

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Керівник структурного підрозділу

\_\_\_\_\_ Віктор КАПЛУН

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2026 р.

**СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри

кафедра автоматики та робототехнічних

систем ім. акад. І.І. Мартиненка

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

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Олексій ОПРИШКО

**РОЗГЛЯНУТО**

Гарант ОП «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

\_\_\_\_\_ Лендел Тарас Іванович

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ  
БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

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

Освітня програма Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: Вячеслав ІВАЩУК, д.т.н., доцент

Київ - 2026 р.

## Опис навчальної дисципліни

Дисципліна «Аналіз та моделювання динаміки систем автоматизації біотехнічних об'єктів» є обов'язковою складовою освітньої програми магістерського рівня у галузі автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки, спрямованою на формування системних та аналітичних компетентностей у студентів. Вона охоплює методи математичного моделювання та аналізу динаміки біотехнічних систем, застосування чисельних методів для дослідження складних процесів та створення моделей біологічних та технічних компонент систем автоматизації. Також розглядаються підходи до оптимізації та управління біотехнічними об'єктами з використанням сучасного програмного забезпечення і цифрових технологій. Особлива увага приділяється застосуванню інтелектуальних методів управління та розробці ефективних систем автоматизації, що враховують біологічний аспект об'єктів. Здобуті знання мають практичну спрямованість і використовуються для підвищення ефективності та безпеки біотехнічних процесів і систем автоматизації.

## 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 | Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка    |
| Факультет/ННІ    | ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження                         |

## Характеристика навчальної дисципліни

|   |             |
|---|-------------|
| Вид                                     | Обов'язкова |
| Загальна кількість годин                | 150         |
| Кількість кредитів ECTS                 | 5           |
| Кількість змістових модулів             | 2           |
| Курсовий проект (робота) (за наявності) | Є           |
| 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                           | 1        |
| Семестр  | 1                           | 1        |
| Лекційні заняття   | 15 год.                     | 8 год.   |
| Лабораторні роботи   | 30 год.                     | 10 год.  |
| Практичні, семінарські заняття   | -                           | -        |
| Самостійна робота  | 105 год.                    | 132 год. |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти | 3 год.                      | -        |
| Форма контролю   | Екзамен                     | Екзамен  |

### Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

**Мета:** Стан і перспективи розвитку динамічних систем відповідний до розвитку великих промислових потужностей та є невідомою частиною підготовки проведення наукових експериментів та розробці проектів з побудови систем моніторингу та керування. Більшість розробок не супроводжуються відкритими моделями, оскільки є потреба продавати замовникам множину продуктів, що обслуговуються однаковими моделями. Інструкції та супровідні документації супроводжують обладнання тільки в межах обумовлених замовником продуктів у вигляді режимних параметрів, що являють собою проєкції режимів окремих продуктів. Таким чином адекватна модель стає справжнім життєздатним продуктом в руках власника виробничих потужностей. Фахівці освітнього ступеню магістра повинні мати необхідні знання з прикладних дисциплін, що характеризують функціонування об'єкта.

**Перелік навчальних дисциплін, які передують вивченню «Аналіз та моделювання динаміки систем автома-тизації біотехнічних об'єктів» (за їх наявності)**

#### Набуття компетентностей

СК3 — Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

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

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

### Програмні результати навчання

ПРН4 — Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ПРН8 — Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.

### 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. Системне моделювання</b>   |                               |           |          |          |           |           |                                |          |          |          |           |           |
| Тема 1. Розробка діаграми вимог та формалізація функцій   | 2                             | 6         | -        | -        | 8         | 16        | 2                              | 2        | -        | -        | 18        | 22        |
| Тема 2. Визначення функцій користувачів в моделі взаємодії. Розробка діаграми визначення блоків | 2                             | 4         | -        | -        | 16        | 22        | 1                              | 2        | -        | -        | 19        | 22        |
| Тема 3. Розробка міжпрограмної взаємодії. Визначення параметрів моделі                          | 2                             | 2         | -        | -        | 7         | 11        | 1                              | 2        | -        | -        | 19        | 22        |
| Тема 4. Розв'язок задачі синхронізації підсистем  | 2                             | 2         | -        | -        | 14        | 18        | 1                              | 2        | -        | -        | 19        | 22        |
| <b>Разом за модулем 1</b>   | <b>8</b>                      | <b>14</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>45</b> | <b>67</b> | <b>5</b>                       | <b>8</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>75</b> | <b>88</b> |
| <b>Модуль 2. Динамічна поведінка</b>  |                               |           |          |          |           |           |                                |          |          |          |           |           |
| Тема 1. Розробка діаграми активностей та діаграми машини станів                                 | 2                             | 8         | -        | -        | 8         | 18        | 1                              | 2        | -        | -        | 19        | 22        |
| Тема 2. Формалізація динамічної поведінки апроксимаційними методами                             | 2                             | 6         | -        | -        | 29        | 37        | 1                              | -        | -        | -        | 19        | 20        |
| Тема 3. Методи редукції динаміки моделі   | 3                             | 2         | -        | -        | 8         | 13        | 1                              | -        | -        | -        | 19        | 20        |
| <b>Разом за модулем 2</b>   | <b>7</b>                      | <b>16</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>45</b> | <b>68</b> | <b>3</b>                       | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>57</b> | <b>62</b> |

| 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>Усього годин</b>           | <b>15</b>                     | <b>30</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>105</b> | <b>150</b> | <b>8</b>                       | <b>10</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>132</b> | <b>150</b> |

## Теми лекцій

| № з/п               | Назва теми  | Кількість годин |
|---------------------|---|-----------------|
| 1                   | Тема 1. Розробка діаграми вимог та формалізація функцій   | 2               |
| 2                   | Тема 2. Визначення функцій користувачів в моделі взаємодії. Розробка діаграми визначення блоків | 2               |
| 3                   | Тема 3. Розробка міжпрограмної взаємодії. Визначення параметрів моделі                          | 2               |
| 4                   | Тема 4. Розв'язок задачі синхронізації підсистем  | 2               |
| 5                   | Тема 5. Розробка діаграми активностей та діаграми машини станів                                 | 2               |
| 6                   | Тема 6. Формалізація динамічної поведінки апроксимаційними методами                             | 2               |
| 7                   | Тема 7. Методи редукції динаміки моделі   | 3               |
| <b>Всього годин</b> |   | <b>15</b>       |

## Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Характеристика об'єкта дослідження, вибір інтелектуальних методів дослідження                          | 2               |
| 2     | Опис функцій, що інтелектуалізуються в об'єкті   | 2               |
| 3     | Розробка діаграми вимог методології системного моделювання   | 2               |
| 4     | Розробка діаграми взаємодії користувачів   | 2               |
| 5     | Розробка діаграми визначення блоків моделі технологічної, технічної та інформаційної складових системи | 2               |
| 6     | Розробка діаграми активностей моделі   | 2               |
| 7     | Розв'язок задачі синхронізації підсистем   | 2               |
| 8     | Розробка міжпрограмної взаємодії   | 2               |
| 9     | Визначення параметрів моделі   | 2               |
| 10    | Розробка діаграми машини станів  | 2               |
| 11    | Імпорт даних з типових технологічних джерел  | 2               |
| 12    | Апроксимація поведінкової моделі   | 2               |

| № з/п               | Назва теми   | Кількість годин |
|---------------------|--|-----------------|
| 13                  | Редукція динамічної поведінки                      | 2               |
| 14                  | Параметрична оптимізація та перевірка адекватності | 2               |
| 15                  | Симуляційне моделювання                            | 2               |
| <b>Всього годин</b> |  | <b>30</b>       |

### Теми самостійної роботи

| № з/п               | Назва теми  | Кількість годин |
|---------------------|---|-----------------|
| 1                   | Аналіз та порівняння методів моделювання SysML для систем автоматизації                   | 7               |
| 2                   | Розробка структурної моделі системи автоматизації біотехнічного об'єкта                   | 7               |
| 3                   | Створення поведінкової моделі системи автоматизації за допомогою SysML                    | 7               |
| 4                   | Побудова параметричної моделі системи автоматизації та її аналіз                          | 8               |
| 5                   | Розробка концептуальної моделі вимог до системи автоматизації                             | 8               |
| 6                   | Аналіз та оптимізація моделювання системи автоматизації біотехнічних об'єктів             | 8               |
| 7                   | Аналіз методів опису динамічної поведінки біотехнічних систем на основі дослідних даних   | 8               |
| 8                   | Порівняльна характеристика моделей динаміки систем автоматизації                          | 8               |
| 9                   | Розробка математичної моделі динамічної поведінки біотехнічного об'єкта                   | 7               |
| 10                  | Розрахунок параметрів моделі динаміки на основі реальних експериментальних даних          | 7               |
| 11                  | Створення схеми автоматичної системи для моделювання динамічної поведінки                 | 7               |
| 12                  | Розв'язання задачі прогнозування динаміки системи за допомогою методів машинного навчання | 8               |
| <b>Всього годин</b> |   | <b>90</b>       |

### Методи навчання

#### Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- Захист лабораторних робіт
- Презентація проекту

- Тестування
- Співбесіда

### Методи навчання:

- Проблемне навчання
- Лабораторна робота
- Практико-орієнтоване навчання
- Лекція

### 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. Системне моделювання</b>  |   |               |
| Лабораторна робота.<br>Характеристика об'єкта дослідження, вибір інтелектуальних методів дослідження | ПРН 4, ПРН 8. Модуль спрямований на формування навичок системного моделювання та аналізу автоматизованих біотехнічних систем. Студенти здобудуть знання щодо опису функцій об'єктів, розробки діаграм вимог, взаємодії користувачів, визначення параметрів моделей та їх оптимізації. Вивчаються інтелектуальні методи дослідження систем, створення структурних, поведінкових та параметричних моделей систем автоматизації біотехнічних об'єктів, а також аналіз та порівняння методів моделювання. | 10            |
| Лабораторна робота. Опис функцій, що інтелектуалізуються в об'єкті                                   |   | 10            |
| Лабораторна робота.<br>Розробка діаграми вимог методології системного моделювання                    |   | 10            |
| Лабораторна робота.<br>Розробка діаграми взаємодії користувачів                                      |   | 10            |

| Тема  | Результати навчання   | Оціночні бали |
|---|---|---------------|
| Лабораторна робота.<br>Розробка діаграми визначення блоків моделі технологічної, технічної та інформаційної складових системи |   | 10            |
| Лабораторна робота.<br>Розробка діаграми активностей моделі   |   | 10            |
| Лабораторна робота.<br>Визначення параметрів моделі   |   | 10            |
| Модульна контрольна.<br>Системне моделювання  |   | 30            |
| <b>Всього за модулем 1</b>  |   | <b>100</b>    |
| <b>Модуль 2. Динамічна поведінка</b>  |   |               |
| Лабораторна робота.<br>Розв'язок задачі синхронізації підсистем   | ПРН 4, ПРН 8. Модуль орієнтований на вивчення динамічних аспектів систем автоматизації біотехнічних об'єктів. Студенти здобудуть навички аналізу та моделювання динамічної поведінки систем, розробки моделей станів, їх апроксимації та оптимізації. Вивчатися методи створення схем автоматичних систем для моделювання динаміки та застосування машинного навчання для прогнозування поведінки систем. | 10            |
| Лабораторна робота.<br>Розробка міжпрограмної взаємодії   |   | 10            |
| Лабораторна робота.<br>Розробка діаграми машини станів  |   | 10            |
| Лабораторна робота. Імпорт даних з типових технологічних джерел   |   | 10            |
| Лабораторна робота.<br>Апроксимація поведінкової моделі   |   | 10            |
| Лабораторна робота.<br>Редукція динамічної поведінки  |   | 10            |

| Тема   | Результати навчання | Оціночні бали |
|--|---------------------|---------------|
| Лабораторна робота.<br>Параметрична оптимізація та перевірка адекватності  |                     | 10            |
| Лабораторна робота.<br>Симуляційне моделювання   |                     | 10            |
| Модульна контрольна.<br>Ідентифікація та редукція моделі   |                     | 20            |
| <b>Всього за модулем 2</b>   |                     | <b>100</b>    |
| Додаткові бали формуються відповідно за виконання індивідуального додаткового завдання з актуалізації дисципліни за тематиками самостійної роботи або за обраним прикладним напрямком, а також іншими видами діяльності дотичними до курсу та визначеними положенням про Екзамени та заліки п.13.2 |                     | +10           |
| <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  |
| 74-89                                | добре   |
| 60-73                                | задовільно                                      |
| 0-59                                 | незадовільно                                    |

### Політика оцінювання

|   |   |
|---|---|
| <b>Політика щодо дедлайнів та перекладання:</b> | Лабораторні, самостійні та модульні роботи необхідно здавати у заплановані терміни. Перекладання 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=5646>);

### **Рекомендовані джерела інформації**

1. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів. Навчальний посібник. / В.О. Мірошник, В.М. Решетюк, В.С. Лукін, О.О. Опришко. – Київ. Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2023. – 784 с.
2. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів. Навчальний посібник./ В.Лисенко, Є.Чернишенко, В.Решетюк, В.Мірошник, Н.Заєць, І.Цигульов. – К.:АграрМедіаГруп, 2016. – 476 с.