

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

2025 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»

2025 / 2026 навчальний рік

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

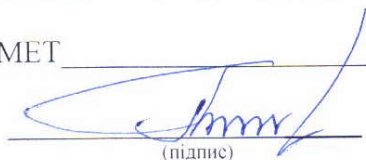
«25» червня 2025 року, протокол № 10

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 «06» червня 2025 року № 12

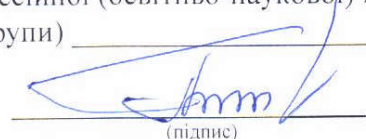
Завідувач кафедри АМЕТ

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

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми
 (керівником проектної групи)

назва освітньої програми

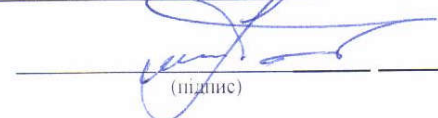
Гарант освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми
 (керівник проектної групи)

 Канюк Г.І.
 (підпис) (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 «24» червня 2025 року № 7

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

 Петров С.В.
 (підпис) (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 (магістерській)
(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 розвинуть 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	
2-й	2-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. Інтероперабельність автоматизації

- 1.1. Інтероперабельність
- 1.2. Стандарти вумної автоматизації, гіперавтоматизації
- 1.3. Уніфікація і модульність інтероперабельності роботів
- 1.4. Безпека взаємодії людини і робота в інтелектуальній середі
- 1.5 Перспективи розвитку розумної середи промислових виробництв

Тема 2. Нові технології автоматизації

- 2.1. Цикли розвитку інформаційних систем
- 2.2. Перспективи сучасних технологій
- 2.3. Цикли зрілості Гартнера

Тема 3. Автоматизовані системи управління виробництвом

- 3.1. Автоматизована система Egr.
- 3.2. Автоматизована система Mes.
- 3.3. Автоматизована система Scada.
- 3.4. Автоматизована система Cals

Тема 4. Інтегровані системи управління

- 4.1. Інтегрована система matrix
- 4.2. Інтегрована система rwc
- 4.3. Інтегрована система sim

РОЗДІЛ 2. Технології кіберфізичних систем

Тема 5. Кіберфізичні системи

- 5.1. Система m2m
- 5.2. Система iiot
- 5.3. Система big data

Тема 6. Агенти.

- 6.1. Віртуальні агенти.
- 6.2. Інтелектуальні агенти (мультиагентні системи).
- 6.3. Штучний інтелект. Robot ethics charter

Тема 7. Хмарні технології.

- 7.1. Види хмарних технологій
- 7.2. Архітектура хмарних технологій
- 7.3. Інтернет речей iot

Тема 8. Четверта промислова революція.

- 8.1. Розумний завод.
- 8.2. Розумне місто

Тема 9. Сенсорні мережі

- 9.1. Структура сенсорних мереж
- 9.2. Функції і послуги сенсорних мереж
- 9.3. Бездротові сенсорні мережі

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. Інтероперабельність автоматизації	16	4				12	16	1				15
Тема 2. Нові технології автоматизації	16	4				12	16	1				15
Тема 3. Автоматизовані системи управління виробництвом	21	4	4			13	18	1	2			15
Тема 4. Інтегровані системи управління	22	4	4			14	17	1	1			15
Разом за розділом 1	75	16	8			51	67	4	3			60
Розділ 2. Технології кіберфізичних систем												
Тема 5. Кіберфізичні системи	17	3	4			10	18	1	2			15
Тема 6. Агенти	17	3	4			10	17	1	1			15
Тема 7. Хмарні технології	14	4				10	16	1				15
Тема 8. Четверта промислова революція	12	2				10	15,5	0,5				15
Тема 9. Сенсорні мережі	15	4				11	16,5	0,5				16
Разом за розділом 2	75	16	8			51	83	4	3			76
Усього годин	150	32	16			102	150	8	6			136

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення середовища проектування комп'ютерних систем Quartus II	4
2	Моделювання проєкту в середовищі Quartus II	4
3	Призначення контактів вводу/виводу в проєкті Quartus II	4
4	Часовий аналіз проєкту в середовищі Quartus II	4
Разом		16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Стандарти розумної автоматизації, гіперавтоматизації	5
2	Уніфікація і модульність інтероперабельності роботів	5
3	Безпека взаємодії людини і робота в інтелектуальній середі	6
4	Перспективи розвитку розумної середи промислових виробництв	5
5	Цикли розвитку інформаційних систем	6
6	Перспективи сучасних технологій	5
7	Цикли зрілості Гартнера	5
8	Автоматизовані системи управління виробництвом Egr.	5
9	Автоматизовані системи управління виробництвом Mes.	5
10	Аналіз роботи систем: система Scada, система Cals, система matrix, система pwc	5
11	Аналіз роботи систем: система sim, система m2m, система iiot, система big data	5
12	Віртуальні агенти.	5
13	Інтелектуальні агенти (мультіагентні системи).	5
14	Штучний інтелект. Robot ethics charter	5
15	Види хмарних технологій	5
16	Архітектура хмарних технологій	5
17	Інтернет речей iot	5
18	Розумний завод, розумне місто	5
19	Структура сенсорних мереж	5
20	Функції і послуги сенсорних мереж	5
	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				Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом		
25	25	10	60	40	100

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

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. Бочкарьов 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-weWnM63mOwqgTr
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=8HLJFlnCmIs&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.: 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / А.Ю. Мезеря; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків – УІПА, 2024. – 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.: 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / А.Ю. Мезеря; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків – УІПА, 2024. – 40 с.
9. Мезеря А.Ю. Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти ОС «магістр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / А.Ю. Мезеря; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків – УІПА, 2024. – 120 с.