

Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи
Андрій КИРИЧЕНКО

“25” 08 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Штучний інтелект

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність F7 – Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

(назва освітньої програми)

факультет механіко-технологічний


(назва факультету)

Розробники: Мелешко Є.В. доктор технічних наук, доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення Центральноукраїнського національного технічного університету, Дресв О.М. доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, кандидат технічних наук, Ткачук Р.О. Software Engineer, Україна м. Харків «ЕРАМ Systems» / асистент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення Центральноукраїнського національного технічного університету
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення

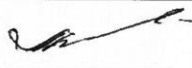
Протокол № 15 від 26 червня 2025 р.

Завідувач кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення



(Олексій Смірнов)
(підпис)
(прізвище та ініціали)

Декан механіко-технологічного факультету



(підпис) (Віталій МАЖАРА)
(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
		денна форма навчання	заочна форма навчання	
Кількість кредитів – 6	Галузь знань F Інформаційні технології (шифр і назва)	Спеціальної (фахової) підготовки		
Загальна кількість годин: денна форма навчання – 180 заочна форма навчання – 180	Спеціальність: F7 «Комп'ютерна інженерія» Освітньо-кваліфікаційний рівень: Магістр	Рік підготовки:		
		1-й	1-й	
		Семестр		
		1-й, 2-й	1-й, 2-й	
		Лекції		
		1 сем.	16 год.,	2 год.,
		2 сем.	32 год.	4 год.
		Лабораторні		
		1 сем.	16 год.,	2 год.,
		2 сем.	16 год.	2 год.
		Самостійна робота		
		1 сем.	58 год.,	86 год.,
		2 сем.	42 год. (12 год + 30 год. екз.)	84 год.
Вид контролю:				
1 сем.	Залік,	Залік,		
2 сем.	Екзамен (30 год)	Екзамен		

Мова навчання українська

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс «Штучний інтелект» призначений для набуття теоретичних та практичних знань з використання, розробки та реалізації алгоритмів штучного інтелекту.

Метою викладання дисципліни «Штучний інтелект» є формування у здобувачів здатності проектувати та програмно реалізовувати інтелектуальні системи як складові комп'ютерних систем і мереж на різних програмних платформах із застосуванням сучасних методів, мов програмування та засобів автоматизації проектування. Дисципліна забезпечує опанування принципів побудови архітектури системного і прикладного програмного забезпечення, уміння аналізувати проблематику, формулювати задачі та обирати ефективні методи їх розв'язання з урахуванням міждисциплінарних аспектів і сучасних наукових здобутків.

Окремий акцент робиться на розробленні апаратно програмних рішень інтелектуальних систем, обґрунтуванні вибору архітектури та способів обчислювального прискорення з урахуванням ресурсних і енергетичних обмежень. Результати навчання передбачають навички пошуку й критичного оцінювання інформації та здатність чітко представляти результати розробок і досліджень у звітах, статтях і презентаціях.

Основними **завданнями** вивчення навчальної дисципліни є формування наступних компетенцій магістра з комп'ютерної інженерії.

Завданням вивчення дисципліни є формування компетентностей (ЗК– загальних, СК – фахових):

- **ЗК2.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- **ЗК3.** Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
- **ЗК4.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- **ЗК5.** Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- **ЗК7.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- **СК2.** Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування.
- **СК5.** Здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.
- **СК9.** Здатність представляти результати власних досліджень та/або розробок у вигляді презентацій, науково-технічних звітів, статей і доповідей на науково-технічних конференціях.
- **СК14.** Здатність досліджувати і розробляти апаратно-програмне забезпечення інтелектуальних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент буде забезпечити наступні **програмні результати**:

– **РН1.** Застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв’язання складних задач комп’ютерної інженерії.

– **РН2.** Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.

– **РН4.** Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп’ютерної інженерії, необхідні для професійної діяльності, оригінального мислення та проведення досліджень, критичного осмислення проблем інформаційних технологій та на межі галузей знань.

– **РН5.** Розробляти і реалізовувати проекти у сфері комп’ютерної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів.

– **РН6.** Аналізувати проблематику, ідентифікувати та формулювати конкретні проблеми, що потребують вирішення, обирати ефективні методи їх вирішення.

– **РН10.** Здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв’язання задач комп’ютерної інженерії, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

– **РН13.** Зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань інформаційних технологій і дотичних міжгалузевих питань до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

– **РН17.** Розробляти апаратно-програмні рішення інтелектуальних систем з використанням апаратно-орієнтованих методів штучного інтелекту, обґрунтовувати вибір архітектури та способів обчислювального прискорення з урахуванням обчислювальних, енергетичних і ресурсних обмежень і особливостей архітектури комп’ютерних систем.

Пререквізити

Навчальна дисципліна “ Штучний інтелект ” викладається на першому курсі навчання на ОПП “Комп’ютерна інженерія ” (семестр 1, 2), тому її підґрунтям є питання, визначені освітніми програми бакалаврського рівня.

3. Програма навчальної дисципліни

1-й семестр

Тема 1. Роль використання штучного інтелекту в промислових, вбудованих, мережових комп'ютерних системах і апаратно-програмне забезпечення інтелектуальних систем, наукові підходи використання.

(Огляд класів систем і типових задач, які вирішує ШІ, взаємодія ПЗ та апаратури, приклади застосувань.)

Тема 2. Архітектури вбудованих систем для ШІ та особливостей архітектури комп'ютерних систем.

(Порівняння архітектур MCU, SoC, FPGA, GPU, NPU, обмеження пам'яті/енергії, приклади типових платформ.)

Тема 3. Вступ до машинного навчання для інженерів.

(Життєвий цикл ML-проєкту, типи задач, метрики якості, ризики перекошу даних.)

Тема 4. Класичні моделі ML для вбудованих систем.

(Принципи роботи класичних моделей регресії, дерев, SVM, вимоги до ресурсів, переваги для Edge.)

Тема 5. Нейронні мережі та їх апаратні вимоги.

(Ключові архітектури NN: MLP, CNN, RNN, трансформери. Типові задачі, вплив розміру моделі на ресурси.)

Тема 6. Збір, розмітка, підготовка та валідація даних для вбудованих застосунків.

(Процес формування датасетів, контроль якості, розподіли даних, data leakage.)

Тема 7. Оптимізація моделей для Edge AI та апаратно-орієнтованих методів штучного інтелекту.

(Методи стискування моделей: квантизація, прунинг, distillation. Компроміси між точністю та швидкістю.)

Тема 8. Розгортання моделей у вбудованих системах, приклади наукових досліджень.

(Формати моделей, процес інтеграції у прошивку/ПЗ, типові фреймворки. (формати, рантайми, інструменти))

2-й семестр

Тема 9. Апаратні прискорювачі ШІ в сучасних вбудованих системах, архітектура та способи обчислювального прискорення для проведення наукових досліджень.

(Принципи прискорення, типові архітектури (NPU, FPGA, DSP), приклади використання.)

Тема 10. Енергоефективність та продуктивність Edge AI з урахуванням обчислювальних, енергетичних і ресурсних обмежень.

(Метрики енергії та продуктивності, профілювання, оптимізація pipeline.)

Тема 11. Реальний час та надійність ШІ-систем.

(RT-вимоги, планування, контроль затримок і деградації (детермінізм, затримки, допуски))

Тема 12. Безпека та приватність у вбудованих ШІ-системах.

(Загрози до моделей і даних, базові механізми захисту: атаки; захист; оновлення.)

Тема 13. MLOps для вбудованих систем.

(Життєвий цикл моделі, автоматизація тестів, контроль версій і артефактів)

Тема 14. Інтеграція ШІ з мережевими протоколами та IoT, MQTT, OPC UA, TSN.

(Архітектури IoT, вимоги до обміну даними, сценарії інтеграції.)

Тема 15. Індустріальні кейси: комп'ютерний зір, предиктивне обслуговування, контроль якості.

(Аналіз типових кейсів, ключові показники ефективності.)

Тема 16. Етика та правові аспекти застосування ШІ в критичних вбудованих системах.

(Ризики, відповідальність, регуляторні рамки)

Тема 17. Комп'ютерний зір на Edge.

(Ланцюг обробки зображень, типові моделі і метрики. Камери, попередня обробка, детекція та сегментація)

Тема 18. Аудіо та сенсорні дані.

(Базові підходи DSP, побудова ознак, підбір моделей)

Тема 19. Multimodal Edge AI.

(Стратегії data fusion, проблеми синхронізації, вплив на точність.)

Тема 20. Тестування та валідація моделей на пристрої: сценарії, метрики, відтворюваність

(План тестів, на-device метрики, контроль відтворюваності.)

Тема 21. Віддалене оновлення моделей ШІ-систем.

(Стратегії оновлень, контроль версій, безпечне відновлення (OTA, rollback, контроль сумісності))

Тема 22. Кіберстійкість вбудованих ШІ-систем.

(Моделювання загроз, захист прошивки і моделей (secure boot, підпис моделей, threat modeling))

Тема 23. Стандарти та сертифікація для вбудованих ШІ-систем.

(Роль стандартів, типові вимоги і документи ISO/IEC, IEC 61508, DO-178C)

4. Структура навчальної дисципліни

1-й семестр

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма навчання						Заочна форма навчання					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Тема 1	11,25	2		2		7,25	11,25	0,25		0,25		10,75
Тема 2	11,25	2		2		7,25	11,25	0,25		0,25		10,75
Тема 3	11,25	2		2		7,25	11,25	0,25		0,25		10,75
Тема 4	11,25	2		2		7,25	11,25	0,25		0,25		10,75
Тема 5	11,25	2		2		7,25	11,25	0,25		0,25		10,75
Тема 6	11,25	2		2		7,25	11,25	0,25		0,25		10,75
Тема 7	11,25	2		2		7,25	11,25	0,25		0,25		10,75
Тема 8	11,25	2		2		7,25	11,25	0,25		0,25		10,75
Усього годин	90	16		16		58	90	2		2		86

2-й семестр

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма навчання						Заочна форма навчання					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Тема 9	4,75	2		2		0,75	5,81	0,26		0,25		5,3
Тема 10	2,75	2				0,75	5,56	0,26				5,3
Тема 11	4,75	2		2		0,75	5,81	0,26		0,25		5,3
Тема 12	2,75	2				0,75	5,56	0,26				5,3
Тема 13	4,75	2		2		0,75	5,81	0,26		0,25		5,3
Тема 14	2,75	2				0,75	5,56	0,26				5,3
Тема 15	4,75	2		2		0,75	5,81	0,26		0,25		5,3
Тема 16	2,75	2				0,75	5,56	0,26				5,3
Тема 17	4,75	2		2		0,75	5,81	0,26		0,25		5,3
Тема 18	2,75	2				0,75	5,56	0,26				5,3
Тема 19	4,75	2		2		0,75	5,81	0,26		0,25		5,3
Тема 20	2,75	2				0,75	5,56	0,26				5,3
Тема 21	4,75	2		2		0,75	5,81	0,26		0,25		5,3
Тема 22	2,75	2				0,75	5,56	0,26				5,3
Тема 23	7,5	4		2		1,5	10,41	0,36		0,25		9,8
Підготовка до екзамену	30					30						
Усього годин	90	32	0	16	0	42	90	4		2		84

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми (1-й семестр)	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1 Ознайомлення з апаратною базою та середовищами розробки. <i>(Налаштувати доступ до сервера, підготувати VSCode PlatformIO та Jupyter)</i>	2	0,25
2	Тема 2 Збір даних з ESP32 та OpenML camera. <i>(Зняти серії зображень/сигналів, зберегти у форматі, придатному для навчання, описати структуру даних, формування даних для наукових досліджень)</i>	2	0,25
3	Тема 3 Підготовка та розмітка даних у Python. <i>(Сформувати навчальну та тестову вибірки)</i>	2	0,25
4	Тема 4 Навчання базової моделі на сервері. <i>(Отримати робочу ML-модель)</i>	2	0,25
5	Тема 5 Оцінка якості та інтерпретація результатів. <i>(Навчитися аналізувати метрики та помилки для подальшого застосування у наукових дослідженнях)</i>	2	0,25
6	Тема 6 Оптимізація моделі для Edge (квантизація). <i>(Зменшити розмір та підвищити швидкість)</i>	2	0,25
7	Тема 7 Розгортання моделі на Raspberry Pi 4. <i>(Запустити inference на Edge-пристрої)</i>	2	0,25
8	Тема 8 Розгортання моделі на ESP32 (TFLite Micro). <i>(Запустити спрощену модель на MCU)</i>	2	0,25
	Разом	16	2

№ з/п	Назва теми (2-й семестр)	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 9 Інференс комп'ютерного зору на Raspberry Pi 4 з камерою. <i>(Побудувати end-to-end pipeline зображень, наукові підходи реалізації)</i>	2	0,25
2	Тема 10 Реальний час на ESP32, сенсорні дані та класифікація. <i>(Забезпечити near-real-time inference)</i>	2	0,25
3	Тема 11 Мультисенсорна інтеграція, камера та додаткові сигнали. <i>(Підвищити точність через злиття даних)</i>	2	0,25
4	Тема 12 Оптимізація продуктивності на Raspberry Pi 4. <i>(Досягти заданих FPS/latency)</i>	2	0,25

5	Тема 13 Інтеграція ML в керовану машинку на Raspberry Pi 4. <i>(Реалізувати автономний сценарій керування)</i>	2	0,25
6	Тема 14 Надійність і тестування Edge AI. <i>(Перевірити стійкість до шуму та збою, валідність даних при наукових дослідженнях)</i>	2	0,25
7	Тема 15 OTA-оновлення моделей. <i>(Налаштувати цикл оновлення)</i>	2	0,25
8	Тема 16 Проектування мініпроєкту. <i>(Інтегрувати повний Edge AI цикл.)</i>	2	0,25
	Разом	16	2

6. Завдання до самостійної роботи

Для опанування матеріалу дисципліни «Штучний інтелект» окрім лекційних та лабораторних занять, тобто аудиторного навантаження, значна увага приділяється самостійній роботі.

До основних видів самостійної роботи студента відносимо:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Робота з літературними джерелами.
3. Розв'язання практичних задач за індивідуальними варіантами.
4. Підготовка до модульних, підсумкового контролю, екзамену (денна та заочна).
5. Виконання індивідуальних завдань для денної форми навчання.
6. Виконання контрольної роботи для заочної форми навчання.

Студенти заочної форми навчання (ЗФН) здебільшого вивчають матеріал самостійно впродовж семестру, тобто самостійно відпрацьовують теми лекцій, а також лабораторних робіт. Для них на початку семестру проводиться установча сесія, під час якої начитують лекції та проводять лабораторні роботи.

Для підвищення рейтингу впродовж семестру студент може виконати згідно запропонованої викладачем теми самостійну роботу, обсяг якої складає не менше 10 сторінок.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1 семестр			
1.	Огляд типових датчиків для Edge AI: камери, IMU, мікрофони.	7,25	10,75
2.	Порівняння фреймворків для inference на Edge: TFLite, ONNX Runtime, OpenVINO.	7,25	10,75
3.	Компресія моделей: знання, дистиляція, прунинг, квантизація.	7,25	10,75
4.	Енергопрофілювання вбудованих пристроїв та базові методи оптимізації.	7,25	10,75

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
5.	Кешування, буферизація та потокова обробка даних на пристрої.	7,25	10,75
6.	Основи DSP для аудіо і сенсорних сигналів у задачах класифікації.	7,25	10,75
7.	Апаратні інтерфейси для Edge AI: I2C, SPI, UART, GPIO.	7,25	10,75
8.	Робота з камерними модулями: роздільна здатність, FPS, експозиція.	7,25	10,75
Усього годин за 1 семестр		58	86
2 семестр			
9.	Підготовка датасетів: баланс класів, аугментації, контроль якості.	0,75	5,3
10.	Метрики якості для різних типів задач: класифікація, детекція, сегментація.	0,75	5,3
11.	Пояснюваність і інтерпретація моделей у критичних системах.	0,75	5,3
12.	Безпечне оновлення прошивки та моделей (OTA) на практиці.	0,75	5,3
13.	Організація MLOps-циклу для вбудованих систем: артефакти, версії, моніторинг.	0,75	5,3
14.	Порівняння апаратних платформ: MCU, SoC, FPGA, NPU.	0,75	5,3
15.	Типові уразливості ML-моделей: підміна даних, атаки на inference.	0,75	5,3
16.	Оцінювання затримок end to end у пайплайні Edge AI та аналіз worst case latency.	0,75	5,3
17.	Планування задач у RTOS для AI ворклоадів: пріоритети, джиттер, дедлайни.	0,75	5,3
18.	Керування пам'яттю на пристрої для inference: статичні буфери, allocator, фрагментація, zero copy.	0,75	5,3
19.	Оптимізація препроцесингу: resize, normalization, feature extraction та їх вплив на продуктивність.	0,75	5,3
20.	Побудова та валідація тестових наборів для on device перевірки: сценарії, критерії приймання, регресійні тести.	0,75	5,3
21.	Моніторинг drift і деградації якості на Edge: тригери, метрики, базові стратегії реагування.	0,75	5,3
22.	Синхронізація часу і даних у розподілених Edge системах: timestamping, clock drift, узгодження потоків.	0,75	5,3

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
23.	Надійність і відмовостійкість inference: watchdog, fallback режими, graceful degradation. Secure boot і ланцюг довіри для вбудованих AI систем: ключі, підпис, перевірка цілісності. Телеметрія і логування Edge AI без витоку приватних даних: мінімізація даних, агрегація, анонімізація.	1,5	9,8
	Підготовка до екзамену 2 семестр	30	
	Усього годин за 2 семестр	42	84
	Усього годин за курс	100	170

7. Індивідуальні завдання

Для студентів заочної форми навчання передбачено виконання контрольних робіт за індивідуальним варіантом (Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з дисципліни «Штучний інтелект» для заочної форми навчання).

Метою виконання контрольних робіт студентами заочної форми навчання є оволодіння практичними навиками розв'язання завдань. Приблизний обсяг контрольної роботи – 10 сторінок.

Для студентів очної форми навчання передбачено виконання рефератів, доповідей, участь у студентських конференціях та семінарах, публікація тез доповідей та наукових статей.

8. Методи навчання

Використання сучасних інформаційних технологій, лекції, лабораторні роботи, консультації, самостійна робота, індивідуальні завдання, реферати, доповіді, презентації, розвиток критичного мислення, дискусії.

Провідна форма навчання – лекція. Лекція дозволяє дуже економно, з мінімальними затратами часу і викладача, і студентів, надати великий обсяг інформації по темі, що розглядається. За характером логіки пізнання впроваджуються аналітичний, індуктивний та дедуктивний методи.

9. Контроль знань

Експрес-опитування, письмові контрольні завдання, поточний контроль у **Види контролю:** поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за освітньою діяльністю здобувачів, усне опитування, оцінювання якості виконання лабораторних робіт та проявлений ступінь креативності, врахування вчасності виконання поставлених задач.

Форма підсумкового контролю: залік (1-й семестр), письмовий екзамен (2-й семестр).

Контроль знань і вмінь здобувачів (поточний і підсумковий) здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації освітнього процесу. Рейтинг здобувача вищої освіти визначається за 100-бальною шкалою.

Поточне оцінювання здійснюється на основі систематичного контролю навчальної діяльності студента і включає:

- присутність на заняттях,
- вчасність здачі завдань;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- володіння теоретичним матеріалом;
- демонстрація практичних навичок у виконанні робіт;
- ініціативна дослідна робота;
- активність, ініціативність на заняттях.

Також на оцінювання впливає дотримання поставлених термінів, самостійність, готовність допомагати іншим, вміння застосовувати теоретичні знання на практиці, участь в наукових та інших заходах кафедри (зокрема «День науки»).

1-Й семестр (ЗАЛІК):

Семестровий результат формується як сума балів, отриманих студентом за два рубежі контролю, кожен з яких оцінюється максимально у 50 балів. Набрані бали накопичуються протягом семестру та підсумовуються. Загальна сума балів за семестр — 100.

Поточний контроль та самостійна робота																
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2								Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T5	T6	T7	T8	T8	T8	T8	T8	
Л1	ЛР1	Л2	ЛР2	Л3	ЛР3	Л4	ЛР4	Л5	ЛР5	Л6	ЛР6	Л7	ЛР7	Л8	ЛР8	100
6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	7	7	
50								50								100

Критерії оцінювання роботи на лекціях (1-й семестр):

За кожне лекційне заняття студент може отримати максимально 6-7 бали. Всього 8 лекцій. Оцінюються наступні критерії:

- участь в бесідах та обговореннях;
- стеження за викладеним матеріалом, зокрема виявлення помилок;
- відповіді на питання;
- аналіз прикладів;
- вміння навести приклади суміжних задач;
- вміння виділяти ключову інформацію.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт (1-й семестр):

Кожна лабораторна робота може бути оцінена максимально в 6-7 балів. Всього 8 лабораторних робіт. Рівні оцінювання:

- високий рівень (6-7 балів) — завдання виконано в повному обсязі, використані прийоми та методи, які відповідають темі заняття, робота оформлена належним чином, має змістовні висновки, студент демонструє володіння матеріалом, робота виконана самостійно, виконано вимоги доброчесності;

- достатній рівень (5-6 балів) — виконана та захищена робота містить незначні прогалини в описі використаних матеріалів, при захисті виявлено неточне розуміння окремих аспектів;

- середній рівень (3-4 бали) — завдання виконане повністю, але при захисті виявлено поверхневе розуміння матеріалу, проте достатнє для отримання правильного результату;

- низький рівень (2 бали) — робота виконана з помилками або не повністю, проте зберігається систематичність підходу до вирішення задач;

- поганий рівень (1 бал) — робота виконана формально, значні недоліки в описі та захисті результатів.

Умови отримання заліку:

Для отримання заліку студент повинен набрати достатню кількість балів за результатами двох рубежів та виконати всі передбачені програмою лабораторні роботи. Лабораторні роботи є обов'язковими для виконання. До оцінювання допускаються лише роботи, які виконані в повному обсязі та захищені.

2-й семестр (ЕКЗАМЕН)

Поточний контроль може надати до 60 балів (по 30 балів за кожен змістовний модуль). Підсумковий контроль здійснюється у формі письмового екзамену. Максимальна кількість балів, які можна отримати на екзамені, складає 40 балів.

Поточний контроль та самостійна робота																								Екзамен	Сума
Змістовий модуль 3												Змістовий модуль 4													
Т9			Т10			Т11			Т12			Т13		Т14		Т15		Т16							
Л9	Л10	ЛР9	Л11	Л12	ЛР10	Л13	Л14	ЛР11	Л15	Л16	ЛР12	Л17	Л18	ЛР13	Л19	Л20	ЛР14	Л21	Л22	ЛР15	Л23	Л24	ЛР16		
2	2	3	2	2	3	2	2	4	2	2	4	2	2	3	2	2	3	2	2	4	2	2	4		
30												30										40	100		

Критерії оцінювання роботи на лекціях (2-й семестр):

За кожне лекційне заняття студент може отримати максимально 2 бали. Всього 16 лекцій (до 32 балів). Оцінюються наступні критерії:

- участь в бесідах та обговореннях;
- стеження за викладеним матеріалом;
- відповіді на питання;
- аналіз прикладів та ситуаційних задач;
- формулювання змістовних запитань;
- вміння виділяти ключову інформацію.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт (2-й семестр):

Кожна лабораторна робота може бути оцінена максимально в 3-4 бали. Всього 8 лабораторних робіт. Рівні оцінювання аналогічні 1-му семестру:

- високий рівень (3-4 бали) — завдання виконано в повному обсязі, студент демонструє глибоке розуміння матеріалу та впевнено захищає результати;

- достатній рівень (2-3 бали) — робота виконана повністю, але містить незначні неточності;

- середній рівень (2 бали) — робота виконана повністю, але студент демонструє поверхнєве розуміння;

- низький рівень (1 бал) — робота виконана з помилками або не повністю.

Допуск до екзамену:

Для допуску до екзамену студент повинен набрати мінімум 20 балів з 60 можливих за поточну роботу протягом семестру та виконати всі передбачені програмою лабораторні роботи.

Екзамен передбачає:

- оцінювання обсягів засвоєних теоретичних знань,
- розуміння засвоєних теоретичних знань,
- здатність використовувати теоретичні знання на практиці,
- логічність та повнота відповідей,
- вміння вести бесіду на задану тему з використанням відповідних теоретичних знань.

Проведення екзамену передбачає письмову відповідь на **два** теоретичних питання з подальшим обговоренням відповідей. Відповідно, по кожному з питань студент має можливість отримати 20 балів:

Критерій	Кількість балів	Коментар
Оцінювання обсягів засвоєних теоретичних знань	4	Відповідь містить викладений матеріал на лекціях, додатковий матеріал засвоєний самостійно, використано власний досвід.
Розуміння засвоєних теоретичних знань.	4	Вміння оцінювати застосовність теоретичних знань до оцінювань застосовності методів та алгоритмів до не стандартних задач.
Здатність використовувати теоретичні знання на практиці	4	Вміння наводити приклади застосування теоретичних знань з обґрунтуванням прийнятих рішень.
Логічність та повнота відповідей.	4	Відповідь структурована та послідовна.
Вміння вести бесіду на задану тему з використанням відповідних теоретичних знань	4	У відповіді використовується відповідна термінологія, присутні звернення до теоретичних знань та звернення до прикладів.

Додаткові положення:

Штрафні санкції:

- за несвоєчасне виконання або захист роботи — мінус 1 бал;

- за значну затримку виконання або захисту — мінус 2 бали;

- за оформлення роботи, що не відповідає встановленим вимогам – мінус 1 бал.

Заохочувальні бали:

Лабораторні роботи вважаються обов'язковими завданнями, проте можливе отримання додаткових балів або зарахування без виконання при:

- проходженні відповідних тематиці онлайн-курсів з підтвердженням сертифікатом;

- участі у НДР та інших наукових заходах по відповідній тематиці;

- використанні набутих знань у власних наукових дослідженнях;

- участі в заходах кафедри (зокрема «День науки»).

Проявлення ініціатив у розширенні результатів роботи понад вимоги заохочуються додатковими балами.

Академічна доброчесність:

Всі види робіт повинні бути виконані самостійно. Плагіат, списування, використання несанкціонованих допоміжних матеріалів під час екзамену є порушенням академічної доброчесності та тягне за собою відповідні санкції згідно з положенням університету. Відповідність шкали оцінювання ЄКТС національній системі оцінювання визначена у розділі 8 Положення про організацію освітнього процесу в ЦНТУ: таблиця 1, стор. 33 www.kntu.kr.ua/file/content/424/polozhennia-pro-orhanizatsiyu-osvitnoho-protsesu-v-tsntu.pdf

Шкала оцінювання знань

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всіма видами навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	задовільно	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінки іспиту:

оцінку «відмінно» (90-100 балів, А) заслуговує студент, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

оцінку «добре» (82-89 балів, В) – заслуговує студент, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;
- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

оцінку «добре» (74-81 бал, С) заслуговує студент, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;
- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;
- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

оцінку «задовільно» (64-73 бали, D) – заслуговує студент, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;
- виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;
- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;
- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

оцінку «задовільно» (60-63 бали, E) – заслуговує студент, який:

- володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який:

виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

оцінку «незадовільно» (35 балів, F) – виставляється студенту, який:

- володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;
- допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;
- не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

При виставленні оцінки враховуються результати навчальної роботи студента протягом семестру

10. Рекомендована література

Базова

1. Weidman S. Deep Learning from Scratch: Building with Python from First Principles. – O'Reilly. – 252 p.
2. Luger, George F. Artificial Intelligence: Principles and Practice. Springer, 2024. ISBN 3031574362.
3. Hurbans R. Grokking Artificial Intelligence Algorithms. – Manning, 2020. – 631 p.
4. Teofili T. Deep Learning for Search. – Manning, 2019. – 695 p.
5. Kotu V., Deshpande B. Data Science: Concepts and Practice. – Elsevier Science, 2018. – 953 p.
6. Читальний зал № 1 (ЦНТУ) Фісун М. Т., Кравець І. О., Казмірчук П. П., Ніколенко С. Г.. Інтелектуальний аналіз даних: практикум : навч. посіб. Львів : Новий Світ 2000, 2023. 161 с. ISBN 978-966-418-287-7.
7. Читальний зал № 1 (ЦНТУ) Висоцька В. А., Досин Д. Г., Микіч Х. І. та ін. Методи та засоби функціонування систем підтримки прийняття рішень на основі онтологій : монографія. Львів : Новий Світ 2000, 2019. 236 с. ISBN 978-617-7519-47-7.
8. Читальний зал № 1 (ЦНТУ) Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М.. Системи штучного інтелекту : навч. посіб. 2-ге вид., випр. та доп. Львів : Магнолія, 279 с. ISBN 978-617-57-40-11-4.

Методичне забезпечення

9. Штучний інтелект: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студент. денної та заочної форми навчання другого рівня вищої освіти, галузі "Інформаційні технології" / [уклад.: Є. В. Мелешко, О. М. Дресев, Р. О. Ткачук] ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. кібербезпеки та програмного забезпечення. – Кропивницький : ЦНТУ, 2025. – 49 с. Режим доступу: <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/18910>

Допоміжна

10. Кавун С.В., Смірнов О.А., Сорбат І.В., Мелешко Є.В., Коваленко О.В. Системи штучного інтелекту // Навчальний посібник – Кіровоград: КНТУ 2013. – 335 с.
11. Інженерія програмного забезпечення: Навчальний посібник / О.А. Смірнов, О.В. Коваленко, Є.В. Мелешко, Л.В. Константинова, А.С. Кожанова // Кіровоград: КНТУ 2013. – 335 с.
12. Fenner M. Machine Learning with Python for Everyone (Addison-Wesley Data & Analytics Series) 1st Edition, Kindle Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 586 p.

13. Mollick, Ethan. *Co-Intelligence: Living and Working with AI*. Portfolio, 2024. ISBN 059371671X.
14. Harari, Yuval Noah. *Nexus: A Brief History of Information Networks from the Stone Age to AI*. Random House Publishing Group, 2024. ISBN 059373422X.
15. Hao, Karen. *Empire of AI: Dreams and Nightmares in Sam Altman's OpenAI*. Penguin Press, 2025. ISBN 0593657500.
16. Lennox, John C. *2084 and the AI Revolution, Updated and Expanded Edition: How Artificial Intelligence Informs Our Future*. Zondervan, 2024. ISBN 0310166640.
17. Poole, David L., Mackworth, Alan K. *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents*. 3rd ed. Cambridge University Press, 2023. ISBN 1009258192.
18. Dagur, Arvind, Agarwal, Sohit, Shukla, Dharendra Kumar, Ali, Shabir, Sharma, Sandhya (eds.). *Artificial Intelligence and Sustainable Innovation. Volume 1*. CRC Press, 2026. ISBN 1041101996.
19. Martinez, David R., Kifle, Bruke M. *Artificial Intelligence: A Systems Approach from Architecture Principles to Deployment*. The MIT Press, 2024. ISBN 0262048981.
20. Eitel Porter, Ray, Dongha, Paul, Vogel, Miriam. *Governing the Machine: How to Navigate the Risks of AI and Unlock Its True Potential*. Bloomsbury Business, 2025. ISBN 139942629X.
21. Lavista Ferres, Juan M. *Degrees of Change: What AI Means for Education and the Next Generation*. Wiley, 2026. ISBN 1394413068.
22. Graley, J. F. *Understanding Artificial Intelligence Volume One: A Beginners Guide to the World of Artificial Intelligence*. Books of Understand, 2024. ASIN B0DHGRWY3C.
23. Tsoukalas, Lefteri H. *Fuzzy Logic: Applications in Artificial Intelligence, Big Data, and Machine Learning*. McGraw Hill, 2023. ISBN 1264675917.
24. Iansiti, Marco, Lakhani, Karim R. *Competing in the Age of AI: Strategy and Leadership When Algorithms and Networks Run the World*. Harvard Business Review Press, 2020. ISBN 1633697622.
25. Wilkins, Neil. *Artificial Intelligence: What You Need to Know about Machine Learning, Robotics, Deep Learning, Recommender Systems, Internet of Things, Neural Networks, Reinforcement Learning, and Our Future*. Bravex Publications, 2019. ISBN 1647481694.
26. Smith, Robert Elliott. *Rage Inside the Machine: The Prejudice of Algorithms, and How to Stop the Internet Making Bigots of Us All*. Bloomsbury Business, 2019. ISBN 1472963881.
27. Theodoridis, Sergios, Koutroumbas, Konstantinos. *Pattern Recognition*. Academic Press, 2008. ISBN 1597492728.
28. Chen, Stella. *Artificial Intelligence: Navigating the Depths and Heights of Artificial Intelligence, its Origins, Innovations, Ethical Implications, and Boundless Potential for Tomorrow's World*. Kindle edition, 2024. ASIN B0CSTRD7YJ.

Наукові публікації

29. Ulichev O., Meleshko Ye., Smirnov O., Khokh V., Goncharenko Iu. Method of Choosing Objects for Informational Influence in Social Networks during Information Campaign Based on the Analytic Hierarchy Process // CEUR-WS, Vol 2588, Lviv, Ukraine. – 2019. – P. 215-227 (ISSN 16130073) **(SCOPUS)** – URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083203878&origin=resultslist>
30. Mohammed A.S., Meleshko, Y., Balaji S.B., Semenov S. Collaborative Filtering Method with the use of Production Rules Proceedings of ICCIKE, Amity University DubaiDubai; United Arab Emirates. –2019. – с. 387-391 **(SCOPUS)** **(Web of Science)** URL:<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85080933551&origin=resultslist>
31. Meleshko Ye., Drieiev O., Drieieva H. Method of identification bot profiles based on neural networks in recommendation systems // Advanced Information Systems. – 2020. – Vol. 4, No. 2 – С. 24-28. **(фахове видання)** – URL: <http://ais.khpi.edu.ua/article/view/2522-9052.2020.2.05> **(Google Scholar)**
32. Meleshko Ye. Method of generating recommendations lists with considering activity indexes of users in a recommendation system // Науковий журнал Сучасні інформаційні системи. – Харків: НТУ "ХПИ", 2019. – Т. 3, № 1. – С. 43-47. **(фахове видання)** – URL: <http://ais.khpi.edu.ua/article/view/2522-9052.2019.1.07>
33. Meleshko Ye. Method of collaborative filtration based on associative networks of users similarity // Науковий журнал Сучасні інформаційні системи. – Харків: НТУ "ХПИ", 2018. – Т. 2, № 4. – С. 55-59. **(фахове видання)** – URL: <http://ais.khpi.edu.ua/article/view/2522-9052.2018.4.09>
34. Meleshko Ye., Yakymenko M., Semenov S. A Method of Detecting Bot Networks Based on Graph Clustering in the Recommendation System of Social Network // CEUR-WS, Vol 2870, Lviv, Ukraine. – 2021. – P. 1249-1261 (ISSN 16130073) **(SCOPUS)** **(Web of Science)** – URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85107217511&origin=resultslist>
35. Мелешко Є.В. Методи кластеризації графів соціальних мереж для побудови рекомендаційних систем // Збірник наукових праць Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2019. – Т. 2 (54). – С. 129-134. **(фахове видання)** – URL: <http://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/1421>

Інформаційні ресурси

36. Курс «Штучний інтелект» на сервері дистанційної освіта ЦНТУ. – URL: <https://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=1084>
37. <https://prometheus.org.ua/> – українська платформа безкоштовних онлайн-курсів
38. <https://www.tensorflow.org/> – An end-to-end open source machine learning platform
39. <http://leenissen.dk/> – Fast Artificial Neural Network Library

40. <https://www.codeproject.com/> – колективний блог з новинами та навчальними статтями про інформаційні технології та програмування.

41. <http://stackoverflow.com/> – система питань і відповідей для професійних програмістів та новачків у програмуванні.

42. <https://dou.ua/> – український веб-сайт з елементами колективного блогу, створений для розповсюдження новин, аналітичних статей та свіжої інформації пов'язаної із інформаційними технологіями.

43. <http://www.algomation.com/> – це платформа для перегляду, обміну і створення візуалізацій алгоритмів.

Додаток. Екзаменаційні питання.

Тема 1. Роль використання штучного інтелекту в промислових, вбудованих, мережевих системах

1. Проаналізуйте основні класи систем, де застосовується штучний інтелект (промислові, вбудовані, мережеві). Які типові задачі вирішує ШІ у кожному класі? Наведіть конкретні приклади взаємодії програмного та апаратного забезпечення.

2. Опишіть наукові підходи до впровадження ШІ в комп'ютерних системах. Як визначити доцільність застосування ШІ для конкретної задачі та які критерії оцінки ефективності слід використовувати?

Тема 2. Архітектури вбудованих систем для ШІ

3. Порівняйте архітектури MCU, SoC, FPGA, GPU та NPU для виконання задач ШІ. Які обмеження пам'яті та енергоспоживання характерні для кожного типу архітектури?

4. Опишіть критерії вибору апаратної платформи для вбудованої ШІ-системи. Наведіть приклади типових платформ та обґрунтуйте їх застосування для різних сценаріїв.

Тема 3. Вступ до машинного навчання для інженерів

5. Опишіть життєвий цикл ML-проєкту від постановки задачі до розгортання. Які основні типи задач машинного навчання існують і як обрати відповідні метрики якості?

6. Що таке перекося даних (data bias) і які ризики він створює для ML-систем? Як виявляти та мінімізувати вплив перекося на етапі підготовки даних?

Тема 4. Класичні моделі ML для вбудованих систем

7. Порівняйте класичні моделі ML (лінійна регресія, дерева рішень, SVM) з точки зору вимог до обчислювальних ресурсів. Чому класичні методи часто є оптимальним вибором для Edge-пристроїв?

8. Опишіть принципи роботи дерев рішень та SVM. Як оцінити придатність цих моделей для розгортання на мікроконтролері з обмеженою пам'яттю?

Тема 5. Нейронні мережі та їх апаратні вимоги

9. Порівняйте ключові архітектури нейронних мереж (MLP, CNN, RNN, трансформери) за типовими задачами та вимогами до ресурсів. Як розмір моделі впливає на можливість розгортання на Edge?

10. Проаналізуйте компроміси між глибиною/шириною нейронної мережі та її продуктивністю на вбудованих системах. Які архітектурні рішення дозволяють зменшити апаратні вимоги?

Тема 6. Збір, розмітка, підготовка та валідація даних

11. Опишіть процес формування датасету для вбудованого застосунку ШІ. Як забезпечити контроль якості даних та правильні розподіли навчальної/тестової вибірок?

12. Що таке data leakage (витік даних) і чому він є критичною проблемою для ML-проєктів? Наведіть приклади витоку та способи його запобігання.

Тема 7. Оптимізація моделей для Edge AI

13. Опишіть методи стискання моделей: квантизація, прунінг, knowledge distillation. Як кожен метод впливає на точність та швидкість виконання?

14. Поясніть компроміси між точністю моделі та швидкістю/розміром при оптимізації для Edge. Як визначити оптимальний баланс для конкретного застосунку?

Тема 8. Розгортання моделей у вбудованих системах

15. Опишіть процес інтеграції ML-моделі у прошивку або програмне забезпечення вбудованої системи. Які формати моделей та рантайми найбільш поширені?

16. Порівняйте фреймворки для розгортання моделей на Edge (TensorFlow Lite, ONNX Runtime, Edge Impulse). Які критерії вибору фреймворку для конкретної платформи?

Тема 9. Апаратні прискорювачі ШІ

17. Опишіть принципи роботи апаратних прискорювачів ШІ (NPU, FPGA, DSP). Які типи операцій вони прискорюють і чому це критично для Edge AI?

18. Порівняйте підходи до прискорення обчислень ШІ на FPGA та спеціалізованих NPU. В яких сценаріях кожен підхід має переваги?

Тема 10. Енергоефективність та продуктивність Edge AI

19. Які метрики використовуються для оцінки енергоефективності та продуктивності Edge AI систем? Як профілювати та оптимізувати ML-pipeline для зменшення енергоспоживання?

20. Опишіть методи оптимізації обчислювального pipeline для досягнення балансу між продуктивністю та енергоспоживанням. Наведіть практичні приклади.

Тема 11. Реальний час та надійність ШІ-систем

21. Поясніть вимоги реального часу (RT) до ШІ-систем. Як забезпечити детермінізм виконання та контроль затримок у вбудованих системах?

22. Опишіть підходи до планування задач та контролю деградації у RT ШІ-системах. Як визначити допустимі межі затримок для критичних застосунків?

Тема 12. Безпека та приватність у вбудованих ШІ-системах

23. Проаналізуйте типові загрози до ML-моделей та даних у вбудованих системах (adversarial attacks, model stealing, data poisoning). Які базові механізми захисту існують?

24. Опишіть підходи до безпечного оновлення моделей на вбудованих пристроях. Як забезпечити цілісність та автентичність моделі при розгортанні?

Тема 13. MLOps для вбудованих систем

25. Опишіть життєвий цикл ML-моделі у вбудованій системі від розробки до виведення з експлуатації. Як автоматизувати тестування та контроль якості?

26. Поясніть роль контролю версій моделей та артефактів у MLOps для вбудованих систем. Які інструменти та практики забезпечують відтворюваність?

Тема 14. Інтеграція ШІ з мережевими протоколами та IoT

27. Опишіть архітектури IoT для інтеграції Edge AI. Як протоколи MQTT та OPC UA використовуються для обміну даними з ШІ-компонентами?

28. Поясніть роль Time-Sensitive Networking (TSN) у промислових ШІ-системах. Які вимоги до синхронізації та затримок ставлять промислові протоколи?

Тема 15. Індустріальні кейси: комп'ютерний зір, предиктивне обслуговування

29. Проаналізуйте кейс застосування комп'ютерного зору для контролю якості на виробництві. Які ключові показники ефективності (KPI) визначають успіх впровадження?

30. Опишіть підхід до предиктивного обслуговування обладнання на основі ШІ. Як формуються дані, які моделі використовуються та як оцінюється економічна ефективність?

Тема 16. Етика та правові аспекти застосування ШІ

31. Проаналізуйте етичні ризики застосування ШІ у критичних вбудованих системах (медичні пристрої, автономний транспорт). Як розподіляється відповідальність за рішення ШІ?

32. Опишіть регуляторні рамки для ШІ-систем (EU AI Act, галузеві стандарти). Які вимоги ставляться до документування та прозорості алгоритмів?

Тема 17. Комп'ютерний зір на Edge

33. Опишіть ланцюг обробки зображень у Edge-системі: від захоплення камерою до виведення результату. Які етапи попередньої обробки є критичними?

34. Порівняйте типові моделі для детекції та сегментації об'єктів на Edge (MobileNet, YOLO, EfficientDet). Які метрики використовуються для оцінки якості?

Тема 18. Аудіо та сенсорні дані

35. Опишіть базові підходи DSP для обробки аудіосигналів перед подачею на ML-модель. Як формуються ознаки (MFCC, спектрограми) та який їх вплив на якість?

36. Поясніть особливості роботи з сенсорними даними (акселерометр, гіроскоп, температура) для ML-задач. Як підібрати оптимальну модель для часових рядів сенсорів?

Тема 19. Multimodal Edge AI

37. Опишіть стратегії data fusion (раннє, пізнє, гібридне злиття) для мультимодальних Edge AI систем. Як вибір стратегії впливає на точність та складність?

38. Поясніть проблеми синхронізації даних з різних сенсорів у мультимодальних системах. Які підходи дозволяють мінімізувати вплив десинхронізації?

Тема 20. Тестування та валідація моделей на пристрої

39. Опишіть план тестування ML-моделі безпосередньо на Edge-пристрої. Які метрики слід вимірювати та як забезпечити відтворюваність тестів?

40. Поясніть різницю між офлайн-валідацією моделі та тестуванням на цільовому пристрої. Які проблеми можуть виникнути при розгортанні і як їх виявити?

Тема 21. Віддалене оновлення моделей ШІ-систем

41. Опишіть стратегії OTA-оновлення ML-моделей на вбудованих пристроях. Як забезпечити безпечне відновлення (rollback) у разі невдалого оновлення?

42. Поясніть проблеми контролю сумісності версій моделей та прошивки. Як організувати версіонування для забезпечення стабільності системи?

Тема 22. Кіберстійкість вбудованих ШІ-систем

43. Опишіть підхід до моделювання загроз (threat modeling) для вбудованої ШІ-системи. Які вектори атак є найбільш критичними?

44. Поясніть механізми захисту прошивки та моделей: secure boot, підпис моделей, шифрування. Як ці механізми інтегруються у архітектуру системи?

Тема 23. Стандарти та сертифікація для вбудованих ШІ-систем

45. Опишіть роль стандартів ISO/IEC, IEC 61508, DO-178C у розробці вбудованих ШІ-систем. Які вимоги вони ставлять до процесу розробки та документування?

46. Поясніть процес сертифікації ШІ-системи для критичного застосування. Які документи та докази потрібно підготувати для проходження сертифікації?