективи розвитку штучного інтелекту.

Вміти і мати навички:

- вміти застосовувати мову Prolog для розв'язування задач штучного інтелекту;
- вміти створювати та використовувати онтології та експертні системи;
- мати навички використання мови Python та її пакетів для реалізації методів машинного навчання;
- вміти конструювати ознаки, оцінювати і покращувати якість моделей;
- вміти об'єднувати алгоритми в ланцюги і конвеєри;
- вміти застосовувати методи машинного навчання для роботи з текстовими даними.

3. ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Тематичний план лекційних занять

Тематичний план лекційних занять дисципліни характеризує таблиця 2.

Таблиця 2 – Тематичний план лекційних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їхній зміст	Обсяг, год.	Література
М 1	ОСНОВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	12	
ЗМ 1	Дедуктивне машинне навчання, логічний підхід і експертні системи	3	
Т 1.1	Мова Prolog Синтаксис та значення програм Prolog. Списки, операції, арифметичні вирази. Використання структур: приклади програм. Керування перебором із поверненнями. Введення та виведення. Додаткові інтегровані предикати. Стил та методи програмування. Операції із структурами даних.	1	3, 5, 7, 8
Т 1.2	Застосування мови Prolog у сфері штучного інтелекту Основні стратегії вирішення проблем. Евристичний пошук за заданим критерієм. Декомпозиція задач та граfi AND/OR. Логічне програмування в обмеженнях. Подання знань та експертні системи. Планування. Машинне навчання. Індуктивне логічне програмування. Якісні міркування. Обробка лінгвістичної інформації з допомогою граматичних правил.	1	5, 7
Т 1.3	Бази знань та експертні системи. Дедуктивні бази даних та декларативна мова Datalog. Мова опису онтологій для семантичної павутини OWL (Web Ontology Language). Створення та використання онтологій. Редактори онтологій. Редактор онтологій Protege. Логічне програмування та бази знань в мові Python - принципи реалізації і відомі пакети.	1	2, 9, 6, 10
ЗМ 2	Індуктивне машинне навчання	9	
Т 2.1	Методи машинного навчання з учителем Базові засоби: Python, Jupyter Notebook, NumPy, SciPy, matplotlib, pandas, scikit-learn. Класифікація та регресія. Узагальнююча здатність, перенавчання та недонавчання. Взаємозв'язок між складністю моделі та розміром набору даних. Алгоритми машинного навчання із учителем. Метод k найближчих сусідів. Лінійні моделі. Наївні байєсівські класифікатори. Дерев рішень. Ансамблі дерев рішень. Ядерний метод опорних векторів. Нейронні мережі (глибоке навчання). Оцінка невизначеності для класифікаторів. Рішаюча функція. Прогнозування імовірностей. Невизначеність у мультикласовій класифікації.	2	1, 3, 4, 11-20
Т 2.2	Методи машинного навчання без учителя і попередня обробка даних Типи машинного навчання без учителя. Проблеми машинного навчання без учителя. Попередня обробка та масштабування. Різні види попередньої обробки. Застосування перетворень даних. Масштабування навчального та тестового наборів однаковим чином. Вплив попередньої обробки на машинне навчання з учителем. Зниження розмірності, виділення ознак та множинне навчання. Аналіз основних компонентів (PCA). Факторизація невід'ємних матриць (NMF). Множинне навчання за допомогою алгоритму t-SNE. Кластеризація. Кластеризація k-середніх. Агломеративна кластеризація. DBSCAN. Порівняння та оцінка якості алгоритмів кластеризації.	2	1, 3, 4, 11-20

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їхній зміст	Обсяг, год.	Література
Т 2.3	Типи даних і конструювання ознак Категоріальні змінні. Пряме кодування (даммі-змінні). Числа можна закодувати як категорії. Біннінг, дискретизація, лінійні моделі та дерева. Взаємодії та поліноми. Одновимірні нелінійні перетворення. Автоматичний вибір ознак. Одновимірні статистики. Вибір ознак на основі моделі. Ітеративний відбір ознак. Застосування експертних знань.	1	4, 12, 13, 14, 19
Т 2.4	Оцінка і покращення якості моделі Перехресна перевірка. Перехресна перевірка у scikit-learn. Переваги перехресної перевірки. Стратифікована k-блочна перехресна перевірка та інші стратегії. Сітковий пошук. Простий сітковий пошук. Небезпека перенавчання параметрів та перевірочний набір даних. Сітковий пошук з перехресною перевіркою. Метрики якості моделі та їх обчислення. Метрики для бінарної класифікації. Метрики для мультикласової класифікації. Метрики регресії. Використання метрик оцінки для відбору моделі.	1	4, 12, 13, 14, 15, 19, 20
Т 2.5	Об'єднання алгоритмів в ланцюги і конвеєри Вибір параметрів з використанням попередньої обробки. Побудова конвеєрів. Використання конвеєра, розміщеного в об'єкті GridSearchCV. Загальний інтерфейс конвеєра. Зручний спосіб побудови конвеєрів за допомогою функції make_pipeline. Робота із атрибутами етапів. Робота з атрибутами конвеєра, розміщеного в об'єкті GridSearchCV. Знаходимо оптимальні параметри етапів конвеєра за допомогою сіткового пошуку. Вибір оптимальної моделі за допомогою сіткового пошуку.	1	4, 14, 19
Т 2.6	Робота з текстовими даними Рядкові типи даних. Приклад застосування: аналіз тональності відгуків. Подання текстових даних як «мішка слів». Застосування моделі "мішка слів" до синтетичного набору даних. Модель "мішка слів" для відгуків. Стоп-слова. Масштабування даних за допомогою tf-idf. Дослідження коефіцієнтів моделі. Модель "мішка слів" для послідовностей з кількох слів (n-грам). Удосконалена токенізація, стеммінг та лематизація. Моделювання тем та кластеризація документів. Латентне розміщення Діріхле.	1	4, 12, 14, 15
Т 2.6	Додаткові напрямки штучного інтелекту Загальний підхід до розв'язання задач машинного навчання. Інші фреймворки та пакети машинного навчання. Масштабування на великих наборах даних. Ранжування, рекомендаційні системи та інші види навчання. Імовірнісне моделювання, теорія статистичного висновку та ймовірнісне програмування. Пакет PyMC. Нейронні мережі та глибоке навчання. Навчання з підкріпленням. Агентний підхід. Гібридний підхід.	1	3, 4, 21-23

Загальна кількість модулів – 1. Кількість змістових модулів – 2.

3.2. Зміст практичних занять

Теми практичних занять дисципліни наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 - Зміст практичних занять

Шифри	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), лабораторних занять (Л)	Обсяг, год.	Література
М 1	ОСНОВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	12	
ЗМ 1	Дедуктивне машинне навчання, логічний підхід і експертні системи		
П 1	Розроблення експертної системи з питань надійності виробу	2	1, 6, 9

Шифри	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), лабораторних занять (Л)	Обсяг, год.	Література
ЗМ 2	Індуктивне машинне навчання		
П 2	Методи класифікації і регресії	2	1, 4, 14
П 3	Машинне навчання на основі нейронних мереж	2	4, 15
П 4	Методи машинного навчання без учителя	2	4, 18
П 5	Класифікація зображень за допомогою нейронних мереж	2	4, 15
П 6	Машинне навчання з підкріпленням	2	21

3.3. Перелік видів самостійної роботи

Перед початком практичних занять студент повинен опрацювати теоретичний матеріал. Після заняття студент самостійно виконує розрахунки (у тім числі на комп'ютері) і подає завершену роботу перед початком наступного заняття. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу передбачається і в процесі опрацювання окремих змістових модулів лекційного курсу (табл. 5), а також під час підготовки до проведення структурного контролю.

Таблиця 5 - Зміст самостійної роботи над опрацюванням теоретичного матеріалу

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їхній зміст	Обсяг, год.	Література
М 1	ОСНОВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	66	
ЗМ 1	Дедуктивне машинне навчання, логічний підхід і експертні системи	18	
Т 1.1	Мова Prolog Введення та виведення. Додаткові інтегровані предикати. Стиль та методи програмування. Операції із структурами даних.	6	2, 3, 5, 7, 8
Т 1.2	Застосування мови Prolog у сфері штучного інтелекту Евристичний пошук за заданим критерієм. Декомпозиція задач та графи AND/OR. Планування. Машинне навчання. Індуктивне логічне програмування. Якісні міркування. Обробка лінгвістичної інформації з допомогою граматичних правил.	6	2, 3, 5, 7, 8
Т 1.3	Бази знань та експертні системи. Мова опису онтологій для семантичної павутини OWL (Web Ontology Language). Створення та використання онтологій. Редактори онтологій. Редактор онтологій Protege. Логічне програмування та бази знань в мові Python - принципи реалізації і відомі пакети.	6	6, 10
ЗМ 2	Індуктивне машинне навчання	48	
Т 2.1	Методи машинного навчання з учителем Взаємозв'язок між складністю моделі та розміром набору даних. Алгоритми машинного навчання із учителем. Метод k найближчих сусідів. Лінійні моделі. Наївні байєсівські класифікатори. Деревя рішень. Ансамблі дерев рішень. Ядерний метод опорних векторів. Нейронні мережі (глибоке навчання). Оцінка невизначеності для класифікаторів. Рішальна функція. Прогнозування імовірностей. Невизначеність у мультикласовій класифікації.	10	1, 3, 4, 11-20
Т 2.2	Методи машинного навчання без учителя і попередня обробка даних Зниження розмірності, виділення ознак та множинне навчання. Аналіз основних компонентів (PCA). Факторизація невід'ємних матриць (NMF). Множинне навчання за допомогою алгоритму t-SNE. Кластеризація. Кластеризація k-середніх. Агломеративна кластеризація. DBSCAN. Порівняння та оцінка якості алгоритмів кластеризації.	10	1, 3, 4, 11-20
Т 2.3	Типи даних і конструювання ознак Біннінг, дискретизація, лінійні моделі та дерева. Взаємодії та поліноми. Одновимірні нелінійні перетворення. Автоматичний вибір ознак. Одновимірні статистики. Відбір ознак на основі моделі. Ітеративний відбір ознак. Застосування експертних знань.	10	4, 12, 13, 14, 19

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їхній зміст	Обсяг, год.	Література
Т 2.4	Оцінка і покращення якості моделі Простий сітковий пошук. Небезпека перенавчання параметрів та перевірючий набір даних. Сітковий пошук з перехресною перевіркою. Метрики якості моделі та їх обчислення. Метрики для бінарної класифікації. Метрики для мультикласової класифікації. Метрики регресії. Використання метрик оцінки для відбору моделі.	4	4, 12, 13, 14, 15, 19, 20
Т 2.5	Об'єднання алгоритмів в ланцюги і конвеєри Загальний інтерфейс конвеєра. Зручний спосіб побудови конвеєрів за допомогою функції <code>make_pipeline</code> . Робота із атрибутами етапів. Робота з атрибутами конвеєра, розміщеного в об'єкті <code>GridSearchCV</code> . Знаходимо оптимальні параметри етапів конвеєра за допомогою сіткового пошуку. Вибір оптимальної моделі за допомогою сіткового пошуку.	4	4, 14, 19
Т 2.6	Робота з текстовими даними Подання текстових даних як «мішка слів». Застосування моделі "мішка слів" до синтетичного набору даних. Модель "мішка слів" для відгуків. Стоп-слова. Масштабування даних за допомогою <code>tf-idf</code> . Дослідження коефіцієнтів моделі. Модель "мішка слів" для послідовностей з кількох слів (n-грам). Удосконалена токенізація, стеммінг та лематизація. Моделювання тем та кластеризація документів. Латентне розміщення Діріхле.	4	4, 12, 14, 15
Т 2.6	Додаткові напрямки штучного інтелекту Масштабування на великих наборах даних. Ранжування, рекомендаційні системи та інші види навчання. Імовірнісне моделювання, теорія статистичного висновку та ймовірнісне програмування. Пакет <code>PyMC</code> . Нейронні мережі та глибоке навчання. Еволюційні моделі. Навчання з підкріпленням. Агентний підхід. Гібридний підхід.	6	3, 4, 21-23

4. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Основна література

1. Копей В. Б. Мова програмування Python для інженерів і науковців : Навчальний посібник. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2019. 274 с.
2. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень : Навчальний посібник. Запоріжжя : ЗНТУ, 2008. 341 с.
3. Рассел С., Норвіг П. Искусственный интеллект: современный подход. Artificial Intelligence: a Modern Approach / Пер. с англ. и ред. К. А. Птицына. 2-е изд. Москва : Вильямс, 2006. 1408 с.
4. Мюллер А., Гвидо С. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными. Москва : Вильямс, 2017. 480 с.

4.2 Додаткова література

5. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке Prolog. 3-е издание. : Пер. с англ. Москва. : Издательский дом "Вильямс", 2004. 640 с.
6. Kopei V. B., Onysko O. R., Panchuk V. G. Principles of development of product lifecycle management system for threaded connections based on the Python programming language // Journal of Physics: Conference Series [this link is disabled](#), 2020, 1426(1), 012033
7. Марков В. Н. Современное логическое программирование на языке Visual Prolog 7.5. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016. 544 с.
8. Большакова Е. И., Груздева Н. В. Программирование на языке Пролог: Учебное пособие. Москва : Издательский отдел факультета ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова; МАКС Пресс, 2013. 112 с.
9. Greco S., Molinaro C. Datalog and Logic Databases. Morgan & Claypool, 2016. 171 p.
10. Lamy J-B. Ontologies with Python: Programming OWL 2.0 Ontologies with Python and

- Owlready2. Apress, 2021. 353 p.
11. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. Санкт-Петербург : Питер, 2018. 576 с.
 12. Постолит А. В. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python. Самоучитель. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2021. 448 с.
 13. Брюс П., Брюс Э., Гедек П. Практическая статистика для специалистов Data Science. 50+ важнейших понятий с использованием R и Python. 2-е изд. Пер. с англ. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2021. 352 с.
 14. Элбон К. Машинное обучение с использованием Python. Сборник рецептов: Пер. с англ. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2019. 384 с.: ил.
 15. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. Санкт-Петербург : Питер, 2018. 400 с.: ил.
 16. Будума Н., Локашо Н. Основы глубокого обучения. Создание алгоритмов для искусственного интеллекта следующего поколения; пер. с англ. А. Коробейникова ; науч. ред. А. Созыкин. Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2020. 304 с.
 17. Вейдман С. Глубокое обучение. Легкая разработка проектов на Python. Санкт-Петербург : Питер, 2021. 272 с.
 18. Пател А. Прикладное машинное обучение без учителя с использованием Python. : Пер. с англ. Санкт-Петербург : ООО Диалектика, 2020. 432 с.
 19. Рашка С., Мирджалили В. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2, 3-е изд.: Пер. с англ. Санкт-Петербург : ООО "Диалектика", 2020. 848 с.
 20. Спірін О. М. Початки штучного інтелекту. Навчальний посібник для студ. фіз.-мат. спец-тей. вищих пед. навч. закл-ів. Житомир : Вид-во ЖДУ, 2004. 172 с.
 21. Грессер Лаура, Кенг Ван Лун. Глубокое обучение с подкреплением: теория и практика на языке Python. Санкт-Петербург : Питер, 2022. 416 с.
 22. Лонца А. Алгоритмы обучения с подкреплением на Python / пер. с англ. А. А. Слинкина. Москва : ДМК Пресс, 2020. 286 с.: ил.
 23. Омельяненко Я. Эволюционные нейросети на языке Python / пер. с англ. В. С. Яценкова. Москва : ДМК Пресс, 2020. 310 с.: ил.

5 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Оцінювання знань студентів проводиться за результатами виконання практичних робіт, лабораторних робіт та комплексного контролю засвоєння теоретичних знань модуля М1. Схему нарахування балів для оцінювання знань студентів з дисципліни наведено в таблиці 7.

Таблиця 7 – Схема нарахування балів у процесі оцінювання знань студентів

Види робіт, що контролюються	Максимальна кількість балів
Виконання та захист практичних робіт модуля ЗМ 1 (П1)	20
Виконання та захист практичних робіт модуля ЗМ 2 (П2-П6)	50
Контроль засвоєння теоретичних знань модуля М1	30
Усього	100

Кількість балів за роботу на практичних заняттях, з теоретичним матеріалом та під час виконання самостійної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- своєчасність виконання навчальних завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання навчальних завдань;
- самостійність виконання;
- творчий підхід у виконанні завдань;
- ініціативність у навчальній діяльності.

Диференційований залік з дисципліни виставляється студенту відповідно до чинної шкали оцінювання, що наведена нижче.

Таблиця 8 - Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
67-74	D	
60-66	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни