

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки
Кафедра автоматичної, електроніки та телекомунікацій



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної та
навчальної роботи

А.М. Мартиненко

2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЯХ»

(назва навчальної дисципліни)

підготовки магістра

(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка

(код і назва спеціальності)

Полтава
2024 рік

Handwritten signature

Робоча програма навчальної дисципліни «Штучний інтелект в електронних комунікаціях» для студентів спеціальності **172 Електронні комунікації та радіотехніка**, другого (магістерського) рівня вищої освіти. Складена відповідно до освітньої програми «Телекомунікаційні системи та мережі», 2024 року.

Розробник: Лактіонов О.І., к.т.н., доцент кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій

Погоджено:

Гарант освітньої програми  Олександр ШЕФЕР

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій

Протокол від «19» серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій

 Олександр ШЕФЕР

«19» серпня 2024 року

Схвалено навчально-методичною комісією інституту (факультету)

Протокол від «19» серпня 2024 року № 1

Голова навчально-методичної комісії  Олександр ШЕФЕР

«19» серпня 2024 року

© Лактіонов О.І. 2024 рік

© Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		форма навчання	
		денна	дистанційна
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</u> (шифр і назва)	<i>вибіркова</i>	
Загальна кількість годин – 150			
Модулів – 1	Спеціальність <u>172 Електронні комунікації та радіотехніка</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		1-й	1-й
		Семестр	
Індивідуальні завдання – не передбачено	Ступінь вищої освіти: <u>магістр</u>	2-й	2-й
		Лекції	
22 год.		0 год.	
Практичні, семінарські			
28 год.		0 год.	
Лабораторні			
0 год.		0 год.	
Самостійна робота			
100 год.	150 год.		
Індивідуальна робота:			
–			
Вид контролю:			
диференційований залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання –50/100

для дистанційної форми навчання –0/150

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Полягає у засвоєнні студентами знань фундаментальних принципів, прикладних аспектів і сучасних методів розробки моделей штучного інтелекту у електронних комунікаціях та радіотехніці на базі сучасного програмного забезпечення та формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми певних компетентностей.

Навчальна дисципліна використовується для формування наступних компетентностей, передбачених ОПП.

Загальні компетентності:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

Здатність спілкуватися іноземною мовою.

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій у професійній діяльності.

Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Здатність постійно вдосконалювати професійні навички й бути сучасно навченим.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Здатність здійснювати збір, аналіз науково-технічної інформації, вітчизняного і зарубіжного досвіду по тематиці дослідженнях.

Формулювати (у формі презентацій або звітів) нові проекти та наукові задачі досліджень в ІТ-галузі, вибрати належні напрями та відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси.

Здатність захищати інтелектуальну власність, дотримуватися правових і етичних норм з питань інтелектуальної власності.

Здатність будувати відповідні моделі телекомунікаційних систем та мереж.

Здатність застосовувати сучасні технології та інструментальні засоби в задачах галузі.

Здатність розробляти та впроваджувати телекомунікаційні системи та програмні додатки, а також використовувати існуючі.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни ґрунтується на попередньо опанованій дисципліні «Оптичні технології в телекомунікаційних системах».

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Відповідно до ОПП результати навчання з дисципліни мають бути такими:

Застосовувати перспективні методи дослідження та розв'язання професійних завдань на основі знань про світові тенденції розвитку телекомунікаційної техніки та ІТ.

Застосовувати навички в розумінні наукових робіт в ІТ-сфері та інфокомунікаціях і відслідковувати найновіші досягнення в галузі телекомунікаційних систем та мереж, спілкуючись із колегами.

Застосовувати знання для пошуку відповідних науково-технічних джерел, що мають відношення до задач досліджень інфокомунікацій, які необхідно розв'язати.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний поріг рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	А	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції Здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	Високий , що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	В	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	Достатній , що забезпечує Здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	С	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	Достатній , конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	Д	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усунути за допомогою викладача.	Середній , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	Е	Достатньо	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий.	Середній , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.

			Правила вирішення практичних завдань з використання м основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	
35 - 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену/ заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни Здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	Низький, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний, Здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є такі:

- диф. залік;
- виконання завдань на лабораторному обладнанні.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЯХ

Тема 1. Створення простих програм, завдання класифікації.

Розглядаються базові алгоритми класифікації, такі як логістична регресія та метод опорних векторів, для розподілу даних за категоріями. Учасники навчаються створювати прості програми для вирішення задач класифікації.

Практичне заняття № 1.

Тема 2. Завдання регресії

Досліджуються алгоритми регресії, такі як лінійна та поліноміальна регресія, для прогнозування числових значень.

Практичне заняття № 2.

Тема 3. Завдання кластеризації

Вивчаються алгоритми кластеризації, як-от K-means та ієрархічна кластеризація, для групування даних без попередньої інформації про мітки. Учасники використовуватимуть ці методи для сегментації та аналізу даних.

Практичне заняття № 3.

Тема 4. Виявлення аномалій

Розглядаються методи виявлення аномальних даних, такі як метод найближчих сусідів та лінійний дискримінантний аналіз.

Практичне заняття № 4.

Тема 5. Дослідження перенавчання/недонавчання

У цій темі обговорюються проблеми перенавчання та недонавчання моделей, їх причини та

шляхи вирішення.

Практичне заняття № 5.

Тема 6. Машинне навчання з використанням ансамблів

Досліджуються ансамблеві методи машинного навчання, такі як Bagging і Boosting, для підвищення точності прогнозування. Учасники побудують ансамблеві моделі та оцінять їх ефективність.

Практичне заняття № 6.

Тема 7. Підготовка вхідних даних для моделей комп'ютерного зору

Вивчаються методи підготовки даних, такі як нормалізація зображень та їх аргументація, для поліпшення продуктивності моделей комп'ютерного зору. Студенти навчаються коректно обробляти дані перед їх подачею в моделі.

Практичне заняття № 7.

Тема 8. Перенавчання моделей

Обговорюються способи боротьби з перенавчанням за допомогою регуляризації та ранньої зупинки. Учасники досліджувати мутьпідходи, які допомагають моделі уникати перенавчання на тренувальних даних.

Практичне заняття № 8.

Тема 9. Методи пошуку оптимальних значень гіперпараметрів моделей машинного навчання

Розглядаються методи пошуку оптимальних гіперпараметрів, такі як Grid Search і Random Search. Студенти навчаються налаштовувати моделі для підвищення їх ефективності.

Практичне заняття № 9, 10

Тема 10. Візуалізація даних

Вивчаються інструменти для візуалізації даних, такі як Matplotlib і Seaborn, для створення графіків і діаграм. Учасники створюватимуть візуальні представлення даних для полегшення аналізу.

Практичне заняття № 11, 12

Тема 11. Інструменти і методи для пояснення результатів моделей машинного навчання

Розглядаються інструменти, як-от SHAP і LIME, для пояснення результатів моделей. Студенти навчаються інтерпретувати вплив окремих ознак на прогнози моделі.

Практичне заняття № 13, 14

8. Структура навчальної дисципліни

для денної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд.	с.р.	
Змістовий модуль 1. Технологія розробки комп'ютерних програм						
Тема 1. Створення простих програм, завдання класифікації	14	2	2			10
Тема 2. Завдання регресії	14	2	2			10
Тема 3. Завдання кластеризації	14	2	2			10
Тема 4. Виявлення аномалій	14	2	2			10
Тема 5. Дослідження перенавчання/недонавчання	14	2	2			10
Тема 6. Машинне навчання з використанням ансамблів	14	2	2			10
Тема 7. Підготовка вхідних даних для моделей комп'ютерного з	14	2	2			10
Тема 8. Перенавчання моделей	14	2	2			10
Тема 9. Методи пошуку оптимальних значень гіперпараметрів моделей машинного навчання	16	2	4			10
Тема 10. Візуалізація даних	11	2	4			5
Тема 11. Інструменти і методи для пояснення результатів моделей машинного навчання	11	2	4			5
Разом за змістовим модулем 1	150	22	28			100

Для дистанційної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Дистанційна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд.	с.р.	
Змістовий модуль 1. Технологія розробки комп'ютерних програм						
Тема 1. Створення простих програм, завдання класифікації	15					15
Тема 2. Завдання регресії	15					15
Тема 3. Завдання кластеризації	15					15
Тема 4. Виявлення аномалій	15					15
Тема 5. Дослідження перенавчання/недонавчання	15					15
Тема 6. Машинне навчання з використанням ансамблів	15					15

Тема 7. Підготовка вхідних даних для моделей комп'ютерного з	15				15
Тема 8. Перенавчання моделей	15				15
Тема 9. Методи пошуку оптимальних значень гіперпараметрів моделей машинного навчання	15				15
Тема 10. Візуалізація даних	10				10
Тема 11. Інструменти і методи для пояснення результатів моделей машинного навчання	5				5
Разом за змістовим модулем 1	150				150

9. Перелік питань для семінарських занять

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
	Семінарські заняття не передбачені		

10. Перелік питань для практичних занять

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
1	Дослідження способів подання даних та побудова алгоритму	2	
2	Вивчення різновидів мов програмування	2	
3	Дослідження особливостей мови програмування Python	2	
4	Побудова алгоритмічних структур мовою програмування Python	2	
5	Побудова функцій	2	
6	Уведення інформації у файли	2	
7	Зчитування інформації з файлів	2	
8	Дослідження особливостей побудови моделей машинного навчання	2	
9	Побудова моделей регресії	4	
10	Побудова моделей класифікації	4	
11	Дослідження метрик задач регресії та класифікації	4	
	Усього	28	

11. Перелік питань для лабораторних занять

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
	Лабораторні заняття не передбачені		

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: закріплення навичок роботи з науково-технічною літературою, вивчення теоретичних та практичних питань із курсу дисципліни, що не вивчалися на аудиторних заняттях, додаткове вивчення питань спеціального програмного забезпечення у задачах електромеханіки. Студент повинен уміти користуватись науково-технічною літературою, державними та міжнародними стандартами, а також самостійно використовувати навички та вміння, одержані при вивченні дисципліни.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій програмі навчальної дисципліни;
- підготовка до виконання модульного контрольного тестування;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедр);
- підготовка до складання диф. заліку за контрольними питаннями.

Питання

для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
1	Структура програмного забезпечення Matlab	10	15
2	Структура програмного забезпечення Scilab	10	15
3	Особливості створення моделей мовою програмування Python	10	15
4	Поняття даних	10	15
5	Способи подання алгоритмів	10	15
6	Основи штучного інтелекту	10	15
7	Параметричні моделі	10	15
8	Непараметричні моделі	10	15
9	Критерії ефективності моделей	10	15
10	Закони розподілу	5	10
11	Інструменти формування вибірок	5	5
	Разом	100	150

13. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
	Індивідуальні завдання не передбачені		

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні лабораторних занять.

Під час проведення лекцій та лабораторних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час лабораторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів до їхнього відома на першому лабораторному занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі диф. заліку.

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Кількість балів за темами розподіляється таким чином:

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота											Диференційований залік	Сума	
Змістовий модуль I													Індивідуальні завдання
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11			
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	0	30	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

– при підсумковому контролі у вигляді диференційованого заліку 70 балів відведено на поточний контроль, а 30 балів – на підсумковий (для допуску до екзамену необхідно мати не менше 35 балів поточної успішності).

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

– робота на лабораторних заняттях (в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 70 балів.

– Присутність на лекціях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

– Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 35 балів у випадку диференційованого заліку), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є диференційований залік. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті імені Юрія Кондратюка»

17. Методичне забезпечення

1. Матеріали до лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Штучний інтелект в електронних комунікаціях» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 – Електронні комунікації та радіотехніка/Укладач: Лактіонов О.І. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2024. 15 с.

2. Матеріали до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Штучний інтелект в електронних комунікаціях» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 – Електронні комунікації та радіотехніка / Укладач: Лактіонов О.І. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2024. 5 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Python у прикладах і задачах. Частина 2. Об'єктно-орієнтоване програмування. Навчальний посібник – К.: ВПЦ "Київський Університет", 2020. – 152 с.

2. Костюченко А.О. Основи програмування мовою Python: навчальний посібник. Ч.: ФОП Балакіна С.М., 2020. 180 с.

3. Eric Chou. Mastering Python Networking. URL: [https://unidel.edu.ng/focelibrary/books/Mastering%20Python%20Networking%20Your%20one-stop%20solution%20to%20using%20Python%20for%20network%20automation,%20DevOps,%20and%20Test-Driven%20Development,%202nd%20Edition%20by%20Eric%20Chou%20\(z-lib.org\).pdf](https://unidel.edu.ng/focelibrary/books/Mastering%20Python%20Networking%20Your%20one-stop%20solution%20to%20using%20Python%20for%20network%20automation,%20DevOps,%20and%20Test-Driven%20Development,%202nd%20Edition%20by%20Eric%20Chou%20(z-lib.org).pdf).

Допоміжна

1. Stefanie M. Hands-on data analysis with Pandas / Molin Stefanie. – Birmingham: Packt PublishingLtd., 2019. – 707 с.

2. Онищенко С.В. Використання штучного інтелекту для розпізнавання терористичних та ворожих військових об'єктів / С.В. Онищенко, О.І. Лактіонов, А.Д. Глушко // *Вісник Хмельницького національного університету*. Серія: Технічні науки. – 2024. – Т. 335, № 3, ч. 1. – С. 166–171. – DOI 10.31891/2307-5732-2024-335-3-24

3. Laktionov O. Практичні кейси створення згорткових моделей штучного інтелекту для задач розпізнавання образів / O. Laktionov, N. Pedchenko, A. Yanko // *Системи управління, навігації та зв'язку*. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2024. – Т. 3 (77). – С. 136-140. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2024.3.136>.

4. Laktionov O.I. Improvement of the method for optimization of predicting the efficiency of a robotic platform / O.I. Laktionov, I.S. Laktionova // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. – 2024. – № 3. – P. 135–141. – <https://doi.org/10.33271/nvngu/20243/135>

5. Implementation of unsupervised learning models for analyzing the state's security level / O. Laktionov et al. *Advanced Information Systems*. 2024. Vol. 8, no. 3. P. 85–91. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.3.10>

6. Shefer, O., Laktionov, O., Pents, V., Hlushko, A., & Kuchuk, N.. (2024). Practical principles of integrating artificial intelligence into the technology of regional security predicting. *Advanced Information Systems*, 8(1), 86–93. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.1.11>

19. Інформаційні ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: Режим доступу: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=6301>
2. Scikit-learn: machine learning in Python – scikit-learn 0.16.1 documentation. *scikit-learn: machine learning in Python – scikit-learn 0.16.1 documentation*. URL: <https://scikit-learn.org/>
3. TensorFlow. *TensorFlow*. URL: <https://www.tensorflow.org/>
4. Ultralytics. Isolating Segmentation Objects. *Home - Ultralytics YOLO Docs*. URL: <https://docs.ultralytics.com/guides/isolating-segmentation-objects/#can-i-save-isolated-objects-including-the-background-using-ultralytics-yolov8>
5. Teach, learn, and make with the Raspberry Pi Foundation. *Raspberry Pi Foundation*. URL: <https://www.raspberrypi.org/>