

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

Кафедра оптики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Optical Data Science and Machine Learning

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10 «Природничі науки»
(шифр і назва)

спеціальність 104 «Фізика та астрономія»
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма «Оптика»
(назва освітньої програми)

вид дисципліни Обов'язкова дисципліна

Форма навчання	очна
Навчальний рік	2023/2024
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	англійська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: Яблочкова К.С.

Пролонговано: на 2024/2025 н.р. (підпис, ПІБ, дата)

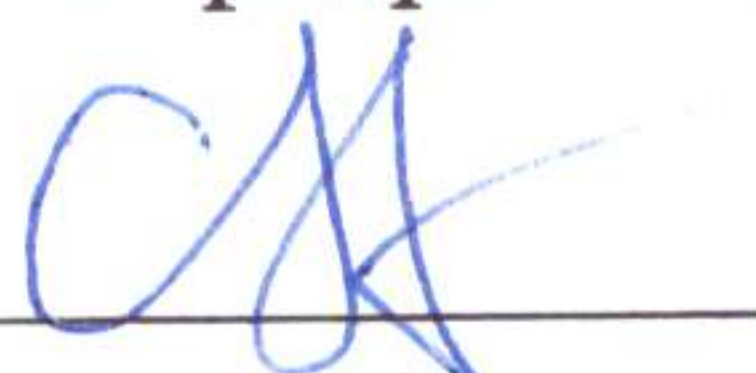
на 2025/2026 н.р. (підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2023

Розробник(и): (вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)
Яблочкова К.С. кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри оптики

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. зав. кафедри оптики


(підпис)

(Кондратенко С.В.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 7 від «16» березня 2023 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол №15 від «13» квітня 2023 року

Голова науково-методичної комісії 
(підпис)

(Оліх О.Я.)
(прізвище та ініціали)

1. Мета дисципліни –

Мета навчальної дисципліни — надання сучасних знань про основи методів машинного навчання. Отримані в результаті освоєння дисципліни знання можуть бути використані при вирішенні практичних задач в сфері оптики, спектроскопії та оптичної метрології. Ознайомлення студентів з теоретичними основами і основними принципами машинного навчання. Формування у студентів практичних навичок роботи з оптичними даними і вирішення прикладних задач аналізу даних в сфері оптики, спектроскопії та оптичної метрології.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності)¹:

1. Знати основи мат. аналізу, лінійної алгебри.
3. Володіти елементарними навичками програмування на мові Python.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Курс знайомить здобувачів освіти з основами обробки та аналізу значних обсягів даних та основами машинного навчання. Розглянуті питання застосування цих математичних підходів до вирішення задач оптики, спектроскопії, та оптичної метрології. Програмне забезпечення вивчення курсу реалізується на базі мови Python.

4. Завдання (навчальні цілі):

У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:

- основні принципи, методи і задачі машинного навчання;
- сучасні і перспективні напрямки застосування машинного навчання в сфері оптики, спектроскопії.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен вміти:

- застосовувати вивчені методи машинного навчання при вирішенні практичних задач у галузі оптики, спектроскопії та оптичної метрології.

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

¹ альтернативний варіант :

Успішне опанування курсу _____

Знання теоретичних основ _____

ФК5. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

ФК8. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.

ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації

ФК11. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

ФК13. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

ФК16. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики при вивченні та дослідженні явищ і процесів в оптиці та оптоелектроніці.

ФК17. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування задач в галузі оптики, проводити моделювання оптичних та оптикоелектронних систем

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
	1.1 Знати основні теоретичні засади машинного навчання.	Лекції	Поточні квізи, МКР	50
	1.2 Мати уявлення про сучасне і перспективні напрямки застосування машинного навчання у оптиці, спектроскопії та оптичній метрології.	Лекції	Поточні квізи, МКР	20
	2.1 Вміти реалізовувати методи машинного навчання на базі бібліотек мови Python	Практичні заняття	Поточні квізи, Семестровий проєкт	10
	4.1 Виконати власний проєкт для ML-assisted обробки спектрів	Практичні заняття	Семестровий проєкт	20

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	2.1	4.1
Програмні результати навчання (назва)				
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової	x	x		

оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.				
ПРН2. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.	x	x		
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.	x	x	x	x
ПРН6. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.	x	x		
ПРН8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.			x	x
ПРН9. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.	x	x	x	x
ПРН10. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів	x		x	x
ПРН13. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.		x		x
ПРН15. Знати, аналізувати, прогнозувати та оцінювати основні екологічні аспекти загального впливу промисловотехнологічної діяльності людства, а також окремих фізичних і астрономічних явищ, наукових досліджень та процесів (природних і штучних) на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини		x	x	x
ПРН22. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства		x		x
ПРН23. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.	x			
ПРН26. Мати базові навички проведення теоретичних та експериментальних наукових досліджень в галузі оптики, лазерної фізики та оптоелектроніки, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.			x	x

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Поточні квізи на лекціях 10 балів
2. Модульна контрольна робота по теоретичній частині курсу (Частина 1) 25 балів
3. Семестровий проєкт по практичній частині курсу (Частина 2) 25 балів

- підсумкове оцінювання (у формі екзамену/комплексного екзамену, диференційованого заліку)²:

Залік 40 балів

- умови допуску до підсумкового заліку:

- Захищений семестровий проєкт
- Набрано не менше 36 балів.

7.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

Поточні квізи проводяться на початку кожної лекції.

МКР – 10-12 тиждень навчання

Захист проєкту – орієнтовно 18й тиждень

Дедлайни по кожному з видів робіт та приклади завдань, що використовуються, повідомляються студентам не пізніше ніж за 2 тижні до дедлайнів/проведення робіт.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

² Залік виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру і не передбачає додаткових заходів оцінювання для успішних студентів.

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних та практичних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
1	Introduction to Machine Learning Methods. Definition, vocabulary, types of machine learning Data preprocessing Practical: data preprocessing in Python, elements of numpy	4	4	6
2	Classification: K-neighbors, decision trees, Naïve Bayesian Linear Discriminate Analysis Practical: my first classification models	4	4	6
3	Evaluation and diagnostics of supervised classification Practical: evaluation of models from pr. 2,3	2	2	6
4	Optimization of learning models Practical: selecting the best classification model	2	2	6
5	Regression models Practical: my first regression model	4	4	6
6	Ensemble methods Practical: ensemble methods	2	2	6
7	Clustering and dimensionality reduction Practical: Clustering exercises	4	4	6
8	Time series Practical: Time series	2	2	6
9	Neural Networks, CNNs Practicals: NN, CNN	4	4	6
10	Introduction to LLMs Practical: ML in optics: project presentations	2	2	6
	ВСЬОГО³	30	30	60

*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 120 год.⁴, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – 30 год.

Семінари – 0 год.

Практичні заняття - 30 год.

Лабораторні заняття - 0 год.

³ У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год. – час тривалості пари*).

⁴ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

Тренінги - __0__ год.
Консультації - __0__ год.
Самостійна робота - _60__ год.

9. Рекомендовані джерела⁵:

Основна:

1. Acquaviva, V “Machine Learning for Physics and Astronomy”, Princeton University Press, 2023
2. Faul, A.C. “A Concise introduction to machine learning”, CRC press, 2020
3. Erdmann M et al. “Deep Learning for Physics Research”, World Scientific Publishing Company, 2021

10. Додаткові ресурси (за наявності):

4. Muller A.C, Guido, S. “Introduction to Machine Learning with Python”, O’Reilly Media 2017
5. McKinney, W “Python for Data Analysis” O’Reilly Media 2022

Посилання на електронні ресурси (не тільки відкриті) на яких розміщено додаткову інформацію щодо дисципліни — приклади контрольних і екзаменаційних завдань, тематика рефератів, методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт, тощо)

Голова Науково-методичної ради

А.П. Гожик