



КОМП'ЮТЕРНИЙ ЗІР

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Назва дисципліни	Комп'ютерний зір
Назва дисципліни англійською мовою	<i>Computer Vision</i>
Код дисципліни	<i>ПО4</i>
Рівень вищої освіти	<i>другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>F Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>F3 Комп'ютерні науки</i>
Освітня програма	<i>Системи і методи штучного інтелекту</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5 кред. ЄКТС (лекції – 30 год., лабораторні роботи – 30 год., СРС – 90 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен, МКР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/ 2 год лекційних занять та 2 год лабораторних робіт на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції та лабораторні роботи проводить: д.т.н., проф. Синєглазов Віктор Михайлович, svm@kai.edu.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Сервіси Zoom / Google Meet (за узгодженням зі студентами)</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Метою дисципліни є вивчення методів, алгоритмів комп'ютерного зору та їх застосування в системах обробки візуальної інформації

Компетентності:

- ФК 05 Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення
- ФК 08 Здатність розробляти і реалізовувати проекти зі створення програмного забезпечення, у тому числі в непередбачуваних умовах, за нечітких вимог та необхідності застосовувати нові стратегічні підходи, використовувати програмні інструменти для організації командної роботи над проектом
- ФК 15 Здатність враховувати етичні, правові, соціально-економічні, екологічні та безпекові аспекти при розробці та інтеграції штучного інтелекту, забезпечувати прозорість алгоритмів, захист даних та дотримання принципів соціальної відповідальності й сталого розвитку
- ФК 16 Здатність проектувати автономні адаптивні системи реального часу для роботи в умовах динамічних даних, серед іншого, розробляти та застосовувати системи автоідентифікації, системи та методи обробки відеопотоків даних в режимі онлайн у задачах і системах штучного інтелекту
- ФК 19 Здатність розробляти моделі, що використовують метод індуктивного моделювання МГУА

для автоматичної побудови моделей складних процесів і новітні алгоритми для розширення можливостей штучного інтелекту, зокрема в задачах оптимізації, моделювання складних систем й обробки великих даних і даних різної природи та модальності, забезпечують прозорість і зрозумілість результатів завдяки підходу пояснюваного штучного інтелекту.

ФК 20 Здатність розробляти інноваційні системи генеративного штучного інтелекту для автоматизації творчих процесів, інтелектуальної генерації контенту

ФК 22 Здатність розробляти системи нечіткого висновку, нечіткі нейронні мережі різних типів, у тому числі каскадні нео-фаззі мережі, розробляти бази нечітких правил, що описують експертні знання, навчати бази правил та параметри функцій належності нечітких нейронних мереж та ефективно їх використовувати в задачах з нечіткою та якісною інформацією, зокрема, для аналізу ризику банкрутства корпорацій та банків, оцінки кредитоспроможності юридичних та фізичних осіб, побудови інвестиційних портфелів у нечітких умовах та інших задач штучного інтелекту

Програмні результати навчання

ПРН 1 Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань

ПРН 2 Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур

ПРН 5 Оцінювати результати діяльності команд та колективів у сфері інформаційних технологій, забезпечувати ефективність їх діяльності

ПРН 6 Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи

ПРН 7 Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей

ПРН 11 Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування

ПРН 26 Розробляти автономні та адаптивні системи, які здатні навчатися та адаптуватися до змін середовища, включаючи автономні транспортні засоби, медичні системи та персоналізовані технології.

ПРН 27 Здійснювати моделювання складних систем, у тому числі кібервиробничих, для оптимізації процесів та ефективного керування ресурсами в реальному часі, використовуючи інноваційні підходи та сучасні технології

ПРН 28 Розробляти нові архітектури гібридних нейронних мереж та ефективні методи і алгоритми їх навчання для вирішення міждисциплінарних завдань у різних галузях

ПРН 29 Реалізовувати методи глибокого навчання і самонавчання та використовувати їх для вирішення задач розпізнавання образів та класифікації, прогнозування, керування та інтелектуального аналізу даних у різних предметних областях.

ПРН 31 Будувати інноваційні системи генеративного штучного інтелекту для автоматизації творчих процесів, інтелектуальної генерації контенту.

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

Курс "Комп'ютерний зір" є одним із завершальних курсів професійної підготовки магістрів спеціальності "Комп'ютерні науки".

Цей курс підсумовує раніше прочитані спеціальні дисципліни в напрямку теорії та систем прийняття рішень і дає систематизоване детальне викладання основ теорії, методів та засобів побудови систем обчислювального інтелекту та їх застосування в системах прийняття рішень в економіці, бізнесі та фінансовій сфері. Тому ця дисципліна має глибокі логічні зв'язки з попередніми дисциплінами навчального плану підготовки, зокрема з курсами "Дослідження операцій", "Теорія прийняття рішень", "Моделювання систем", "Статистичний аналіз і

прогнозування економічних процесів”.

Матеріали курсу широко використовуються в подальших курсах “Структурно-параметричний синтез гібридних нейронних мереж”, “Інтелектуальний аналіз даних”.

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль охоплює такі теми

Розділ 1. Комп’ютерний зір та його характеристики

Тема 1.1. Технологія комп’ютерного зору. Задачі комп’ютерного зору. Ключові технічні характеристики

1.1.1. Проблема детектування об’єктів

1.1.2. Проблема трекінгу об’єктів

1.1.3. Проблема розпізнавання образів

1.1.4. Проблема сегментації

1.1.5. Проблема оцінки глибини відстані

Тема 1.2. Представлення зображень. Класифікація та математичні моделі шумів зображень

Розділ 2. Згорткові нейронні мережі та їх особливості

Тема 2.1. Загальна постановка задачі розпізнавання образів для виявлення неформалізованих елементів. Використання глибоких нейронних мереж для вирішення задачі розпізнавання образів неформалізованих елементів

Тема 2.2. Математична модель згорткового шару

Тема 2.3 Математична модель агрегуючого шару

Тема 2.4. Математична модель повнозв’язного шару. Навчання згорткової нейронної мережі

Тема 2.5. Методи запобігання перенавчання

Тема 2.6. Визначення найбільш значущих з точки зору ефективності параметрів згорткової нейронної мережі

Тема 2.7. Оптимізація структури та параметрів ЗНМ. Побудова навчальної вибірки для глибоких нейронних мереж оброблення неструктурованих зображень

Розділ 3. Формування навчальної вибірки для навчання загорткових нейронних мереж

Тема 3.1. Моделі множини даних та критерії формування навчальної вибірки

Тема 3.2 Способи генерації навчальної множини.

Тема 3.3. Проблеми формування навчальної множини.

Тема 3.4. Підходи розв’язання задачі класифікації при наявності коротких навчальних вибірок.

Тема 3.5. Фізичні основи переносу навчання (Transfer Learning)

Тема 3.6. Технології переносу навчання нейронних мереж глибокого навчання

Тема 3.7. Типи переносу навчання та рекомендації при їх використанні.

Розділ 4. Сучасні види загорткових нейронних мереж

Тема 4.1. Класифікація глибоких архітектур ЗНМ

Тема 4.2. Згорткові нейронні мережі на основі просторового використання (LeNet, AlexNet, ZfNet, VGG, GoogleNet).

Тема 4.3. Згорткові нейронні мережі на основі глибини (Highway Net (Марістральна), ResNet (Залишкова), Inception V3, V4, Inception ResNet).

Тема 4.4. Розгалужені згорткові нейронні мережі (Highway Net, ResNet, DenseNet).

Тема 4.5. Згорткові нейронні мережі з безліччю підключень (WideResNet, Pyramidal Net, Xception, Inception Family, ResNet).

Тема 4.6. Згорткові нейронні мережі на основі використання карти ознак (Squeeze and Excitation (Стиснення і збудження), Competitive Squeeze and Excitation).

Тема 4.7. Згорткові нейронні мережі на основі використання бустінга каналів (Channel Boosted CNN)

Тема 4.8. Згорткові нейронні мережі на основі використання механізму уваги (Residual Attention Neural Network, Convolution Block Attention, Concurrent Squeeze and Excitation).

Розділ 5. Структурно-параметричний синтез гібридних згорткових нейронних мереж

Тема 5.1. Принцип організації гібридних згорткових нейронних мереж.

Тема 5.2. Двоетапна процедура визначення структури та параметрів гібридної згорткової нейронної мережі.

Тема 5.3 Багатокритеріальні генетичні алгоритми.

Тема 5.4. Сучасні генетичні алгоритми.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Michael Z. Zgurovsky, Victor M. Sineglazov, Olena I. Chumachenko Artificial Intelligence Systems Based on Hybrid Neural Networks Theory and Applications. 520 p . Springer, 2020.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-48453-8> (НТБ ім. Г.І. Денисенка)
2. Навчальний посібник з дисципліни Системи візуалізації та розпізнавання образів [навчальний посібник] / Смолій В.В., Савицька Я.А., Місюра М.Д., Шкарупило В.В. // - К.: ФОП Ямчинський О.В., 2020.- 200 с.
3. В. М. Боровицький. Розробка програм для цифрової обробки зображень з застосуванням OpenCV, Навчальний посібник. – Київ: "Політехніка", 2022. – 84 с.
4. Лавер В.О., Левчук О.М. Обробка зображень та мультимедіа.– Ужгород: ПП «АУТДОРШАРК», 2021. – 51 с.

Додаткова література

5. M. Zgurovsky, Yu. Zaychenko. Fundamentals of computational intelligence - System approach. Springer. 2016. - 275 p. (НТБ ім. Г.І. Денисенка)
6. Zgurovsky M. , Zaychenko Yu. Big Data: Conceptual Analysis and Applications. Springer Nature Switzerland AG. 2019. - 275 p. (НТБ ім. Г.І. Денисенка)
7. Yuri Zaychenko . Problem of fuzzy portfolio optimization and its solution with application of forecasting methods. Scholar Press.- 2015.- 54 p. url:
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/15601>
8. Бенджамін Планш Практичний комп'ютерний зір із TensorFlow 2: використовуйте глибоке навчання для створення потужних програм для обробки зображень із TensorFlow 2.0 і Keras / Еліот Андрес – 2019. – 479 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 36 годин лекцій та 18 годин лабораторних робіт, а також виконання модульної контрольної роботи.

Лабораторні роботи

№ п/п	Найменування лабораторної роботи	Кількість годин
ЛР №1	1. Дослідження згорткових нейронних мереж на основі просторового використання	4
ЛР №2	2. Дослідження згорткових нейронних мереж на основі глибини	4
ЛР №3	3. Дослідження розгалужених згорткових нейронних мереж	4
ЛР №4	4. Дослідження згорткових нейронних мереж з безліччю підключень	4
ЛР №5	5. Дослідження згорткових нейронних мереж на основі використання карти ознак	4
ЛР №6	6. Дослідження згорткових нейронних мереж на основі використання бустінга каналів	4
ЛР №7	7. Дослідження згорткових нейронних мереж на основі використання механізму уваги	6

Дидактичні методи

На лекційних заняттях Лекція, пояснення, мозковий штурм, проблемні завдання

На лабораторних

заняттях

Завдання до виконання, опитування та тестування студентів

6. Самостійна робота студента

Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання прийомів і алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота, що дозволяє перетворити отримані знання в об'єкт власної діяльності. Самостійна робота включає в себе читання літератури, огляд літератури по темі, виконання звітів по лабораторних роботах, підготовку до їх захисту та підготовка до заліку.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до лабораторних робіт	54
2	Підготовка до МКР	6
3	Підготовка до екзамену	30

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Викладач повинен звернути увагу студентів на те, що дисципліна Комп'ютерний зір - це дисципліна, що займається розробкою і застосуванням методів та технологій ШІ в прикладних задачах розпізнавання образів, класифікації, кластерного аналізу в різних областях людської діяльності в умовах неповноти та невизначеності.

Рекомендовані методи навчання: проектний метод, імітаційні вправи, презентація та опитування студентів.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій і фіксувати основні результати практичних занять.

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять:* заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.
- *правила поведінки на заняттях:* студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни;
- *політика дедлайнів та перескладань:* якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;
- *політика щодо академічної доброчесності:* Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

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

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), лабораторні роботи.

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

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, активність на лабораторних заняттях та якість захисту лабораторних робіт. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені лабораторні роботи, виконані завдання до практичних занять, семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання та захист семи лабораторних робіт;
- виконання однієї модульної контрольної роботи (МКР);
- відповіді на екзамені.

Лабораторні роботи $R_{ЛР}$	МКР $R_{МКР}$	Екзамен R_E
10	10	100

Рейтинг студента з кредитного модуля у семестрі складається з балів, які він отримує за:

- написання модульної контрольної роботи $R_{МКР}$;
- робота на лабораторних заняттях та захист лабораторних робіт $R_{ЛР}$;
- відповіді на екзамені R_E .

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
Лабораторні роботи	7	2	10
Модульна контрольна робота	1	0	10
Стартовий рейтинг		30	60
Екзамен	1		100
Підсумковий рейтинг R		60	100

$$R = 0,75 \times (7 \times R_{ЛР} + 1 \times R_{МКР}) + 0,40 \times R_E$$

Ваговий бал. Лабораторні роботи мають ваговий бал 10. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 10 балів * 7 робіт = 70 балів.

На лабораторних роботах студенти перевіряють працездатність написаних

програм або схем за попередньо вирішеними вдома задачами. Для допуску до поточної лабораторної роботи необхідно мати Протокол, оформлений відповідно до норм оформлення технічної документації, який має містити всі необхідні пункти, відповідно до Методичних вказівок. Також для допуску до лабораторної роботи (окрім 1-ї) необхідно захистити попередню. Студенти, що не захистили попередню лабораторну роботу можуть бути не допущені до виконання наступної.

Критерії оцінювання лабораторної роботи з ваговим балом 10:

- вірно виконана робота, продемонстрована працездатність всіх програм (схем), вірні відповіді на запитання до захисту – 10 балів;
- вірно виконана робота, продемонстрована працездатність всіх програм (схем), відповіді на питання до захисту мають неточності – 6-9,9 балів;
- виконана робота, але деякі з них містять помилки або неточності, продемонстрована працездатність не всіх програм (схем), відповіді на питання до захисту мають неточності – 3-5,9 балів;
- виконана робота не в повному обсязі, продемонстрована працездатність не всіх програм (схем), відповіді на питання до захисту мають неточності – 0-2,9 балів;
- лабораторна робота не виконана або протокол не представлений – повертається на відпрацювання або доопрацювання.

УВАГА! Захист всіх лабораторних робіт є умовою допуску до складання екзамену. Студенти, що на момент консультації перед екзаменом не захистили лабораторні роботи, не допускаються до основної здачі та готуються до перескладання.

УВАГА! Для допуску до перескладання екзамену треба у визначений викладачем термін здати всі заборгованості по лабораторним роботам.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 10. Модульна контрольна робота (МКР) виконується протягом.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи:

На модульній контрольній роботі студент виконує 2 завдання. Кожне завдання оцінюється від 0 до 10 балів:

- вірно виконана робота в повному обсязі – 10 балів;
- вірно виконана робота з неточностями – 5-9,9 балів;
- робота виконана з помилками – 3-4,9 балів;
- робота частково виконана або не виконана взагалі – 0-1,4 балів.

У завданні 1 необхідно надати опис основних архітектур візуальних трансформерів. У завданні 2 необхідно надати опис основних архітектур сучасних згорткових нейронних мереж.

Календарний контроль

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доводиться до відома студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

Додаткові (заохочувальні) бали

Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 10 заохочувальних балів у семестрі.

Форма семестрового контролю – екзамен

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає 60. Необхідною умовою допуску до екзамену виконані та захищені лабораторні роботи, семестровий рейтинг не менше 30 балів.

Екзамен. Студент проходить тестування. На тестування пропонується 25 питань, кожне з яких оцінюється в 4 бали. Для отримання позитивної оцінки необхідно набрати 60 балів і вище. Час тестування зазвичай складає 60 хвилин, але може бути скоригований екзаменатором.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено проф., д.т.н., проф. Синєглазов В.М.

Ухвалено кафедрою ШІ (протокол № 14 від 24.06.2025)

Погоджено Методичною комісією ІПСА (протокол № 7 від 25.06.2025)