

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка

ЗАТВЕРДЖЕНО

ННІ енергетики, автоматики і
енергозбереження
«11» 04 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Моделювання, планування і обробка багатofакторних експериментів
об'єктів керування виробництв АПК**

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво Спеціальність G7

Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка ОНП

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: проф. каф., д.т.н., доцент Іващук В.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни «Моделювання, планування і обробка багатофакторних експериментів об'єктів керування виробництв АПК».

Вивчення навчальної дисципліни ґрунтується на знаннях математики, теорії автоматичного управління, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехнічних систем, комп'ютерної обробки інформації, математичного моделювання та планування експерименту, автоматизації сучасних об'єктів аграрного спрямування. Вона розглядає класифікацію моделей і їх використання при вирішенні конструктивних, технологічних задач і створенні систем автоматизації, розробку математичних моделей об'єктів керування в статистиці аналітичними методами, розробку динамічних моделей об'єктів керування з урахуванням випадкових процесів. Вивчаються методи і особливості вимірювання і методи оброблення результатів вимірювання а також планування та обробка результатів факторного експерименту, алгоритми і програми на MathCad і Simulink MATLAB методів розв'язання поставлених задач.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Доктор філософії (PhD)	
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Освітня програма	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова.	
Загальна кількість годин	210	
Кількість кредитів ECTS	7	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проєкт (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	2	2
Семестр	3	3
Лекційні заняття	15 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	-год.	-год.
Лабораторні заняття	60 год.	24 год.
Самостійна робота	135 год.	178 год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	5 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета: Формування у аспірантів професійних знань з розробки і дослідження математичних моделей різноманітних сільськогосподарських виробництв на основі планування та проведення експерименту і обробки експериментальних даних.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки,

застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації складних об'єктів, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехніки, керування складними організаційно-технічними чи кіберфізичними системами та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях.

СК3. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехнічних систем, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності.

СК5. Здатність створювати новітні системи автоматизації, комп'ютерно-інтегровані технології, розробляти їх технічне, інформаційне, математичне, програмне та організаційне забезпечення із застосуванням сучасних інформаційних технологій, інструментів та компонентів.

Програмні результати навчання

РН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехніки та з дотичних міждисциплінарних напрямів, розуміти методологію наукових досліджень. Уміти застосовувати їх у власних дослідженнях, скерованих на отримання нових знань та/або здійснення інновацій, та у викладацькій практиці.

РН3. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів і процесів автоматизації, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних розробок у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки та дотичних міждисциплінарних напрямів.

РН4. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих комплексів, робототехнічних систем та їх складових з використанням сучасних методів дослідження, технічних та програмних засобів та з дотриманням норм академічної і професійної етики. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

РН6. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження систем автоматизації, їх програмних та апаратних компонентів.

РН8. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 1. <i>Моделювання складних біотехнічних об'єктів і систем</i>													
Тема 1. Ідентифікація технологічних і біотехнічних об'єктів.	1	20	1		6		13	21	1		2		18
Тема 2. Системний аналіз біотехнічних об'єктів.	2	21	2		6		13	21	1		2		18
Тема 3. Моделювання біотехнічних об'єктів і систем.	3	21	2		6		13	21	1		2		18
Тема 4. Методи створення математичних моделей.	4	20	2		6		12	21	1		2		18
Разом за модулем 1		82	7		24		51	84	4		8		72
Модуль 2. <i>Планування і обробка багатофакторних експериментів</i>													
Тема 1. Розробка планів багатофакторних експериментів.	5	22	2		6		14	21	1		2		18
Тема 2. Статистичні методи оброблення результатів вимірювань.	6	21	1		6		14	21	1		2		18
Тема 3. Повний факторний експеримент першого і другого порядку.	7	22	2		6		14	24	1		5		18
Тема 4. Пошук оптимуму по результатах ПФЕ.	8	21	1		6		14	20	1		3		16
Тема 5. Моделювання хімічних і біотехнічних процесів.	9	21	1		6		14	20			2		18
Тема 6. Моделювання клімату на тваринницьких фермах і пташниках.	10	21	1		6		14	20			2		18
Разом за модулем 2		128	8		36		84	126	4		16		106
Усього годин		210	15		60		135	210	8		24		178
Курсовий проект (робота)з_ (якщо є в навчальному плані)													
Усього годин		210	15		60		135	210	8		24		178

Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ідентифікація технологічних і біотехнічних об'єктів	1
2	Системний аналіз біотехнічних об'єктів.	2
3	Моделювання біотехнічних об'єктів і систем.	2
4	Методи створення математичних моделей.	2
5	Розробка планів багатофакторних експериментів.	2
6	Статистичні методи оброблення результатів вимірювань.	1
7	Повний факторний експеримент першого і другого порядку.	2
8	Повний факторний експеримент першого і другого порядку.	1
9	Моделювання хімічних і біотехнічних процесів.	1
10	Моделювання клімату на тваринницьких фермах і птичниках.	1

3. Теми лабораторних занять

№з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення додаткової бібліотеки Simulink Extras в середовищі Simulink MATLAB для дослідження багато параметричних систем регулювання.	12
2	Моделювання ОК «Двигун постійного струму з незалежним збудженням від постійних магнітів» в середовищі Simulink MATLAB.	12
3	Моделювання ОК «Пластинчастий пастеризатор молока» в середовищі Simulink MATLAB.	12
4	Моделювання ОК «Вологообмін у овочесховищі» в середовищі Simulink MATLAB.	12
5	Оброблення дослідних даних двох і трьох параметричної моделі.	12

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Комп'ютерне моделювання процесів і біотехнічних об'єктів.	13
2	Експериментально статистичне моделювання технологічних систем та процесів. Методи моделювання багатовимірних процесів.	13
3	Основні принципи побудови моделей систем управління. Математичне програмування як один з головних інструментів розв'язування оптимізаційних задач та дослідження отриманого розв'язку.	13
4	Основні поняття і класифікація методів планування експерименту.	12
5	Дробовий факторний експеримент. Перевірка адекватності моделі.	14
6	Повний факторний експеримент. Перевірка значимості коефіцієнтів.	14
7	Аналітичні методи розробки динамічних моделей з урахуванням випадкових процесів.	14
8	Оптимізація технологічних систем.	14
9	Моделювання одно та двох параметричної системи регулювання.	14
10	Моделювання трьох параметричної системи регулювання.	14

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне опитування;
- тестування;
- захист лабораторних робіт.

7. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат.

8. 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 НУБіП України».

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Моделювання складних біотехнічних об'єктів і систем		
ЛР1. Вивчення додаткової бібліотеки Simulink Extras в середовищі Simulink MATLAB для дослідження багато параметричних систем регулювання.	РН 1, 3, 4, 6. 8, у тому числі для вивчення методів та засобів моделювання складних біотехнічних об'єктів і систем.	15
ЛР2. Моделювання ОК «Двигун постійного струму з незалежним збудженням від постійних магнітів» в середовищі Simulink MATLAB.		15
СР1. Комп'ютерне моделювання процесів і біотехнічних об'єктів.		15
СР2. Експериментально статистичне моделювання технологічних систем та процесів. Методи моделювання багатовимірних процесів.		15
СР3. Основні принципи побудови моделей систем управління. Математичне програмування як один з головних інструментів розв'язування оптимізаційних задач та дослідження отриманого розв'язку.		15
СР4. Повний факторний експеримент. Перевірка значимості коефіцієнтів.		15
Модульна контрольна робота 1.		10
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Планування і обробка багатореакторних експериментів		
ЛР3. Моделювання ОК «Пластинчастий пастеризатор молока» в середовищі Simulink MATLAB.	РН 1, 3, 4, 6. 8, у тому числі для вивчення методів та засобів планування і	10
ЛР4. Моделювання ОК «Вологообмін у		10

овочесховищі» в середовищі Simulink MATLAB.	обробки багатофакторних експериментів.	
ЛР5. Оброблення дослідних даних двох і трьох параметричної моделі.		10
СР5. Дробовий факторний експеримент. Перевірка адекватності моделі. .		10
СР6. Повний факторний експеримент. Перевірка значимості коефіцієнтів		10
СР7. Моделювання одно та двох параметричної системи регулювання.		20
СР8. Моделювання трьох параметричної системи регулювання.		20
Модульна контрольна робота 1.		10
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$	
Екзамен		30
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин: лікарняний, відраження.
Політика щодо академічної доброчесності	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Дисертаційні роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із директором ННІ.)

9. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn – <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2959>)
- конспект лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- Лукін В.Є. Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів аграрного спрямування: Навчальний посібник для підготовки аспірантів за спеціальністю G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / Лукін В.Є., Теплюк В.М., Григораши В.В. – Київ: ТОВ «ЦП «Компринт», 2025.– 355 с.

- Методи моделювання та оптимізації систем та процесів : лаб. практикум для здобувачів вищ. освіти за спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" / [уклад.: О. М. Тачиніна та ін.]; Нац. авіац. ун-т.– Київ: НАУ, 2022. – 50с.
- Мовчан А. П., Степанець О. В. Адаптивні та параметрично-оптимальні системи управління <http://kpi.ua/filese/doc/>

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Методи оптимізації: підруч. для здобувачів ступеня доктор філософії за спец. "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" / С. П. Вислоух [та ін.] ; [відп. ред. Антонюк В.]; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського". – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 264 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 261-264 .
2. Нові інформаційні технології, моделювання та автоматизація [Текст] : монографія / [В. Ю. Величко та ін.]; за заг. ред. С. В. Котлика ; Одес. нац. технол. ун-т. – Одеса : Екологія, 2022. – 721 с. : рис., табл.
3. Методи моделювання та оптимізації систем та процесів : лаб. практикум для здобувачів вищ. освіти за спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" / [уклад.: О. М. Тачиніна та ін.] ; Нац. авіац. ун-т. – Київ : НАУ, 2022. – 50 с.
4. Лукін В.Є. Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів аграрного спрямування: Навчальний посібник для підготовки аспірантів за спеціальністю G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / Лукін В.Є., Теплюк В.М., Григораш В.В. – Київ: ТОВ «ЦП «Компринт», 2025. – 355 с.
5. Мовчан А. П., Степанець О. В. Адаптивні та параметрично-оптимальні системи управління <http://kpi.ua/filese/doc/>

Додаткова література

1. Ситнік В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання. Навч.-метод. посібник для самот. вивч. дисцип. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5470103/>
2. Бортняк І.В. Імітаційне моделювання. Методичні рекомендації. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://k.twirpx.link/file/2808774/>
3. Методичні вказівки для самостійної підготовки. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/30168.pdf>
4. Воронцов, Б. С. Комп'ютерне моделювання технологічних процесів [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Б. С. Воронцов, Ю. М. Бецко, О. О. Мельник; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 18.55 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 186 с.
5. Остапенко Ю.Ю. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування: Підручник. – К.: Задруга, 2009. – 424 с.

6. Мірошник В.О. Оптимізація технологічних процесів галузі. Курс лекцій. – К.: НУХТ, 2008. – 94 с.
7. Мірошник В.О., Решетюк В.М. Типові технологічні об'єкти і процеси в птахівництві. Навчальний посібник. К.: НУБПУ, ПП «Універсіл», 2010. – 139 с.
8. Лисенко В.П., Мірошник В.О., Штепа В.М. Комп'ютерно-інтегровані технології. Основи MatLab. Навчальний посібник., К.: Вид.центр НУБіП України, 2010. – 80 с.

11. Інформаційні ресурси

1. <http://www.google.com.ua> – пошуковий сайт.
2. <http://nubip.edu.ua/> – головна сторінка НУБіП України.
3. <http://nubip.edu.ua/node/1376> – кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І.Мартиненка.
4. <https://nubip.edu.ua/department/naukova-biblioteka> – електронна наукова бібліотека НУБіП України.
5. <https://nubip.edu.ua/faculty/nni-eaie> – навчально-інформаційний портал ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження.
6. <http://www.nbuv.gov.ua/> – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського, Київ.