



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Математичні основи штучного інтелекту

Шифр та назва спеціальності

F5 – Кібербезпека та захист інформації

Інститут

ННІ комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Спеціалізація**Кафедра**

Кібербезпеки (328)

Освітня програма

Кібербезпека

Тип дисципліни

Вибіркова

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Форма навчання

Денна, заочна

Семестр

5

Мова викладання

Українська, англійська

Викладачі, розробники

**ПОГАСІЙ Сергій Сергійович**

Serhii.Pohasii@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, доцент, професор кафедри кібербезпеки НТУ «ХПІ».

Кількість наукових публікацій: понад 95, з них патентів на корисну модель 2, 6 монографій, з яких 4 колективних монографій, 4 навчальних посібників, з яких 4 з грифом Міністерства освіти і науки України, 65 статті у закордонних виданнях та фахових виданнях України, з них 11 у наукометричній базі Scopus. Гарант освітньо-наукової програми «Кібербезпека» третього (доктор філософії) рівня вищої освіти, провідний лектор з дисциплін: «Аналогові та цифрові електронні пристрої», «Інтернет речей та сервісів», «Безпека хмарних технологій», «Основи побудови та захисту сучасних операційних систем», «Моделювання систем критичної інфраструктури», «Основи побудови та захисту мікропроцесорних систем», «Безпека смарт-технологій та Інтернет-речей», «Інформаційно-комунікаційні системи у сфері національної безпеки» у студентів бакалавріата та магістратури, Розділ «Інформаційна безпека хмарних сервісів», «Сучасні методи захисту соціо-кіберфізичних систем», «Моделювання механізмів кібербезпеки» для аспірантів.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс "Математичні основи штучного інтелекту" охоплює базові математичні концепції та методи, що лежать в основі сучасних алгоритмів і систем штучного інтелекту (ШІ). Студенти вивчатимуть такі області як лінійна алгебра, ймовірність і статистика, математичний аналіз, оптимізація та теорія графів, які є необхідними для розуміння алгоритмів машинного навчання, нейронних мереж, прийняття рішень і обробки даних. Лабораторні заняття допомагають студентам закріпити отримані знання на практиці.

Мета та цілі дисципліни

Метою навчальної дисципліни "Математичні основи штучного інтелекту", є забезпечення студентів теоретичними та практичними знаннями з математичних основ, необхідних для розуміння та розробки методів і алгоритмів штучного інтелекту.

Формат занять

Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК8. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

СК10. Здатність виконувати моніторинг інформаційних процесів, аналізувати, виявляти, оцінювати можливі вразливості та загрози інформаційному простору й інформаційним ресурсам згідно з встановленою політикою інформаційної безпеки.

Результати навчання

РН6. Адаптуватися до нових умов і технологій професійної діяльності, прогнозувати кінцевий результат.

РН7. Застосовувати й адаптувати теорії інформації та кодування, математичної статистики, чисел, криптографії та стеганографії, оброблення та передачі сигналів тощо, принципи, методи і поняття кібербезпеки та захисту інформації у навчанні та професійній діяльності.

РН8. Застосовувати знання й розуміння математики та фізики в професійній діяльності, формалізувати задачі предметної галузі кібербезпеки та захисту інформації, формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення.

РН21. Виконувати впровадження, підтримку, аналіз ефективності систем виявлення несанкціонованого доступу, дій з інформацією в інформаційній системі, вразливостей, можливих загроз інформаційному простору та інформаційним ресурсам та використовувати комплекси захисту для забезпечення необхідного рівня захищеності інформації в інформаційних системах.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредити ECTS): лекції – 16 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 58 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Вища математика, Основи математичного моделювання систем безпеки.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

В ході викладання дисципліни викладачем застосовуються пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) та репродуктивний методи навчання. В якості методів викладання, які направлені на активізацію та стимулювання навчально-пізнавальної діяльності здобувачів, застосовуються презентації, бесіди, індивідуальні групові проекти, майстер-класи.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Вступ до математичних методів у штучному інтелекті. Лінійна алгебра для штучного інтелекту. Огляд ключових математичних розділів, що застосовуються в ШІ. Роль математики у розробці моделей машинного навчання. Вектори, матриці, операції над ними. Власні вектори, власні значення, сингулярний розклад матриць (SVD).	2
Тема 2. Ймовірність і статистика у ШІ. Теорія прийняття рішень на основі ймовірностей. Основи ймовірнісних розподілів. Умовні ймовірності, Байєсівські мережі, закони великих чисел. Теорія Байєса та її застосування у ШІ. Прогнозування на основі ймовірнісних моделей.	2
Тема 3. Математичний аналіз та його застосування у ШІ. Похідні, градієнти, інтеграли. Градієнтний спуск: основи та модифікації (стохастичний, міні-батч). Методи моделювання. Інструменти для симуляції. Прикладні задачі моделювання.	2
Тема 4. Теорія графів та алгоритми на графах. Базові поняття графів: вершини, ребра, ступені. Алгоритми пошуку на графах та їх використання у штучному інтелекті.	2
Тема 5. Чисельні методи у задачах ШІ. Основи чисельної лінійної алгебри. Методи для розв'язування лінійних систем та найменших квадратів.	2
Тема 6. Математичні основи оптимізації. Задачі оптимізації у машинному навчанні. Градієнтний спуск та методи прискорення оптимізації (метод Ньютона, моментум).	2
Тема 7. Методи регуляризації у машинному навчанні. L1 та L2 регуляризація. Проблема перенавчання та боротьба з ним за допомогою регуляризації.	2
Тема 8. Основи теорії інформації та ентропії. Визначення інформації та ентропії. Крос-ентропія, дивергенція Кульбака-Лейблера та їх використання в алгоритмах ШІ.	2
Загальна кількість годин	16

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти α
Тема 1 Основи роботи з лінійною алгеброю. Операції з векторами та матрицями. Власні значення та розклади	2	1

матриць.		
Тема 2. Моделювання випадкових подій за допомогою ймовірнісних методів. Розрахунок умовних ймовірностей. Реалізація Байєсівських мереж.	2	1
Тема 3. Градієнтний спуск. Реалізація градієнтного спуску для задачі мінімізації. Вивчення варіантів алгоритму (стохастичний, міні-батч).	2	1
Тема 4. Оптимізаційні методи. Практичне застосування методів оптимізації в задачах навчання моделей. Реалізація алгоритмів пошуку мінімуму.	2	1
Тема 5 Чисельні методи. Вирішення задач за допомогою методу найменших квадратів. Чисельні методи для розв'язування систем лінійних рівнянь.	2	1
Тема 6 Моделювання на графах. Реалізація базових алгоритмів на графах. Візуалізація та аналіз графових структур.	2	1
Тема 7 Практика побудови нейронної мережі. Побудова простої нейронної мережі з використанням бібліотек (наприклад, TensorFlow, PyTorch) навчання моделі та аналіз результатів.	2	1
Тема 8 Кластеризація та регресія. Реалізація алгоритмів кластеризації та регресії на реальних даних. Оцінка та візуалізація результатів моделі.	2	1
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^m a_i=3$

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт	Вагові коефіцієнти b
Тема 1. Лінійна алгебра та ймовірність у штучному інтелекті. Вектори, матриці та операції над ними. Власні вектори, власні значення, сингулярний розклад (SVD). Основи ймовірнісних розподілів та умовних ймовірностей. Байєсівські мережі та прогнозування на основі ймовірнісних моделей.	0,5
Тема 2. Похідні, градієнти та інтеграли. Градiєнтний спуск: стохастичний та міні-батч. Методи чисельної лінійної алгебри для розв'язування систем рівнянь та задач найменших квадратів. Інструменти моделювання та прикладні задачі симуляції.	0,5
Тема 3. Оптимізація, регуляризація та теорія інформації у ШІ. Задачі оптимізації у машинному навчанні та методи прискорення (Ньютон, моментум). L1 та L2 регуляризація, боротьба з перенавчанням. Основи теорії інформації: ентропія, крос-ентропія, дивергенція Кульбака-Лейблера. Використання теорії інформації в алгоритмах ШІ.	1
Загалом	$\sum_{i=1}^m b_i=2$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу

Опрацювання теоретичного матеріал

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Тензорна алгебра та її роль у сучасних моделях ШІ. Визначення та властивості тензорів. Операції над тензорами: додавання, множення, транспонування. Тензорні розклади (CP, Tucker). Використання тензорів у глибоких нейронних мережах.	6
Тема 2. Марковські ланцюги та процеси у прогнозуванні та моделюванні. Марковська властивість. Перехідні матриці ймовірностей. Стаціонарні розподіли. Використання в системах рекомендацій і прогнозуванні.	6
Тема 3. Методи чисельної оптимізації для великих даних. Стохастичний градієнтний спуск (SGD). Адаптивні методи (Adagrad, RMSprop, Adam). Проблеми збіжності. Оптимізація в розподілених системах.	6
Тема 4. Методи зменшення розмірності (PCA, t-SNE, UMAP). Постановка задачі зменшення розмірності. Головні компоненти (PCA). t-SNE: нелінійне відображення даних. UMAP: сучасний метод візуалізації даних.	6
Тема 5. Теорія випадкових процесів у штучному інтелекті. Випадкові процеси та їх класифікація. Пуассонівський процес. Броунівський рух. Використання у фінансовому прогнозуванні та ШІ.	6
Тема 6. Використання похідних вищих порядків у машинному навчанні. Гессе та його властивості. Метод Ньютона та квазі-Ньютона. Використання у другорядних оптимізаційних методах. Обчислювальна складність.	6
Тема 7. Математичні основи глибокого навчання: функції активації та їх властивості. Лінійні та нелінійні функції активації. Sigmoid, Tanh, ReLU, Leaky ReLU. Сучасні функції (ELU, GELU, Swish). Вплив на збіжність та точність моделей.	6
Тема 8. Методи оцінки узагальнювальної здатності моделей ШІ. Крос-валідація. Bias-variance tradeoff. Метрики якості (MAE, MSE, ROC, AUC). Методи боротьби з перенавчанням.	6
Тема 9. Інформаційна теорія та стиснення даних у контексті ШІ. Поняття інформації та ентропії. Алгоритми стиснення (Huffman, LZW). Крос-ентропія як функція втрат. Використання в NLP та нейронних мережах.	5
Тема 10. Стохастичні методи оптимізації: Simulated Annealing, Genetic Algorithms, Swarm Intelligence. Загальні принципи евристичної оптимізації. Метод імітації відпалу. Генетичні алгоритми: відбір, кросовер, мутації. Ройовий інтелект (PSO, Ant Colony Optimization).	5
Загальна кількість годин	58

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості..

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

За даним компонентом врахування тем, у разі успішного завершення курсів, не передбачено.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Глибовець А. М., Гулаєва Н. М. Еволюційні алгоритми. М. - К.: НАУКМА, 2013., 828с.
2. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми – К.:«Корнійчук», 2008. – 446 с. URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2016/Kononyk_2008_470.pdf
3. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах: підручник / В.В.Кирик. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, вид-во "Політехніка". - 2019.-224 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/34259dab-7eaa-4b78-86d9-4a000d90b2be/content>

Додаткова література

1. Литвин, В.В. Інтелектуальні системи / В.В. Литвин. - Львів: Новий світ-2000. - 2009. URL: https://ns2000.com.ua/wp-content/uploads/2019/11/Intelektual_system.pdf
2. Методи та системи штучного інтелекту: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» / Уклад. : А.С. Савченко, О. О. Синельников. – К. : НАУ, 2017. – 190с. URL: <https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/40676/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%20%D1%88%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%96%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%20%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD.pdf>
3. Руденко О. Г., Бодяньський Є. В. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. — Харків: ТОВ "Компанія СМІТ", 2006. — 404 с. URL: <https://f.eruditor.link/file/260293/>
4. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень. Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. — 341 с. URL: <https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/63742fdf-b5e4-46e2-83b4-561d97c2cffe/content>.

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,3	0,3		0,4

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \Pi_k \cdot k_4$$

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

I – оцінка за виконання індивідуального завдання

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи

Π_k – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (П, К, І,...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої О з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.08.2025



Завідувач кафедри
Сергій ЄВСЕЄВ

30.08.2025



Гарант ОП
Сергій ЄВСЕЄВ