



# Інтелектуальні та інформаційні системи

## Робоча програма навчальної дисципліни / навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</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>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни / навчальної дисципліни	<i>5 кредитів (150 год.)</i>
Семестровий контроль / контрольні заходи	<i>Залік / поточний контроль, домашня контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті <a href="http://schedule.kpi.ua/">http:// schedule.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор філософії Момот Андрій Сергійович, <a href="mailto:drewmomot@gmail.com">drewmomot@gmail.com</a> Практичні: доктор філософії Момот Андрій Сергійович, <a href="mailto:drewmomot@gmail.com">drewmomot@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/NTI4NTU0NDk3ODQw?cjc=j5fp6ge">https://classroom.google.com/c/NTI4NTU0NDk3ODQw?cjc=j5fp6ge</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

**Навчальна дисципліна** «Інтелектуальні та інформаційні системи» орієнтована на вивчення перспективних методів та алгоритмів глибинного навчання (Deep Learning) та їх реалізації на прикладах вирішення актуальних практичних задач; архітектури штучних нейронних мереж; методів оптимізації навчання нейронних мереж; методів інтелектуального розпізнавання і аналізу текстів, зображень та відео з метою обробки інформації в роботизованих системах.

Знання, які отримують студенти під час вивчення дисципліни, можуть використовуватися у подальшому під час проектування інтелектуальних автоматизованих приладів та багатоканальних систем технічної та медичної діагностики, а також під час експлуатації указаних систем.

**Предмет навчальної дисципліни:** архітектура та програмні алгоритми систем на основі штучних нейронних мереж.

**Метою навчальної дисципліни** «Інтелектуальні та інформаційні системи» є формування у студентів компетентностей:

- ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.
- СК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.
- СК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційнотехнологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **результати навчання**:

- РН 01 – Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв;
- РН 09 – Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом;

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

Вивчення кредитного модулю базується на знаннях, отриманих на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти.

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, а також при роботі за темою магістерської дисертації.

## **3. Зміст навчальної дисципліни / навчальної дисципліни**

Навчальна дисципліна «Інтелектуальні та інформаційні системи» складається з двох розділів. У першому розділі «Основи глибинного навчання» вивчаються базові поняття інтелектуальних систем на базі штучних нейронних мереж, основні архітектури та програмні алгоритми роботи нейромережевих систем. У другому розділі «Нейронні мережі для аналізу часових послідовностей» вивчаються рекурентні нейронні мережі та спеціалізовані нейромережеві архітектури для аналізу текстової інформації.

## **Розділ 1. Основи штучних нейронних мереж**

**Тема 1.1.** Історія розвитку машинного навчання. Основні елементи архітектури штучних нейронних мереж.

**Тема 1.2.** Багатошарові нейронні мережі в задачах класифікації. Оптимізація нейронних мереж.

**Тема 1.3.** Вирішення задач регресії із використанням нейронних мереж.

## **Розділ 2. Глибинне навчання**

**Тема 2.1.** Згорткові нейронні мережі. Прийоми глибинного навчання.

**Тема 2.2.** Рекурентні нейронні мережі. Мережі LSTM та GRU. Перспективи розвитку методів машинного навчання.

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **Базова**

1. Технології штучного інтелекту та основи машинного зору в автоматизації: теорія і практика: підручник для здобувачів ступеня магістра за спеціальністю 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" / А. І.Жученко, І. Ю. Черепанська, А. Ю. Сазонов, Д. О. Ковалюк. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 386 с.

2. 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. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47696>

3. Системи штучного інтелекту: навч. посіб. / Н. Б. Шаховська, Р. М. Камінський, О. Б. Вовк; Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018. – 391 с.

#### **Допоміжна**

4. Chollet F. Deep Learning with Python, Second Edition / Chollet., 2021. – 504 p.

5. Buduma N. Fundamentals of Deep Learning, 2nd Edition / N. Buduma, N. Buduma, J. Papa., 2022. – 387 p.

6. Patterson J. Deep Learning / J. Patterson, A. Gibson., 2017. – 530 p.

7. Raschka S. Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2, 3rd Edition 3rd Edition / S. Raschka, V. Mirjalili., 2019. – 770 p.

8. Trask A. Grokking Deep Learning / A. Trask.– Manning Publications, 2019. – 335 p.

9. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines (3rd Edition) / Haykin., 2016. – 944 p.

10. Goodfellow I. Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series) / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville., 2016. – 800 p.

11. Rosebrock A. Deep Learning for Computer Vision with Python. Practitioner Bundle / A. Rosebrock., 2017. – 210 p.

12. Schmidhuber, J. Deep Learning in Neural Networks: An Overview // Neural Networks. – 2015. – Vol. 61. – P. 85–117.

13. Trask A. Grokking Deep Learning / A. Trask.– Manning Publications, 2019. – 335 p.

14. Burkov A. The Hundred-Page Machine Learning Book / A. Burkov., 2019. – 160 p.

15. Weidman S. Deep Learning from Scratch: Building with Python from First Principles / Weidman., 2019. – 252 p.

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Основні форми навчання – лекції, практичні заняття (комп'ютерні практикуми) та самостійна робота студентів.

Лекційний курс розрахований на вивчення основ сучасних методів глибинного навчання та архітектур нейронних мереж для прогнозування, класифікації та аналізу часових послідовностей і є базовим для більш детального та конкретного знайомства з перспективними архітектурами глибинних нейронних мереж, які можуть бути використані в завданнях автоматизації та інтелектуалізації роботизованих систем різноманітного призначення.

## **Лекційні заняття**

### **Розділ 1**

#### **Тема 1.1**

#### **Лекція 1. Історія розвитку машинного навчання. Основні елементи архітектури штучних нейронних мереж.**

Поняття «штучний інтелект». Символьний штучний інтелект. Виникнення та розвиток методів машинного навчання [1, 2, 3].

Класичні методи машинного навчання. Штучні нейронні мережі [1, 2, 3].

Модель штучного нейрона. Активаційні функції [1, 2, 4].

Архітектура мереж прямого розповсюдження. Конективізм [1, 2, 4].

*СРС: Проаналізувати матеріал лекції з метою підготовки до практичних занять. Ознайомитись з відповідними розділами основної та додаткової літератури.*

#### **Тема 1.2**

#### **Лекція 2. Навчання нейронних мереж. Багатошарові нейронні мережі в задачах класифікації.**

Навчання нейронної мережі. Зворотне поширення помилки. Метод найшвидшого спуску (Gradient descent) і його узагальнення. Епохи. Введення в Keras і TensorFlow. [1, 2, 5].

Навчання нейронної мережі прямого поширення. Оптимізатори в Keras. Формули для поправок ваг під час навчання нейронної мережі. Приклад навчання нейронної мережі. [1, 2, 5].

Критерії якості в Keras. Факторизація та фільтрація даних. Балансування вибірок. Прошарки Batch Normalization та Dropout [1, 2, 5].

Контроль за процесом навчання мережі. Ініціалізація ваг нейронної мережі. Регуляризація ваг з метою уникнення перенавчання. [1, 2, 5].

*СРС: Проаналізувати матеріал лекції з метою підготовки до практичних занять. Ознайомитись з відповідними розділами основної та додаткової літератури.*

#### **Тема 1.3**

#### **Лекція 3. Вирішення задач регресії із використанням нейронних мереж.**

Нейронні мережі для прогнозування. Зведення задачі прогнозування до регресійної задачі [1, 2, 3].

Тренд, сезонність, характер часового ряду. Прогнозування рядів з сезонною складовою. [1, 2, 3].

*СРС: Проаналізувати матеріал лекції з метою підготовки до практичних занять. Ознайомитись з відповідними розділами основної та додаткової літератури.*

## **Розділ 2**

### **Тема 2.1**

#### **Лекція 4. Згорткові нейронні мережі.**

Розпізнавання зображень. Каскад Хаара для виділення особи на зображенні. Згортки. Згорткові прошарки (convolution layer). [1, 2].

Padding. Stride. Pooling. Декореляції [1, 2].

Мережі AlexNet та VGG-16. Аугментація даних [1, 2, 4].

Використання перенесення навчання (transfer learning). Тонкі налаштування (fine tuning) глибинних нейронних мереж [1, 2, 4].

*СРС: Проаналізувати матеріал лекції з метою підготовки до практичних занять. Ознайомитись з відповідними розділами основної та додаткової літератури.*

## Тема 2.2

**Лекція 5. Формати подання тексту для аналізу нейронними мережами. Перспективи розвитку методів машинного навчання.**

Формат представлення тексту One hot encoding. Представлення тексту щільним вектором [1, 2, 8].

Рекурентні нейронні мережі. Розгортка рекурентних прошарків у часі. Класифікація текстів нейронними мережами. Мережі довгої короткострокової пам'яті (LSTM). Мережі GRU. Аналіз текстової інформації мережами LSTM та GRU. [1, 2, 8].

Огляд перспективних архітектур глибинних мереж. Мережі для пошуку предметів на зображеннях [1, 2, 5, 7].

*СРС: Проаналізувати матеріал лекції з метою підготовки до практичних занять. Ознайомитись з відповідними розділами основної та додаткової літератури.*

**Основним завданням циклу практичних занять є закріплення лекційного матеріалу, набуття практичних навичок роботи з інтелектуальними системами та вироблення зазначених у пп. 1 умінь.**

Номер розділу	Номер роботи	Тема заняття	Об'єм (год.)
1	1	Класифікація об'єктів із використанням нейронних мереж.	2
	2	Оптимізація нейронних мереж	2
2	3	Класифікація зображень на основі згорткових нейронних мереж	2

## Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання полягають у накопиченні та систематизації знань за тематикою навчальної дисципліни. Домашня контрольна робота (ДКР) передбачає перевірку базових знань за тематикою Розділу 2 даної дисципліни. ДКР складається з 3 частин: «Аугментація даних», «Перенесення навчання» та «Нейронні мережі для аналізу текстів». Кожна частина ДКР передбачає розробку нейронної мережі для вирішення поставленого завдання.

## 6. Самостійна робота студента

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 134 години самостійної роботи студентів, з яких 6 годин - на підготовку до заліку і 128 годин на опрацювання матеріалів лекцій, виконання домашньої контрольної роботи, самостійний розв'язок додаткових задач, оформлення результатів виконання самостійних робіт та ознайомлення із навчальною літературою відповідно до структури дисципліни. Робота направлена на засвоєння та поглиблення вивченого матеріалу та на підготовку до занять та семестрового контролю. Самостійна робота студентів передбачає:

- закріплення знань, отриманих під час вивчення дисципліни;
- здобуття навичок самостійного вивчення матеріалу.

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
  - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
  - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom - посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
  - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
  - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
  - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять.
- **правила захисту самостійних робіт:**
  - Самостійні роботи виконуються на практичних заняттях та надаються на перевірку викладачу, а у випадку дистанційного навчання – надсилаються для перевірки до системи дистанційного навчання;
- **правила виконання ДКР:**
  - Домашня контрольна робота виконується протягом семестру здобувачами самостійно і надається викладачу на перевірку не пізніше ніж за тиждень до початку сесії.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
  - докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
  - 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 відсутності на занятті;
  - захист самостійних робіт вважається вчасним, якщо він відбувається у вказаний викладачем термін;
  - перескладань для підвищення балів не передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
  - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **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 контроль 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
Виконання самостійних робіт на практичних заняттях (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни силабусу»)	3	10	30
Виконання домашньої контрольної роботи	1	70	70
Усього			100

### **Критерії нарахування балів:**

#### **Самостійні роботи оцінюються у 10 балів кожна:**

- **10 балів** - робота виконана і захищається вчасно, самостійно і у повному обсязі, відповіді на запитання викладача на співбесіді із захисту роботи чіткі і без довгих затримок (не менше 95% потрібної інформації), під час відповіді не використовувались будь-які сторонні джерела інформації;
- **9 балів** – робота виконана самостійно і у повному обсязі, достатньо повна відповідь на запитання під час захисту роботи (не менше 85% потрібної інформації);
- **8 балів** – робота виконана самостійно і у повному обсязі, достатньо повна відповідь на запитання під час захисту (не менше 75% потрібної інформації) або відповідь із незначними помилками;
- **7-6 балів** – робота виконана у повному обсязі, неповна відповідь на співбесіді із захисту роботи (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки під час виконання роботи;
- **0 балів** – завдання не виконане, або виконане не повністю (менше 60% потрібної інформації), відповідь на співбесіді із захисту роботи відсутня або невірна.

За несвоєчасний захист самостійних робіт нараховуються штрафні бали у кількості -1 бал за кожну невчасно захищену роботу (усього не більше -5 балів).

#### **Домашня контрольна робота оцінюється у 70 балів:**

ДКР складається з трьох частин. Частина ДКР «Аугментація даних» та «Нейронні мережі для аналізу текстів» оцінюються у 20 балів кожна:

- **20-19 балів** - розділ виконано у повному обсязі, відсутні помилки та зауваження щодо ходу виконання завдання;
- **18-16 балів** – розділ виконано у повному обсязі, присутні незначні помилки або зауваження щодо ходу виконання завдання;
- **15-14 балів** – розділ виконано у повному обсязі, але присутні суттєві помилки, кінцеві результати виконання завдань невірні;
- **13-12 балів** – розділ виконано неповністю, але не менше ніж на 60%, або присутні принципові помилки у ході вирішення завдання;
- **0 балів** – розділ не виконаний, або виконаний не повністю (менше ніж на 60%), або хід вирішення завдання абсолютно невірний.

Частина ДКР «Перенесення навчання» оцінюється у 30 балів:

- **30-29 балів** - розділ виконано у повному обсязі, відсутні помилки та зауваження щодо ходу виконання завдання;
- **28-25 балів** – розділ виконано у повному обсязі, присутні незначні помилки або зауваження щодо ходу виконання завдання;
- **24-21 балів** – розділ виконано у повному обсязі, але присутні суттєві помилки, кінцеві результати виконання завдань невірні;
- **20-18 балів** – розділ виконано неповністю, але не менше ніж на 60%, або присутні принципові помилки у ході вирішення завдання;
- **0 балів** – розділ не виконаний, або виконаний не повністю (менше ніж на 60%), або хід вирішення завдання абсолютно невірний.

**Студенти мають можливість отримати заохочувальні бали:**

- За активну роботу на лекційних та практичних заняттях студент може отримати до +1 балу за одне заняття;
- За участь у наукових конференціях, конкурсах, семінарах тощо за напрямом дисципліни – до +3 балів;
- Загальна сума всіх заохочувальних балів не може перевищувати +5 балів.

**Семестровий контроль:** залік.

Умовою допуску до семестрового контролю є отримання позитивних оцінок з усіх самостійних робіт та ДКР.

Сума рейтингових балів  $R_c$ , отриманих студентом протягом семестру з урахуванням всіх штрафних та заохочувальних балів, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів менша за 60, студент обов'язково виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів, отриманих протягом семестру та за залікову контрольну роботу, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, за бажанням може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі бали, отримані ним протягом семестру, скасовуються, а підсумкова оцінка розраховується наступним чином:

$$R_{\Sigma} = R_3 + 60,$$

- де  $R_3$  - бали, отримані студентом за залікову контрольну роботу.

Отримана таким чином підсумкова оцінка є остаточною.

Залікова контрольна робота складається з 40 тестових теоретичних запитань, для яких потрібно обрати одну правильну відповідь із запропонованих. За кожну правильно обрану відповідь здобувач отримує 1 бал. Таким чином, максимальна оцінка за залікову контрольну роботу  $R_3$  становить 40 балів.

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:*

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зараховані контрольні роботи	Не допущено



## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

У рамках опанування дисципліни «Інтелектуальні та інформаційні системи» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

**Робочу програму навчальної дисципліни / навчальної дисципліни (силабус):**

**Склав** ст.викл. кафедри АСНК Момот Андрій Сергійович

**Ухвалено** кафедрою АСНК (протокол № 23 від 07.07. 2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією Приладобудівного факультету (протокол № 7/22 від 07.07.2022 р.)