

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор навчально-наукового
інституту

«Українська інженерно-педагогічна
академія»

Денис КОВАЛЕНКО

2026 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

___ **Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем** ___
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти ___ **другий (магістерський)** ___ /

галузь знань **G Інженерія, виробництво та будівництво**

(шифр і назва)

спеціальність ___ **G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка**

(шифр і назва)

освітня програма ___ **Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

(шифр і назва)

спеціалізація _____

(шифр і назва)

вид дисципліни ___ **обов'язкова** _____

(обов'язкова / за вибором)

інститут ___ **Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»** ___

2026 / 2027 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»

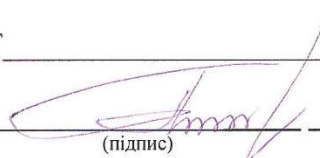
« 29 » червня 2026 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)
_ Мезеря Андрій Юрійович, кандидат технічних наук, доцент

Програму схвалено на засіданні кафедри
Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Протокол від « 17 » червня 2026 року № 15

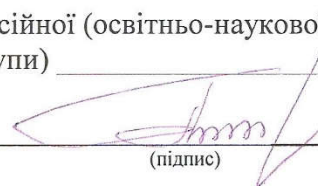
Завідувач кафедри _АМЕТ_

 (підпис) — Канюк Г.І. (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми
(керівником проектної групи) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

назва освітньої програми

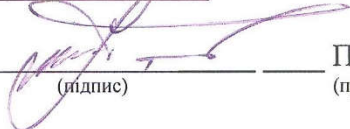
Гарант освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми
(керівник проектної групи)

 (підпис) — Канюк Г.І. (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією
Навчально наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»
(назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна)

Протокол від « 29 » червня 2026 року № 8

Голова науково-методичної комісії Навчально наукового інституту
«Українська інженерно-педагогічна академія»

 (підпис) — Петров С.В. (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

другий (магістерський)
(назва рівня вищої освіти)

спеціальності G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Курс «Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем» розроблено та сформовано з урахуванням сучасних вимог до проектування та технології кіберфізичних виробничих систем. В рамках дисципліни здобувачі вищої освіти отримають знання з питань проектування кіберфізичних систем та технологій, які використовуються в них, отримають та розвинути практичні вміння і навички розв'язання реальних задач з проектування кіберфізичних систем на виробництві, моделювання та дослідження об'єктів керування.

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти вміння застосовувати нові методи керування, які засновано на впровадженні новітніх технологій, до яких відносяться кіберфізичні системи керування. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: характеристики основних кіберфізичних систем керування; методи математичного моделювання та дослідження кіберфізичних систем; методи проектування кіберфізичних систем; технічні заходи щодо впровадження і практичного використання кіберфізичних систем на виробництві. Вміти: обирати структуру кіберфізичних систем виходячи з характеристик реального об'єкта керування; проектувати кіберфізичні системи; оцінювати якість керування кіберфізичних систем.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- забезпечити комплексну підготовку здобувачів шляхом засвоєння ними сучасних аспектів проектування та використання кіберфізичних виробничих систем;
- забезпечити вміння створювати системи автоматизації на основі використання інтелектуальних методів управління, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв;
- забезпечити вміння розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами;
- навчити аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації;

- навчити розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами;
- забезпечити вміння розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами.

1.3. Кількість кредитів: 5

1.4. Загальна кількість годин: 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	1-й
Лекції	
32 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
102 год.	136 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна

Вивчення навчальної дисципліни «Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем» сприяє здобуттю таких компетенцій:

ЗК1 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК1. 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.

ФК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення.

ФК4. Здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації.

ФК5. Здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень.

ФК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

ФК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

ФК9. Здатність розробляти функціональну та технічну структури систем енергозберігаючого керування, виконувати структурно-параметричний синтез енергозберігаючих автоматизованих систем керування об'єктами енергетичної та загальнопромислових галузей на основі використання сучасних знань енергетичного аудиту та методів математичного моделювання.

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна

ПРН01. 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.

ПРН02. Створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів.

ПРН05. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації.

ПРН07. Аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації.

ПРН09. 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.

ПРН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

ПРН13. Застосовувати знання енергетичного аудиту в системах керування об'єктами теплоенергетики та енергоємними установками підприємств загальнопромислових галузей.

ПРН14. Розробляти функціональну та технічну структури систем енергозберігаючого керування об'єктами енергетичної та загальнопромислових галузей, виконувати структурно-параметричний синтез енергозберігаючих автоматизованих систем керування.

1.8. Пререквізити: Знання з теорії автоматичного керування, математичного моделювання, набуті під час попереднього етапу навчання (освітній рівень бакалавра), а також дисципліни першого семестру «Програмування та цифрові технології в автоматизованих системах керування», «Сучасні методи та алгоритми систем автоматичного керування»

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Концепція кіберфізичних систем

Тема 1. Кіберфізичні виробничі системи: поняття, структура та принципи побудови

- 1.1. Поняття кіберфізичної системи та кіберфізичної виробничої системи
- 1.2. Відмінності між автоматизованими, комп'ютерно-інтегрованими та кіберфізичними системами
- 1.3. Фізична, обчислювальна, комунікаційна та інформаційна складові системи
- 1.4. Взаємодія фізичних процесів і програмно-алгоритмічного середовища
- 1.5. Ієрархічна та розподілена організація виробничих систем
- 1.6. Основні властивості кіберфізичних виробничих систем
- 1.7. Обмеження та проблеми переходу від традиційної автоматизації до кіберфізичного виробництва

Тема 2. Архітектура кіберфізичних виробничих систем

- 2.1. Принципи архітектурного проектування
- 2.2. Функціональна декомпозиція виробничої системи
- 2.3. Рівні фізичних пристроїв, керування, периферійних обчислень і корпоративних сервісів
- 2.4. Централізовані, децентралізовані та розподілені архітектури
- 2.5. Сервісно-орієнтований підхід до побудови виробничих систем
- 2.6. Модульність, масштабованість та інтероперабельність
- 2.7. Архітектурні моделі RAMI 4.0 та Industrial Internet Reference Architecture
- 2.8. Вибір архітектури залежно від структури технологічного процесу

Тема 3. Методи формалізації та моделювання кіберфізичних виробничих систем

- 3.1. Модель як основа проектування кіберфізичної системи
- 3.2. Моделі безперервних, дискретних та гібридних процесів
- 3.3. Моделі стану виробничих об'єктів
- 3.4. Диференціальні та різницеві моделі
- 3.5. Дискретно-подієве моделювання
- 3.6. Кінцеві автомати та мережі Петрі
- 3.7. Моделювання взаємодії фізичної та кібернетичної частин
- 3.8. Адекватність, точність та обчислювальна складність моделей

Тема 4. Ідентифікація, сенсорні системи та формування виробничих даних

- 4.1. Структура вимірювального каналу кіберфізичної системи
- 4.2. Датчики та інтелектуальні сенсорні вузли
- 4.3. Аналогові та цифрові вимірювальні сигнали
- 4.4. Дискретизація та квантування сигналів
- 4.5. Похибки вимірювання та невизначеність даних
- 4.6. Фільтрація та первинна обробка вимірювальної інформації
- 4.7. Ідентифікація параметрів виробничого об'єкта
- 4.8. Контекстуалізація виробничих даних

Тема 5. Виконавчі пристрої та локальні системи автоматичного керування

- 5.1. Місце виконавчих пристроїв у структурі кіберфізичної системи
- 5.2. Електричні, пневматичні та гідравлічні виконавчі механізми
- 5.3. Регульований електропривод як компонент виробничої системи
- 5.4. Замкнені контури автоматичного регулювання
- 5.5. ПІ-, ПІД- та цифрові регулятори
- 5.6. Дискретне керування технологічними операціями
- 5.7. Координація кількох локальних контурів
- 5.8. Обмеження виконавчих пристроїв та їх урахування в алгоритмах керування

Тема 6. Програмовані логічні контролери та системи керування реального часу

- 6.1. Архітектура програмованого логічного контролера

- 6.2. Цикл виконання програми ПЛК
- 6.3. Стандарт ІЕС 61131-3 та мови програмування контролерів
- 6.4. Логічне, послідовне та регульовальне керування
- 6.5. Поняття системи реального часу
- 6.6. Детермінованість і часові обмеження
- 6.7. Час реакції системи та затримки оброблення
- 6.8. Розподілене керування виробничими об'єктами
- Тема 7.** Промислові мережі та технології обміну даними
- 7.1. Комунікаційна підсистема кіберфізичного виробництва
- 7.2. Топології промислових мереж
- 7.3. Ethernet-технології у виробничих системах
- 7.4. Modbus TCP, PROFINET, EtherCAT та інші промислові протоколи
- 7.5. OPC UA як засіб інформаційної інтеграції
- 7.6. MQTT та обмін повідомленнями в ІоТ-системах
- 7.7. Затримки, джиттер, пропускна здатність та втрати пакетів
- 7.8. Синхронізація часу в розподілених системах
- 7.9. Вибір мережевої технології для виробничого застосування
- Тема 8.** Промисловий Інтернет речей та периферійні обчислення
- 8.1. Концепція Industrial Internet of Things
- 8.2. ІоТ-пристрої та шлюзи
- 8.3. Ідентифікація та адресація виробничих об'єктів
- 8.4. Edge computing у виробничих системах
- 8.5. Fog- та cloud-івні оброблення даних
- 8.6. Розподіл обчислювальних задач між ПЛК, edge- і cloud-рівнями
- 8.7. Затримки передавання та оброблення інформації
- 8.8. Вибір місця виконання алгоритмів керування й аналітики

Розділ 2. Впровадження кіберфізичних систем

Тема 9. Інтеграція виробничих систем: SCADA, MES, ERP та інформаційні моделі

- 9.1. Вертикальна та горизонтальна інтеграція виробництва
- 9.2. SCADA-системи та диспетчерське керування
- 9.3. MES як рівень оперативного управління виробництвом
- 9.4. Взаємодія MES і ERP
- 9.5. ISA-95 та структуризація рівнів виробничого управління
- 9.6. Інформаційні моделі технологічних об'єктів
- 9.7. Семантична сумісність компонентів
- 9.8. Обмін технологічними, виробничими та корпоративними даними
- Тема 10.** Цифрові двійники кіберфізичних виробничих систем
- 10.1. Поняття цифрової моделі, цифрової тіні та цифрового двійника
- 10.2. Структура цифрового двійника виробничого об'єкта
- 10.3. Синхронізація фізичного об'єкта та його цифрової моделі
- 10.4. Математичні, імітаційні та інформаційні моделі цифрового двійника
- 10.5. Оцінювання стану об'єкта за вимірювальними даними
- 10.6. Використання цифрових двійників для прогнозування поведінки системи
- 10.7. Віртуальне налагодження алгоритмів керування
- 10.8. Межі достовірності цифрового двійника

Тема 11. Збирання, зберігання та аналітичне оброблення виробничих даних

- 11.1. Життєвий цикл виробничих даних
- 11.2. Поточкові та історичні дані
- 11.3. Часові ряди технологічних параметрів
- 11.4. Промислові бази даних та historians
- 11.5. Попередня обробка й очищення даних

11.6. Статистичні характеристики технологічних процесів

11.7. Кореляційний та регресійний аналіз

11.8. Виявлення аномальних станів

11.9. Використання даних для оцінювання якості та стану обладнання

Тема 12. Методи штучного інтелекту в кіберфізичних виробничих системах

12.1. Місце методів штучного інтелекту в системі керування виробництвом

12.2. Постановка задач класифікації, регресії та прогнозування

12.3. Формування ознак за технологічними даними

12.4. Навчання та перевірка моделей машинного навчання

12.5. Прогнозування технічного стану обладнання

12.6. Виявлення дефектів та аномалій

12.7. Предиктивне технічне обслуговування

12.8. Обмеження моделей машинного навчання у виробничих системах

12.9. Поєднання фізичних моделей і моделей, отриманих із даних

Тема 13. Надійність, функціональна безпека та відмовостійкість

13.1. Відмова як подія в кіберфізичній виробничій системі

13.2. Показники надійності технічних і програмних компонентів

13.3. Послідовні та паралельні структури надійності

13.4. Резервування апаратних і програмних засобів

13.5. Діагностування та виявлення несправностей

13.6. Відмовостійкі алгоритми керування

13.7. Поняття функціональної безпеки

13.8. Безпечні стани виробничої системи

13.9. Урахування ризику на етапі проєктування

Тема 14. Кібербезпека кіберфізичних виробничих систем

14.1. Особливості кіберзагроз для виробничих систем

14.2. Поверхня атаки промислової системи

14.3. Загрози для ПЛК, SCADA, ІоТ та мережевої інфраструктури

14.4. Сегментація промислових мереж

14.5. Ідентифікація, автентифікація та керування доступом

14.6. Захищений обмін технологічними даними

14.7. Контроль цілісності програмного забезпечення та конфігурацій

14.8. Виявлення аномальної мережевої активності

14.9. Урахування вимог кібербезпеки під час проєктування системи

Тема 15. Методологія проєктування кіберфізичних виробничих систем

15.1. Формування технічних і функціональних вимог

15.2. Аналіз технологічного об'єкта як основа проєктування

15.3. Декомпозиція функцій керування, вимірювання та інформаційного обміну

15.4. Вибір технічної архітектури

15.5. Вибір сенсорів, контролерів, виконавчих пристроїв і мережевих компонентів

15.6. Проєктування програмної архітектури

15.7. Проєктування інформаційних потоків

15.8. Оцінювання часових характеристик системи

15.9. Багатокритеріальний вибір проєктних рішень

15.10. Технічна документація кіберфізичної виробничої системи

Тема 16. Верифікація, валідація, впровадження та розвиток кіберфізичної виробничої системи

16.1. Верифікація та валідація проєктних рішень

16.2. Модельно-орієнтоване тестування

16.3. Software-in-the-Loop, Hardware-in-the-Loop та віртуальне введення в експлуатацію

16.4. Перевірка алгоритмів керування в штатних і аварійних режимах

16.5. Інтеграційне тестування компонентів

- 16.6. Оцінювання продуктивності кіберфізичної системи
- 16.7. Введення системи в експлуатацію
- 16.8. Моніторинг параметрів після впровадження
- 16.9. Модернізація та масштабування системи
- 16.10. Життєвий цикл кіберфізичної виробничої системи

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Концепція кіберфізичних систем												
Тема 1. Кіберфізичні виробничі системи: поняття, структура та принципи побудови	8	2				6	8,5	0,5				8
Тема 2. Архітектура кіберфізичних виробничих систем	12	2	4			6	10	0,5	1,5			8
Тема 3. Методи формалізації та моделювання кіберфізичних виробничих систем	8	2				6	8,5	0,5				8
Тема 4. Ідентифікація, сенсорні системи та формування виробничих даних	8	2				6	8,5	0,5				8
Тема 5. Виконавчі пристрої та локальні системи автоматичного керування	12	2	4			6	11	0,5	1,5			9
Тема 6. Програмовані логічні контролери та системи керування реального часу	9	2				7	9,5	0,5				9
Тема 7. Промислові мережі та технології обміну даними	9	2				7	9,5	0,5				9
Тема 8. Промисловий Інтернет речей та периферійні обчислення	9	2				7	9,5	0,5				9
Разом за розділом 1	75	16	8			51	75	4	3			68
Розділ 2. Впровадження кіберфізичних систем												
Тема 9. Інтеграція виробничих систем:	8	2				6	8,5	0,5				8

SCADA, MES, ERP та інформаційні моделі												
Тема 10. Цифрові двійники кіберфізичних виробничих систем	8	2				6	8,5	0,5				8
Тема 11. Збирання, зберігання та аналітичне оброблення виробничих даних	8	2				6	8,5	0,5				8
Тема 12. Методи штучного інтелекту в кіберфізичних виробничих системах	8	2				6	8,5	0,5				8
Тема 13. Надійність, функціональна безпека та відмовостійкість	12	2	4			6	11	0,5	1,5			9
Тема 14. Кібербезпека кіберфізичних виробничих систем	13	2	4			7	11	0,5	1,5			9
Тема 15. Методологія проєктування кіберфізичних виробничих систем	9	2				7	9,5	0,5				9
Тема 16. Верифікація, валідація, впровадження та розвиток кіберфізичної виробничої системи	9	2				7	9,5	0,5				9
Разом за розділом 2	75	16	8			51	75	4	3			68
Усього годин	150	32	16			102	150	8	6			136

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Практична робота 1. Розроблення структурної та функціональної архітектури кіберфізичної виробничої системи	4
2	Практична робота 2. Розроблення алгоритму керування технологічним об'єктом у складі кіберфізичної системи	4
3	Практична робота 3. Проєктування промислової мережі та інформаційного обміну кіберфізичної виробничої системи	4
4	Практична робота 4. Побудова цифрового двійника та оцінювання стану кіберфізичного виробничого об'єкта	4
Разом		16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Кіберфізичні виробничі системи: поняття, структура та принципи побудови	5
2	Архітектура кіберфізичних виробничих систем	5
3	Методи формалізації та моделювання кіберфізичних виробничих систем	4
4	Ідентифікація, сенсорні системи та формування виробничих даних	5
5	Виконавчі пристрої та локальні системи автоматичного керування	5
6	Програмовані логічні контролери та системи керування реального часу	5
7	Промислові мережі та технології обміну даними	5
8	Промисловий Інтернет речей та периферійні обчислення	5
9	Інтеграція виробничих систем: SCADA, MES, ERP та інформаційні моделі	5
10	Цифрові двійники кіберфізичних виробничих систем	5
11	Збирання, зберігання та аналітичне оброблення виробничих даних	5
12	Методи штучного інтелекту в кіберфізичних виробничих системах	5
13	Надійність, функціональна безпека та відмовостійкість	5
14	Кібербезпека кіберфізичних виробничих систем	5
15	Методологія проектування кіберфізичних виробничих систем	5
16	Верифікація, валідація, впровадження та розвиток кіберфізичної виробничої системи	5
17	Розроблення структурної та функціональної архітектури кіберфізичної виробничої системи	5
18	Розроблення алгоритму керування технологічним об'єктом у складі кіберфізичної системи	5
19	Проектування промислової мережі та інформаційного обміну кіберфізичної виробничої системи	6
20	Побудова цифрового двійника та оцінювання стану кіберфізичного виробничого об'єкта	6
	Разом	102

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький, проблемного викладу; словесні, наочні, практичні; аналіз, синтез, індукція, дедукція; активні методи (дискусії та дебати, метод кейсів), інтерактивні методи (інтерактивні лекції, мозкові штурми, інтерактивні симуляції), проектні методи (проектне навчання, метод проектів); методи дистанційного навчання.

8. Методи контролю

Поточний контроль – усне та письмове опитування, експрес-опитування, контрольні роботи, тестування, оцінка практичних навичок, перевірка завдань для самостійної роботи, кейс-метод, комп'ютерні симуляції.

Підсумковий контроль – екзамен.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання																Екза мен	Сума		
Розділ 1								Розділ 2								Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Раз ом		
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7	Т 8	Т 9	Т 10	Т 11	Т 12	Т 13	Т 14	Т 15	Т 16	12	60	40	100
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 20 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Під час вивчення навчальної дисципліни «Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем» використання технологій штучного інтелекту (ШІ) здійснюється відповідно до Політики використання технологій штучного інтелекту Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

У межах дисципліни «Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем» застосовуються такі моделі використання ШІ:

1. Модель «ШІ заборонено».

Використання технологій штучного інтелекту не допускається під час виконання контрольних заходів курсу «Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем», спрямованих на перевірку індивідуальних знань і сформованості компетентностей здобувача освіти, зокрема: усного опитування, модульних контрольних робіт, екзамену (заліку).

2. Модель «ШІ як асистент».

Під час підготовки до практичних занять з курсу «Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем», виконання індивідуальних завдань, рефератів, аналітичних оглядів та інших письмових робіт дозволяється використання ШІ для: пошуку та систематизації інформації, добору та первинного аналізу наукових джерел, пояснення складних понять, удосконалення структури тексту, перевірки граматики, стилю та оформлення, генерації ідей, плану роботи або прикладів.

Фінальний текст роботи, висновки, аналіз, інтерпретація результатів та прийняті рішення повинні бути самостійно підготовлені здобувачем освіти.

3. Модель «ШІ як інструмент».

Для окремих лабораторних, практичних, проектних або дослідницьких робіт з курсу «Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем» використання технологій штучного інтелекту може бути обов'язковою складовою виконання завдання. У таких випадках здобувачі освіти можуть використовувати генеративні моделі ШІ для: аналізу та підготовки даних, генерації, аналізу й оптимізації програмного коду, порівняння результатів роботи різних моделей ШІ, створення візуалізацій, схем або зображень, аналізу великих масивів даних. проведення експериментів із застосуванням сучасних інструментів штучного інтелекту.

Усі результати, отримані за допомогою ШІ, підлягають критичному аналізу, перевірці та доопрацюванню здобувачем освіти.

Декларування використання ШІ.

У разі використання технологій штучного інтелекту здобувач освіти зобов'язаний зазначити: назву сервісу або моделі ШІ; дату використання; характер допомоги (генерація ідей, пошук інформації, аналіз даних, генерація коду, редагування тексту тощо).

За вимогою викладача здобувач освіти повинен надати використані запити (prompts) або пояснити спосіб використання інструментів ШІ.

Недеклароване використання технологій штучного інтелекту або подання згенерованого ШІ матеріалу як власного результату навчальної діяльності розглядається як порушення принципів академічної доброчесності відповідно до внутрішніх нормативних документів Університету.

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті

Визнання результатів навчання, отриманих здобувачем освіти у неформальній освіті, здійснюється на основі принципів академічної доброчесності, об'єктивності оцінювання та відповідності отриманих результатів навчання програмним результатам навчання з відповідної дисципліни. Неформальна освіта може включати проходження онлайн-курсів, участь у тренінгах, семінарах, практикумах, майстер-класах та інших формах навчання, результати яких відповідають змісту та програмним результатам навчання з дисципліни.

Критерії прийнятності результатів.

Результати навчання, отримані у неформальній освіті, можуть бути визнані за умови їх відповідності змісту дисципліни, програмним результатам навчання та досягнення здобувачем рівня знань і навичок, еквівалентного оцінці «добре» (70–89 балів) за шкалою оцінювання.

Під час оцінювання враховується відповідність отриманих у неформальній освіті результатів навчання теоретичним знанням, практичним умінням та компетентностям, передбаченим робочою програмою дисципліни, а також здатність здобувача освіти застосовувати отримані знання для виконання відповідних навчальних та практичних завдань.

Для розгляду питання про визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, здобувач освіти повинен надати документальне підтвердження успішного проходження відповідного навчання (сертифікат, свідоцтво або інший документ).

Вимоги до документів та процедура визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, визначаються чинним на момент звернення здобувача освіти із заявою про визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, Порядком визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Грудзинський Ю.Є. Технології сучасних кіберфізичних систем: Навчальний посібник [Електронний ресурс]: – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 327 с.
2. R. G. Sanfelice. Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach // Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice / D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic. — CRC Press, 2016.
3. Сучасна теорія автоматичного керування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Т. Г. Баган, В. П. Бунь. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 77 с. Мельник А.О., Мельник В.А., Глухов В.С., Сало А.М. Кіберфізичні системи: багаторівнева організація та проектування. – Магнолія, 2023. – 238 с.
4. Бочкар'єв О.Ю., Голембо В.А. Парамуд Я.С., Яцук В.О. Кіберфізичні системи: технології збору даних. – Магнолія, 2023. – 176 с.
5. Хісматулін В. Ш. Теорія оптимальних систем автоматичного керування : навч. посібник / В.Ш. Хісматулін, О.О. Сосунов, В.О. Сотник. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 230 с.
6. Jan Poesse Wireless challenges in the Ageing in Place Environment / Philips Research, 2015 – 37 с.
7. Jan Poesse Wireless challenges in the Ageing in Place Environment / Philips Research, 2015 – 37 с.
8. Бабак В.П., Бабак С.В., Єременко В.С. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: Підручник за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / 2-е вид., перероб. і доп.-К.: Університет новітніх технологій; НАУ, 2017. -496 с.

Допоміжна література

9. Бучма І.М. Мікропроцесорні пристрої Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2005. – 236 с.
10. Самсонов В. В., Тачиніна О.М. Методологія наукових досліджень та приклади її використання/Київ, НУХТ, 2022. – 385 с.
11. Kyung Sup Kwak. An Overview of IEEE 802.15.6 Standard" [Electronic resource] / Kyung Sup Kwak, Sana Ullah, Niamat Ullah // 2010 3rd International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies (ISABEL 2010), 7-10 Nov., 2010. – Rome, Italy. – DOI: 10.1109/ISABEL.2010.5702867.

12. Sushabhan Choudhury. ZigBee and Bluetooth Network based Sensory Data Acquisition System [Електронний ресурс] / Sushabhan Choudhury, Piyush Kuchhal, Rajesh Singh. – doi.org/10.1016/j.procs.2015.04.195 –P. 367-372.
13. IEEE 802.11 ad: directional 60 GHz communication for multi-Gigabit-persecond Wi-Fi / Nitsche, T., Cordeiro, C., Flores, A. B., Knightly, E. W., Perahia, E., & Widmer, J. C. // IEEE Communications Magazine. – 2014. – 52 (12). – Pp. 132-141.
14. IEEE 802.11 ad: A standard for TV white space spectrum sharing / Flores, A. B., Guerra, R. E., Knightly, E. W., Ecclesine, P., & Pandey, S. // IEEE Communications Magazine. – 2013. – 51 (10). – Pp. 92-100.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Сторінка дистанційного навчання URL <https://moodle.karazin.ua>
2. 15х4 –15 хвилин про кіберфізичні системи
URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Jn0wC6LiWn0>
3. Біотехнічні та кіберфізичні системи
URL: <https://www.youtube.com/watch?v=YsY19HiYb9E>
4. Principles of Modeling for Cyber-Physical Systems
URL: https://www.youtube.com/watch?v=FJ6_SJmqXFE&list=PL868twxs7OjeewCLEd-wcWnM63mOwqgTr
5. Cyber Physical Systems Security
URL: https://www.youtube.com/watch?v=pSK1ngGZ9Fw&list=PLqaj1AbWsq7ueS2nn_PImJG2-4CWEPxNQ
6. Cyber-Physical System Fundamentals
URL: <https://www.youtube.com/watch?v=8HLJFIncMIs&list=PLEw7RXsd9DPVEjjwYG98DJ7OG9aScekZt>
7. Мезеря А.Ю. Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем: метод. вказ. до самостійної роботи для здобувачів вищої освіти ОС «магістр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец.: G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / А.Ю. Мезеря; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків – УІПА, 2026. – 40 с.
8. Мезеря А.Ю. Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем: метод. вказ. до проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти ОС «магістр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец.: G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / А.Ю. Мезеря; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків – УІПА, 2026. – 40 с.
9. Мезеря А.Ю. Проектування та технології кіберфізичних виробничих систем Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти ОС «магістр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / А.Ю. Мезеря; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків – УІПА, 2026. – 120 с.