

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

конструювання машин і обладнання

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

\_\_\_\_\_ Ігор БОЛБОТ

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2026 р.

**СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри

конструювання машин і обладнання

Протокол № \_\_\_ від " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2026 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Вячеслав ЛОВЕЙКІН

**РОЗГЛЯНУТО**

Гарант ОП «Робототехніка»

\_\_\_\_\_ Болбот Ігор Михайлович

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ**

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

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

Освітня програма Робототехніка

Факультет Інформаційних технологій

Розробник: Юрій РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф., Віктор КРУШЕЛЬНИЦЬКИЙ, к.т.н., доц.

Київ - 2026 р.

## Опис навчальної дисципліни

Актуальність вивчення дисципліни "Моделювання та оптимізація кіберфізичних систем" зумовлена стрімким розвитком технологій Індустрії 4.0, розумних пристроїв і автоматизованих систем. Знання методів моделювання дозволяє ефективно аналізувати та проектувати кіберфізичні системи, а оптимізація – покращувати їхню продуктивність, надійність і безпеку. Ця дисципліна формує ключові компетенції для фахівців у сферах ІТ, сільського та лісового господарств, робототехніки, енергетики, транспорту та медицини, де кіберфізичні системи відіграють центральну роль.

## Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь

Освітній ступінь	Другого (магістерського) ОП
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Освітня програма	Робототехніка
Факультет/ННІ	Інформаційних технологій

## Характеристика навчальної дисципліни

Вид	Обов'язкова
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-
Форма контролю	Екзамен

## Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти (повний термін навчання)

	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	1	-
Семестр	1	-
Лекційні заняття	30 год.	-
Лабораторні роботи	30 год.	-

	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Практичні, семінарські заняття	-	-
Самостійна робота	60 год.	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	12 год.	-
Форма контролю	Екзамен	-

## **Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни**

**Мета:** Метою дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти знання, умінь та навичок щодо побудови моделей кіберфізичних систем, їх аналізу, дослідження ефективності функціонування та застосування методів оптимізації для підвищення продуктивності, надійності й адаптивності таких систем.

**Перелік навчальних дисциплін, які передують вивченню «Моделювання та оптимізація кіберфізичних систем» (за їх наявності)**

### **Набуття компетентностей**

ЗК5 — Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

СК7 — Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

СК8 — 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.

СК9 — Здатність застосовувати спеціальні знання для створення ефективних систем автоматизації та робототехніки для складних біотехнічних об'єктів, на основі інтелектуальних методів управління та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

### **Програмні результати навчання**

ПРН6 — Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері автоматизації та

комп'ютерно-інтегрованих технологій, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів.

ПРН9 — Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційнотехнічними 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.

### Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма)						Кількість годин (заочна форма)					
	л	лаб	сем	п	с.р.	усього	л	лаб	сем	п	с.р.	усього
<b>Модуль 1. Основи моделювання кіберфізичних систем</b>												
Тема 1. Вступ до кіберфізичних систем: структура, призначення та приклади застосування	2	2	-	-	15	19	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Архітектура та компоненти КФС: сенсори, виконавчі механізми, обчислювальні модулі	4	8	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Методи математичного моделювання КФС: класифікація моделей та підходів. Моделювання динаміки КФС	4	4	-	-	15	23	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>54</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Модуль 2. Оптимізація кіберфізичних систем</b>												
Тема 1. Методи оптимального керування в КФС	4	2	-	-	15	21	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Еволюційні, генетичні та стохастичні методи оптимізації КФС.	6	4	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Проектування та оптимізація КФС в контексті Індустрії 4.0	2	10	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Інтелектуальні компоненти в КФС: нейромережі, та машинне навчання	8	-	-	-	15	23	-	-	-	-	-	-

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма)						Кількість годин (заочна форма)					
	л	лаб	сем	п	с.р.	усього	л	лаб	сем	п	с.р.	усього
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>66</b>	-	-	-	-	-	-
Курсовий проект (робота)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Усього годин</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	-	-	-	-	-	-

## Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Вступ до кіберфізичних систем: структура, призначення та приклади застосування	2
2	Тема 2. Архітектура та компоненти КФС: сенсори, виконавчі механізми, обчислювальні модулі	4
3	Тема 3. Методи математичного моделювання КФС: класифікація моделей та підходів. Моделювання динаміки КФС	4
4	Тема 4. Методи оптимального керування в КФС	4
5	Тема 5. Еволюційні, генетичні та стохастичні методи оптимізації КФС.	6
6	Тема 6. Проектування та оптимізація КФС в контексті Індустрії 4.0	2
7	Тема 7. Інтелектуальні компоненти в КФС: нейромережі, та машинне навчання	8
<b>Всього годин</b>		<b>30</b>

## Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення з архітектурою кіберфізичних систем	2
2	Сенсорні підсистеми у кіберфізичних системах	4
3	Виконавчі механізми у кіберфізичних системах	4
4	Динамічні процеси кіберфізичних систем	4
5	Оптимальне керування кіберфізичних систем	2
6	Стохастичні методи оптимізації кіберфізичних систем	2
7	Генетичні алгоритми для налаштування регуляторів	2
8	Цифровий двійник кіберфізичних систем	2
9	Застосування нейронних мереж у кіберфізичних системах	4
10	Розробка інтегрованої системи	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Всього годин</b>		<b>30</b>

### Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тенденції розвитку сучасних кіберфізичних систем у контексті Індустрії 4.0	15
2	Типи та рівні математичних моделей кіберфізичних систем	15
3	Задачі оптимального проектування кіберфізичних систем	15
4	Реалізація функцій побудови ШНМ у середовищі Wolfram Cloud	15
<b>Всього годин</b>		<b>60</b>

### Методи навчання

#### Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- Усне опитування для визначення рівня розуміння концепцій моделювання та оптимізації
- Практичний розв'язок кейсів та завдань з моделювання і оптимізації кіберфізичних систем
- Поточне оцінювання виконання лабораторних та практичних робіт по моделюванню та оптимізації
- Модульний контроль з теоретичних аспектів дисципліни
- Підсумковий екзамен з комплексного застосування знань та навичок

#### Методи навчання:

- Лекційно-практичний метод з використанням сучасних мультимедійних засобів для викладання теоретичних основ
- Моделювання та симуляція у спеціалізованих програмних середовищах для практичного засвоєння навичок
- Метод кейс-стаді для аналізу реальних ситуацій та задач у галузі кіберфізичних систем
- Метод навчання через проблемні ситуації для розвитку навичок аналізу та прийняття рішень
- Самостійна робота з використанням онлайн-ресурсів та платформ для поглиблення знань

- Групові дискусії та колаборативне навчання для формування командних навичок та обміну досвідом

## Оцінювання результатів навчання

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

## Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Тема	Результати навчання	Оціночні бали
<b>Модуль 1. Основи моделювання кіберфізичних систем</b>		
Лабораторна робота. Ознайомлення з архітектурою кіберфізичних систем	ПРН 9, ПРН 10. Знати архітектуру кіберфізичних систем, сенсорні та виконавчі підсистеми, динамічні процеси у системах. Вміти моделювати та аналізувати основні компоненти кіберфізичних систем, використовувати сучасне програмне забезпечення для створення моделей та дослідження їх поведінки.	15
Лабораторна робота. Сенсорні підсистеми у кіберфізичних системах		20
Лабораторна робота. Виконавчі механізми у кіберфізичних системах		20
Лабораторна робота. Динамічні процеси кіберфізичних систем		20
Самостійна робота. Тенденції розвитку сучасних кіберфізичних систем у контексті Індустрії 4.0		15
Самостійна робота. Типи та рівні математичних моделей кіберфізичних систем		10
<b>Всього за модулем 1</b>		<b>100</b>

Тема	Результати навчання	Оціночні бали
<b>Модуль 2. Оптимізація кіберфізичних систем</b>		
Лабораторна робота. Оптимальне керування кіберфізичних систем	ПРН 9, ПРН 10. Знати методи оптимізації та алгоритми для управління та налаштування кіберфізичних систем. Вміти застосовувати сучасні алгоритми, зокрема генетичні алгоритми, нейронні мережі, цифрових двійників для підвищення ефективності систем.	10
Лабораторна робота. Стохастичні методи оптимізації кіберфізичних систем		10
Лабораторна робота. Генетичні алгоритми для налаштування регуляторів		10
Лабораторна робота. Цифровий двійник кіберфізичних систем		10
Лабораторна робота. Застосування нейронних мереж у кіберфізичних системах		15
Лабораторна робота. Розробка інтегрованої системи		15
Самостійна робота. Задачі оптимального проектування кіберфізичних систем		15
Самостійна робота. Реалізація функцій побудови ШНМ у середовищі Wolfram Cloud		15
<b>Всього за модулем 2</b>		<b>100</b>
<b>Навчальна робота (разом за семестр)</b>		<b>70</b>
<b>Підсумковий екзамен</b>		<b>30</b>
<b>Разом за курс</b>		<b>100</b>

### Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамен/залік)
90-100	відмінно

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамен/залік)
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

## Політика оцінювання

<b>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</b>	Лабораторні, самостійні та модульні роботи необхідно здавати у заплановані терміни. Перескладання модульних робіт допускається за наявності поважних причин у визначені кафедрою строки.
<b>Політика щодо академічної доброчесності:</b>	Списування, використання сторонніх матеріалів і несанкціонованих пристроїв під час виконання контрольних робіт, заліку або екзамену заборонено.
<b>Політика щодо відвідування:</b>	Відвідування занять є обов'язковим. Пропуски відпрацьовуються згідно з індивідуальним графіком та правилами кафедри.

## Навчально-методичне забезпечення

-електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=4167>);

## Рекомендовані джерела інформації

1. Барабаш О. В., Свинчук О. В., Мусієнко А. П. Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем. Частина 1: навч. посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 160 с.
2. Баженов В. А. Моделювання та оптимізація електроенергетичних та електромеханічних систем: навч. посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 69 с.
3. Складанний Д. М., Запорожець Ю. А., Мердуч С. Л., Плашихін С. В. Моделювання та оптимізація об'єктів та систем управління: навч. посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 99 с.
4. Вислоух С. П., Волошко О. В., Тимчик Г. С., Філіппова М. В. Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Методи оптимізації: підручник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 267 с.
5. Кравченко І. В., Микитенко І. В., Тимчик Г. С. Комп'ютерне моделювання: процеси і системи: підручник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 215 с.
6. Пех П. А. Методи моделювання кіберфізичних систем: методичні матеріали. – Луцьк: ЛНТУ, 2024.

7. Mellal M. A. (2022). Design and Control Advances in Robotics. IGI Global. 387 p.
8. Zhang C., Wu J., Li C. (2024). Recent Progress in Robot Control Systems: Theory and Applications. MDPI. 312 p.
9. Gu J., Hu F., Zhou H., Fei Z., Yang E. (2024). Robotics and Autonomous Systems and Engineering Applications of Computational Intelligence. Springer. 434 p.