



Інтелектуальні алгоритми розпізнавання образів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|---|
| Рівень вищої освіти | <i>Другий (магістерський)</i> |
| Галузь знань | <i>17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</i> |
| Спеціальність | <i>174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</i> |
| Освітня програма | <i>Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</i> |
| Статус дисципліни | <i>Вибіркова</i> |
| Форма навчання | <i>Очна (денна/заочна)</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>2 курс, осінній семестр</i> |
| Обсяг дисципліни / кредитного модуля | <i>5 кредитів (150год.)</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>Екзамен</i> |
| Розклад занять | <i>Згідно з розкладом на сайті http://roz.kpi.ua/</i> |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>Лектор: доктор філософії Момот Андрій Сергійович, drewmomot@gmail.com Лабораторні: доктор філософії Момот Андрій Сергійович, drewmomot@gmail.com</i> |
| Розміщення курсу | <i>https://classroom.google.com/c/NjE4NDI0MDcwMzA4?cjc=jmhj7yu</i> |

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Інтелектуальні алгоритми розпізнавання образів» 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 технічного та медичного спрямування, а також під час експлуатації указаних систем.

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

Метою навчальної дисципліни «Інтелектуальні алгоритми розпізнавання образів» є формування у студентів **компетентностей:**

- Здатність обґрунтовувати вибір архітектури нейронної мережі та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для інтелектуальних систем розпізнавання образів, аналізу зображень та текстів.
- Здатність використовувати сучасні програмні засоби та бібліотеки для створення автоматизованих інтелектуальних систем аналізу даних, комп'ютерного бачення та опрацювання текстів.

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

- Проектувати, створювати та програмувати системи інтелектуального аналізу даних із використанням моделей глибинного навчання, що призначені для розпізнавання образів, класифікації та прогнозування;
- Вміти створювати програмні модулі для автоматизованих систем керування із використанням методів штучного інтелекту.

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

Дисципліна «Інтелектуальні алгоритми розпізнавання образів» 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.

Тема 1.2. Основні елементи архітектури штучних нейронних мереж.

Тема 1.3. Багатошарові нейронні мережі в задачах класифікації.

Тема 1.4. Оптимізація нейронних мереж.

Тема 1.5. Вирішення задач регресії із використанням нейронних мереж.

Розділ 2. Глибинне навчання

Тема 2.1. Згорткові нейронні мережі.

Тема 2.2. Прийоми глибинного навчання.

Тема 2.3. Рекурентні нейронні мережі. Мережі LSTM та GRU.

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 алгоритми розпізнавання образів. 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, лабораторні роботи 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 широкого спектру призначення.

Лекційні заняття

Розділ 1

Тема 1.1

Лекція 1. Історія розвитку машинного навчання.

Поняття «штучний інтелект». Символьний штучний інтелект. Виникнення та розвиток методів машинного навчання. Класичні методи машинного навчання. Штучні нейронні мережі [1, 2, 3].

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

Тема 1.2

Лекція 2. Основні елементи архітектури штучних нейронних мереж. Мережі прямого розповсюдження.

Модель штучного нейрона. Активаційні функції. 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 1.3

Лекція 3. Навчання нейронних мереж. Багатошарові нейронні мережі в задачах класифікації.

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].

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

Тема 1.4

Лекція 4. Оптимізація нейронних мереж.

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 1.5

Лекція 5. 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 6. Згорткові нейронні мережі.

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

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

Лекція . Параметри згорткових нейронних мереж.

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

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

Тема 2.2

Лекція 7. Прийоми глибинного навчання.

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 2.3

Лекція 8. Формати подання тексту для аналізу нейронними мережами.

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

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

Лекція 9. Рекурентні нейронні мережі.

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].

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

Лабораторні заняття

Основним завданням циклу лабораторних 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 | Обсяг (год.) |
|---------------|--------------|---|--------------|
| 1 | 1 | Основи роботи з бібліотеками аналізу даних | 4 |
| | 2 | Класифікація об'єктів із використанням нейронних мереж | 4 |
| | 3 | Оптимізація нейронних мереж | 4 |
| | 4 | Нейронні мережі в задачах прогнозування | 4 |
| | - | Модульна контрольна робота | 1 |
| 2 | 5 | Бінарна класифікація зображень на основі згорткових нейронних мереж | 4 |
| | 6 | Згорткові нейронні мережі в задачах категоріальної класифікації зображень | 6 |
| | 7 | Створення власного набору даних для навчання нейронних мереж | 6 |
| | 8 | Рекурентні нейронні мережі для аналізу текстів | 1 |
| | - | Розрахунково-графічна робота | 2 |

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання полягають у накопиченні та систематизації знань за тематикою навчальної дисципліни. Модульна контрольна робота (МКР) передбачає перевірку базових знань за тематикою Розділу 1 даної дисципліни. На МКР виносяться 8 теоретичних запитань за матеріалами лекцій за темами 1.1 – 1.5. Запитання сформовані у вигляді тесту із запропонованими відповідями, серед яких необхідно обрати одну правильну. На виконання МКР відведено 1 академічну годину.

Розрахунково-графічна робота (РГР) передбачає перевірку практичних навичок проектування інтелектуальних систем розпізнавання образів. РГР виконується у вигляді індивідуального завдання, яке передбачає розробку програмного забезпечення з використанням методів глибинного навчання. Індивідуальне завдання передбачає створення презентації (5-10 слайдів), яка включає: опис задачі, яку вирішує метод; області використання методу; загальний опис алгоритмів роботи методу; опис бібліотек та способів програмної реалізації методу; переваги та недоліки методу. РГР повинна містити приклад програмного коду, що демонструє роботу обраного методу. Розгляд роботи методу має відбуватись на прикладі реальної задачі (реального набору даних). Метою РГР є визначення рівня освоєння студентами навчального матеріалу та його практичне використання для закріплення знань, набутих під час вивчення дисципліни.

6. Самостійна робота студента

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 96 години самостійної роботи студентів, з яких 30 годин - на підготовку до екзамену і 66 годин на підготовку до аудиторних занять та підготовку до МКР, роботу над РГР, опрацювання матеріалів лекцій, оформлення

результатів виконання лабораторних 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.

Політика та контроль

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:**
 - захист самостійної роботи проходить під час проведення самостійної роботи, а у випадку дистанційного навчання – у режимі онлайн-конференції на платформі Zoom, викладач індивідуально задає запитання, на які пропонується відповісти усно;
 - у окремих випадках допускається можливість захисту під час проведення консультацій.
- **правила виконання МКР:**
 - МКР виконується під час практичних занять, у випадку асинхронного навчання робота розміщується на платформі дистанційного навчання та оцінюється викладачем згідно вимог;
- **правила виконання РГР:**
 - РГР виконується протягом семестру самостійно у час, відведений для самостійної роботи студентів. У випадку асинхронного навчання робота розміщується на платформі дистанційного навчання та оцінюється викладачем згідно вимог;
- **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 КПП ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПП 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 лабораторних робіт (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни силабусу) | 8 | 5 | 40 |
| Виконання модульної контрольної роботи | 1 | 5 | 4 |
| Виконання розрахунково-графічної роботи | 1 | 5 | 6 |
| <i>Усього</i> | | | <i>50</i> |

Критерії нарахування балів:

Самостійні роботи оцінюються у 5 балів кожна:

- **5 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.
- **4 бали** – 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;
- **3 бали** – 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 виконане не повністю (менше 60% потрібної інформації), відповідь на співбесіді із захисту роботи відсутня або невірна.

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

Модульна контрольна робота оцінюється у 4 бали:

- МКР складається з 8 тестових запитань. За кожну правильну відповідь на одне тестове запитання студент отримує 0,5 балів.

Розрахунково-графічна робота оцінюється у 6 балів:

- **6 балів** – робота виконана і презентується вчасно, у повному обсязі висвітлює обрану тему, наявна якісна презентація та демонстрація коректного коду програми, який реалізує алгоритм обраного методу;
- **5 балів** – робота виконана і презентується вчасно, досить повно висвітлює обрану тему, наявна презентація та демонстрація коду програми, який реалізує алгоритм обраного методу;
- **4-3 бали** – робота досить повно висвітлює обрану тему, наявна презентація та/або демонстрація коду програми, який реалізує алгоритм обраного методу;
- **0 балів** – робота неповна або не відповідає вимогам до «задовільно».

Студенти мають можливість отримати заохочувальні бали:

- За активну роботу на лекційних та практичних заняттях студент може отримати до +0,5 балів 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.

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

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент має отримати не менш ніж 10 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 має отримати не менш 20 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 40 балів).

Семестровий контроль: екзамен (50 балів).

Умовою допуску до семестрового контролю є зарахування усіх лабораторних робіт, МКР та РГР.

На екзамені студенти виконують 3 письмових завдання.

Письмове завдання №1 та №2 оцінюється у 15 балів за такими критеріями:

- 15 балів – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), повне, безпомилкове розв'язування завдання;
- 14-11 балів – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними помилками);
- 11-7 балів – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та деякі помилки (завдання виконане зі значними недоліками);
- 0 балів – відповідь невірна або питання не розкрито.

Письмове завдання №3 оцінюється у 20 балів за такими критеріями:

- 20-19 балів – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), повне, безпомилкове розв'язування завдання;
- 18-15 балів – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними помилками);
- 14-12 балів – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та деякі помилки (завдання виконане зі значними недоліками);
- 0 балів – відповідь невірна або питання не розкрито.

Після оцінювання відповіді студента на екзамені стартові бали та бали за екзамен додаються, зводяться до рейтингової оцінки студента та переводяться до оцінок за університетською шкалою згідно таблиці відповідності.

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 |
| Не виконані умови допуску | Не допущено |

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «Інтелектуальні алгоритми розпізнавання образів» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав ст.викл. кафедри АСНК Момот Андрій Сергійович

Ухвалено кафедрою АСНК (протокол № 17 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією Приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 р.)