

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій
ім. О. О. Зеленського (№ 504)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Віктор МАКАРІЧЕВ

(ім'я та прізвище)

28 серпня 2025 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи машинного навчання в інфокомунікаціях

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інформаційні мережі зв'язку»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Рубель А. С., старший викладач, доктор філософії

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри _____
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського (№ 504)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Володимир ЛУКІН

(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:



(підпис)

Федір АПАНАСЮК

(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Рубель Андрій Сергійович

Посада: старший викладач

Науковий ступінь: доктор філософії (PhD)

Вчене звання: -

Перелік дисциплін, які викладає:

Цифрова обробка сигналів (КР); Основи машинного навчання; Програмування мобільних додатків; Кібербезпека інфокомунікаційних систем

Напрями наукових досліджень:

цифрова обробка зображень, цифрова обробка сигналів, машинне навчання

Контактна інформація: a.rubel@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	1-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	4 кредити ЄКТС / 120 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 16; СРЗ – 72)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	«Основи програмування на Python»

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – набуття студентами знань, основних принципів і практичних навичок в області аналізу даних і машинного навчання для вирішення прикладних задач в інфокомунікаційній галузі в умовах широкого використання сучасних інформаційних технологій.

Завдання – вивчення основних алгоритмів машинного навчання і оволодіння практичними навичками побудови моделей машинного навчання з використанням мови програмування Python.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми в галузі побудови інформаційних мереж зв'язку, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій при застосуванні методів і принципів побудови та оптимізації сучасних технологій розподілу і оброблення багатоканальних інформаційних даних.

Загальні компетентності (ЗК):

- Здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання;
- Здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності;
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність), виявляти, ставити та вирішувати проблеми, знаходити оптимальні шляхи щодо розв'язання задач.

Спеціальні компетентності:

- здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення завдань в сфері розподілу і обробки багатоканальних інформаційних даних;
- здатність організовувати і проводити фізичні та чисельні експериментальні дослідження;
- здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи економічні та етичні;
- здатність застосовувати математичну теорію організації і планування експерименту, розробляти плани проведення досліджень, вибрати алгоритми оброблення інформації, а також застосовувати необхідне програмне забезпечення для автоматизації обчислень.

Програмні результати навчання:

- знання і розуміння сучасних методів проведення науково-дослідних робіт, фізико-математичних методів, що застосовуються в інженерній і дослідницькій практиці, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;
- знання з математичних і логічних побудов, які є основою оптимізації радіотехнічних та інформаційних систем та мереж, їх окремих пристроїв, що проектуються, експлуатуються чи досліджуються;
- знання основних принципів реалізації інформаційних та телекомунікаційних мереж на різних етапах життєвого циклу;
- уміння ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу приладів і систем та їх модулів, знаходити причини низької ефективності та усувати їх.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Основи теорії машинного навчання

Тема 1. Вступ до машинного навчання.

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в учбовому плані. Штучний інтелект і машинне навчання як його складова частина. Основні поняття машинного навчання: дані, ознаки, алгоритми. Основні позначення. Постановка завдання машинного навчання. Класифікація методів машинного навчання. Приклади прикладних завдань машинного навчання. Методологія машинного навчання CRISP-DM. Основні інструменти і бібліотеки.

Лекція № 1. Вступ до дисципліни. Основні поняття і позначення.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції.

Тема 2. Лінійна алгебра і бібліотеки Python.

Лінійна алгебра у машинному навчанні. Вектори, векторний простір, матриці і операції над ними. Розв'язання систем лінійних рівнянь. Власні вектори і власні значення. Бібліотеки Python (NumPy, SciPy) і лінійна алгебра.

Лекція № 2. Лінійна алгебра і бібліотека Python.

Практична робота «Бібліотеки Python і лінійна алгебра».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичної роботи.

Тема 3. Обробка і аналіз даних за допомогою бібліотеки Pandas.

Дані. Основи роботи з даними у бібліотеці Pandas. Основні структури даних бібліотеки Pandas. Основи попередньої обробки і аналізу даних. Завантаження, запис, очищення, фільтрація, обробка і групування даних у pandas.

Лекція № 3. Обробка даних за допомогою бібліотеки Pandas.

Практична робота «Обробка даних за допомогою бібліотеки Pandas».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичної роботи.

Тема 4. Регресія. Лінійна регресія. Лінійні моделі машинного навчання. Регресія. Формулювання завдання лінійної регресії. Метод найменших квадратів (МНК). Зведення до задачі оптимізації. Функція втрат. Аналітичний розв'язок МНК. Наближений чисельний метод розв'язання МНК. Алгоритм градієнтного спуску. Стохастичний градієнтний спуск. Теорема Гаусса-Маркова. Проблеми аналітичного методу МНК. Проблема мультиколінеарності. Розкладання помилки прогнозу лінійної регресії на зміщення (bias) і розкид (variance). Проблема недонавчання і перенавчання моделі. Регуляризація лінійної регресії. Регресія LASSO. Гребенева (Ridge) регресія. ElasticNet. Критерії якості моделі. Метрики регресії: середньоквадратична похибка (MSE, RMSE), коефіцієнт детермінації, середня абсолютна похибка (MAE), середня абсолютна відсоткова помилка (MAPE). Вибір метрики.

Лекція № 4. Лінійна регресія.

Лекція № 5. Регуляризація регресії.

Лекція № 6. Метрики регресії.

Практична робота «Лінійна регресія».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичної роботи.

Тема 5. Поліноміальна регресія.

Модель поліноміальної регресії. Вибір ступеню полінома. Проблема перенавчання моделі.

Лекція № 7. Поліноміальна регресія. Проблема перенавчання і недонавчання моделі.

Практична робота «Поліноміальна регресія».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичної роботи.

Тема 6. Масштабування ознак і валідація моделі.

Масштабування ознак. Стандартизація ознак. Нормалізація ознак. Крос-валідація моделі. Розбиття вибірки на навчальну і тестову вибірки. Підбір гіперпараметрів моделей. Grid search.

Лекція № 8. Масштабування ознак і валідація моделі.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 1 «Основи теорії машинного навчання».

Змістовний модуль 2. Класичні методи машинного навчання

Тема 7. Класифікація. Логістична регресія.

Лінійна класифікація. Постановка задачі лінійної класифікації. Бінарна класифікація. Логістична регресія як лінійний класифікатор. Логістична функція. Оцінка максимальної правдоподібності і логістична регресія. Регуляризація логістичної регресії. Багатокласова класифікація. Багатокласова логістична регресія. Метрики класифікації: метрика Ассурасу, матриця помилок

(confusionmatrix), точність (precision), повнота (recall), міра F1, TPR (true positive rate), FPR (false positive rate), AUC, крива ROC.

Лекція № 9. Бінарна класифікація. Логістична регресія.

Лекція № 10. Багатокласова класифікація. Багатокласова логістична регресія. Метрики класифікації.

Практична робота «Логістична регресія».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичної роботи.

Тема 8. Метричні методи навчання.

Метричні методи навчання. Постановка задачі класифікації у випадку використання метода найближчих сусідів. Метод k найближчих сусідів (k-nearest neighbors (KNN)). Метрики відстані. Пошук найближчих сусідів. Постановка задачі регресії у випадку використання метода найближчих сусідів. Ядерна регресія. Формула Надарая–Ватсона.

Лекція № 11. Метричні методи навчання. Метод k найближчих сусідів.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції.

Тема 9. Дерева рішень.

Визначення вирішального дерева. Критерії розгалуження. Критерій інформативності у задачі регресії. Критерій інформативності у задачі класифікації. Критерій Джині (Gini index). Методи регуляризації дерев рішень.

Лекція № 12. Дерева рішень.

Лекція № 13. Регуляризація дерев рішень.

Практична робота «Дерева рішень».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичної роботи.

Тема 10. Випадковий ліс.

Композиція моделей (ансамблі). Bagging. Bagging для дерев рішень. Випадковий ліс для побудови моделі класифікації. Побудова моделі випадкового лісу для задачі регресії.

Лекція № 14. Випадковий ліс.

Практична робота «Випадковий ліс».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичної роботи.

Тема 11. Навчання без учителя. Кластеризація.

Постановка задачі навчання без учителя. Задача кластеризації. Кластеризація методом k-середніх. Вибір початкового наближення і метрики відстані. Ієрархічна кластеризація. Алгоритм DBSCAN. Метрики якості кластеризації.

Лекція № 15. Навчання без учителя. Кластеризація методом k-середніх.

Лекція № 16. Ієрархічна кластеризація. Метрики якості кластеризації.

Практична робота «Кластеризація».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичної роботи, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 2 «Класичні методи машинного навчання».

5. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

6. Методи навчання

Використовуються наступні методи навчання: словесні, наочні та практичні, а саме: проведення лекцій (із застосуванням пояснювально-ілюстративного та проблемного викладання навчального матеріалу), робота на практичних заняттях (із застосуванням як репродуктивного методу, так і проблемного викладання), консультації протягом семестру, самостійна робота за матеріалами, опублікованими кафедрою, використання мережі Internet.

7. Методи контролю

Поточний контроль: виконання практичних завдань, контроль засвоєння навчального матеріалу, запланованого на самостійне опрацювання студентом.

Контроль:

- поточний контроль (оцінювання роботи студентів на практичних заняттях);
 - модульний контроль за змістовними модулями
- Семестровий контроль – іспит (проводиться у формі тестових завдань).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Модульний контроль (теми 1–6)	0...30	1	0...30
Виконання і захист практичних робіт	0..5	4	0..20
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль (теми 7-11)	0...30	1	0...30
Усього за семестр			0..100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту.

Під час складання семестрового іспиту здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 60 запитань (теоретичних питань та практичних завдань) з 4 – 6 варіантами відповідей (окремі питання потребують вибору декількох правильних відповідей). За кожен вірну відповідь здобувач отримує 1 бал (сума – 100 балів).

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Виконати всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вирішувати найпростіші задачі модульного контролю. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися під час виконання практичних робіт.

Добре (75-89). Показати середній рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріплювати вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Виконати всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вміти застосовувати типові алгоритми та програмні рішення, подібні використовуваним на практичних заняттях.

Відмінно (90-100). Показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Виконати всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх на практиці.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Відвідування лекційних та практичних занять є обов'язковим. Допускаються пропуски занять з таких поважних причин, як хвороба, сімейні обставини, участь в олімпіаді, творчому конкурсі тощо за попереднього домовленістю та згодою викладача за умов дозволу деканату (викладачу надаються копії довідок, документів або інших матеріалів, які підтверджують причину пропуску). За умов дистанційного навчання поважними причинами пропусків можуть бути порушення у функціонуванні електромереж і збої в роботі Інтернету. Відпрацювання пропущених занять є обов'язковим незалежно від причини пропущеного заняття. Відпрацювання лекційного матеріалу передбачає самостійне вивчення пропущеного теоретичного матеріалу та складання тесту за цим матеріалом. Відпрацювання практичного заняття полягає в самостійному виконанні завдань пропущеної практичної роботи та складанні письмового звіту з роботи.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману. У разі виявлення плагіату (шляхом порівняння виконаних практичних робіт) бали за роботу обнуляються з можливістю перескладання цієї роботи.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання *Ментор* знаходиться за посиланням: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=7504>

2. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Прикладний аналіз даних на Python" для бакалаврів / М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", Каф. вищ. математики та систем. аналізу (№ 405); розроб. В. О. Макарічев. - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. - 177 с . - <http://library.khai.edu/library/fulltexts/2021/complex/>

3. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Програмування на PYTHON" для бакалаврів / М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", Каф. вищ. математики та систем. аналізу (№ 405) ; розроб. В. О. Макарічев. - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. - 133 с . - <http://library.khai.edu/library/fulltexts/2021/complex/>

11. Рекомендована література

Базова

1. Басюк, Т. М. Машинне навчання : навчальний посібник призначений для студентів, що навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти за спеціальностями галузі знань 12 "Інформаційні технології" /Т.М. Басюк, В.В. Литвин, Л.М. Захарія, Н.Е. Кунанець; Національний університет "Львівська політехніка", Інститут комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Кафедра інформаційних систем та мереж. – Львів :Видавництво "Новий світ-2000", 2021. – 329 с.

Додаткова

1. Маттес Е. Пришвидшений курс Python: практичний, проєктно-орієнтований вступ до програмування / Е. Маттес. - Львів. - Вид-во Старого Лева, 2021. - 600 с.

12. Інформаційні ресурси

1. <https://www.python.org/doc/>
2. <https://jupyter.org/>
3. Google Colab, <https://colab.research.google.com/notebooks/welcome.ipynb?hl=uk>
4. <https://numpy.org/doc/stable/>
5. <https://matplotlib.org/stable/users/index.html>
6. Matplotlib tutorials, <https://matplotlib.org/stable/tutorials/index.html>
7. Pandas documentation, <https://pandas.pydata.org/docs/>
8. Seaborn user guide and tutorial, <https://seaborn.pydata.org/tutorial.html>
9. Бібліотека scikit-learn, <https://scikit-learn.org/stable/>