



ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування¹</i>
Спеціальність	<i>151 Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кр. (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / поточний контроль, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., Рупіч Сергій Сергійович, xyqserg@gmail.com Практичні: к.т.н., Рупіч Сергій Сергійович, xyqserg@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://ecampus.kpi.ua/</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Технології штучного інтелекту у автоматизованих системах» забезпечує підготовку бакалаврів спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньої програми «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» в галузі аналізу та синтезу сучасних систем автоматизації, що застосовуються, зокрема, в приладобудуванні.

Метою дисципліни є підсилення у студентів здатностей:

- здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації;
- здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та система автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування;
- здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

¹В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану.

Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

Основні завдання кредитного модуля.

Після засвоєння кредитного модуля студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації;
- аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації;
- застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв;
- вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування;
- вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення кредитного модуля базується на знаннях з дисциплін «Математика», «Комп'ютерне моделювання процесів і систем» та «Програмування».

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються при виконанні випускної кваліфікаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

- **Тема 1. Введення в машинне навчання.**

Базові поняття та визначення. Основні алгоритми машинного навчання. Види навчання: з учителем, без вчителя, з підкріпленням. Типи завдань: завдання класифікації, задача регресії, задача кластеризації, завдання прогнозування. Проблеми машинного навчання.

- **Тема 2. Задача регресії.**

Метод найменших квадратів. Вимірювання помилок в задачах регресії (MSE , $RMSE$, MAE , R^2). Проблема мультиколінеарності. Поліноміальна регресія. Регуляризація.

- **Тема 3. Задача класифікації.**

Лінійна модель класифікації. Логістична регресія як лінійний класифікатор. Функція втрат. Логістична функція з регуляризацією. Матриця помилок класифікації (*Confusion matrix*). Метрики якості класифікації. Алгоритми метричної класифікації.

- **Тема 4. Древоподібні моделі машинного навчання.**

Етапи побудови дерева рішень. Вибір критерія точності прогнозу. Метрики розгалуження. Правила розбиття. Критерій зупинки алгоритму. Основні технології випадкового лісу.

- **Тема 5. Ансамблі моделей**

Основний принцип моделей беггінгу. Модель бустингу та порівняння ансамблів. Градієнтний бустинг в різних задачах машинного навчання.

- **Тема 6. Нейронні мережі. Базові поняття.**

Історія розвитку та класифікація нейронних мереж. Метод зворотного поширення похибки. Структура простої нейронної мережі. Правила та види навчання. Функції активації. Моделювання та класифікація.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

- 1. Інтелектуальні та інформаційні системи. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / А. С. Момот, М. С. Мамута ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,42 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 221 с.*
- 2. Могильний С. Б. Машинне навчання з використанням мікрокомп'ютерів: навч.-метод. посіб. / за ред. О. В. Лісового та ін. – К., 2019. – 226 с.*
- 3. Машинне навчання та обробка сигналів в біомедичних електронних системах. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка», освітньою програмою «Електронні мікро- і наносистеми та технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. К. О. Іванько, А. О. Попов, Н. Г. Іванушкіна. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,85 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 97 с.*
- 4. Кононова К. Ю. Машинне навчання: методи та моделі: підручник для бакалаврів, магістрів та докторів філософії спеціальності 051 «Економіка» / К. Ю. Кононова. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – 301 с.*

Додаткова

- 1. Рашка, С. Python та машинне навчання: вкрай необхідний посібник з новітньої передбачуваної аналітики, обов'язкове для більш глибокого розуміння методології машинного навчання [Електронний ресурс]: керівництво / С. Рашка; пер. з англ. Логунова А. В. – М. : ДМК Прес, 2017. - 418 с. - Режим доступу : <https://e.lanbook.com/book/100905>*
- 2. Коельйо, Л. П. Побудова систем машинного навчання мовою Python [Електронний ресурс] / Л. П. Коельйо, В. Річарт; пер. з англ. Слінкін А. А. – М. : ДМК Прес, 2016. - 302 с. - Режим доступу : <https://e.lanbook.com/book/82818>*
- 3. Флах, П. Машинне навчання. Наука та мистецтво побудови алгоритмів, які здобувають знання з даних [Електронний ресурс] / П. Флах. – М. : ДМК Прес, 2015. - 400 с. - Режим доступу: <https://e.lanbook.com/book/69955>*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання - лекції, практичні заняття/комп'ютерні практикуми та самостійна робота студентів.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

- 1. Введення у машинне навчання. Базові поняття, основні визначення та алгоритми.*

2. Види навчання: з учителем, без вчителя, з підкріпленням. Типи завдань: завдання класифікації, задача регресії, задача кластеризації, завдання прогнозування. Проблеми машинного навчання.
3. Розв'язання задачі регресії. Метод найменших квадратів. Вимірювання помилок в задачах регресії (MSE, RMSE, MAE, R2). Проблема мультиколінеарності. Поліноміальна регресія. Регуляризація.
4. Розв'язання задачі класифікації. Лінійна модель класифікації. Логістична регресія як лінійний класифікатор. Функція втрат. Логістична функція з регуляризацією.
5. Матриця помилок класифікації (Confusion matrix). Метрики якості класифікації. Алгоритми метричної класифікації.
6. Древоподібні моделі машинного навчання. Етапи побудови дерева рішень. Вибір критерія точності прогнозу. Древоподібні моделі машинного навчання. Метрики розгалуження. Правила розбиття. Критерій зупинки алгоритму. Випадковий ліс. Навчання випадкового лісу. Переваги та недоліки випадкового лісу.
7. Ансамблі моделей. Принцип побудови беггінгу. Беггінг лінійних класифікаторів. Ансамблі моделей. Модель бустингу. Ансамбль з простих моделей. Порівняння результатів бустингу слабких та сильних моделей. Градієнтний бустинг. Градієнтний бустинг в задачі регресії. Градієнтний бустинг в задачі класифікації. Градієнтний бустинг над древоподібними моделями.
8. Історія розвитку, основні поняття та класифікація нейронних мереж.
9. Метод прямого поширення похибки. Структура простої нейронної мережі. Метод зворотного поширення похибки. Правила та види навчання. Функції активації.

Практичні заняття/ комп'ютерні практикуми:

1. Огляд основних бібліотек для машинного навчання на мові Python. (4 години)
2. Побудова та відбір ознак. Візуалізація даних (4 години)
3. Розв'язання задачі регресії. (2 години)
4. Розв'язання задачі класифікації. (2 години)
5. Древоподібні моделі: дерево рішень, випадковий ліс. (2 години)
6. Ансамблі моделей: беггінг, бустинг, градієнтний бустинг. (2 години)
7. Модульна контрольна робота. (2 години)

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання передбачають розв'язання практичних завдань для закріплення теоретичного матеріалу та підготовки до практичних занять/комп'ютерних практикумів. Модульна контрольна робота полягає у визначенні та аналізі параметрів та характеристик математичних моделей для досягнення найкращої ефективності класифікації та розпізнавання, виконується аналітично та на ПК.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На самостійну роботу студентів виділяється 66 годин, з яких 6 годин - на підготовку до заліку і 60 годин на опрацювання матеріалів лекцій та вивчення навчальної літератури відповідно до структури дисципліни.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:** Zoom (посилання на конференцію)
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни;
 - дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин;
- **правила виконання завдань на практичних заняттях**
 - на практичному занятті студент надає виконане практичне завдання для перевірки викладачу, під час опитування відповідає на запитання викладача;
 - при дистанційному навчанні надсилає виконане практичне завдання за темою заняття на електронну адресу викладача чи Telegram канал, чи з використанням інших засобів дистанційної комунікації, під час опитування відповідає на запитання викладача;
 - в окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту виконаного практичного завдання;
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;
 - при округленні до цілого числа всі цифри, що йдуть за наступним розрядом замінюються нулями;
 - якщо цифра розряду, що залишився, 5 або більша, то ціле число збільшується на одиницю, а розряд прирівнюється до нуля;

- якщо цифра розряду, що залишився, менша за 5, то ціле число не змінюється, а розряд прирівнюється до нуля.

- **політика оцінювання контрольних заходів:**

- оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
- негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	виконання індивідуальних завдань на практичних заняттях/комп'ютерних практикумах (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	6	10	60
2	Виконання модульної контрольної роботи (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	1	40	40
Усього:				100

Шкала оцінювання індивідуальних завдань на практичних заняттях/комп'ютерних практикумах:

- повністю правильно виконано завдання з поясненням, повні та правильні відповіді на запитання за виконаними завданнями - 10 балів;
- роботу виконано без помилок з незначними недоліками/обмеженим поясненням (правильно виконано не менше 75% завдання), відповіді правильні з деякими помилками – 8-9 балів;
- роботу виконано з певними помилками (правильно виконано не менше 60% завдання), відповіді неповні, з помилками – 6-7 балів;
- завдання не виконано/ виконано з грубими помилками (правильно виконано менше 60% завдання) - 0 балів.

Модульна контрольна робота складається з трьох запитань: двох теоретичних та одне практичного характеру. У цілому студент може отримати 40 балів (по 10 балів за теоретичні та 20 балів за практичне питання).

Шкала оцінювання модульної контрольної роботи:

Для теоретичного питання:

- повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 10 балів.
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або є незначні неточності)- 8-9 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки)- 6-7 балів для теоретичного;
- незадовільна відповідь (менше 60% необхідної інформації, принципові помилки, або відповідь відсутня) - 0 балів.

Для практичного питання:

- повна правильна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 19-20 балів.
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або є незначні неточності)- 16-18 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки)- 12-15 балів для практичного;
- незадовільна відповідь (менше 60% необхідної інформації, принципові помилки, або відповідь відсутня) - 0 балів.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме на менш ніж 15 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 20 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 30 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 45 балів).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: оцінка з модульної контрольної роботи не менше 24 балів, семестровий рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які виконали МКР, всі практичні заняття, але набрали менше 60 балів, або які бажають підвищити оцінку, можуть виконувати залікову контрольну роботу, яка складається з однієї практичної задачі. У цілому студент може одержати за залікову контрольну роботу або підвищити оцінку не більше, ніж на 20 балів:

- повне і безпомилкове правильне розв'язання задачі, правильні відповіді на запитання – 19-20 балів;
- розв'язання задачі з незначними помилками (правильно вирішено не менше 75% завдання), відповіді з незначними неточностями – 15-18 балів
- розв'язання задачі з помилками (правильно вирішено не менше 60% завдання), відповіді обмежені, неточні– 12-14 балів;
- не розв'язана задача, або розв'язання містить суттєві помилки (правильно - менше 60% завдання) і невірний кінцевий результат– 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «Технології штучного інтелекту у автоматизованих системах» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено асистент кафедри комп'ютерно інтегрованих оптичних та навігаційних систем, к.т.н., Рупіч Сергій Сергійович

Ухвалено кафедрою КІОНС (протокол № 12 від 31.05.2023 року).

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.23)