

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження
«02» 06 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів аграрного спрямування

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
ОНП Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані ехнології
ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження
Розробник: доцент каф., к.пед.н., доцент Лукін В.Є.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів аграрного спрямування

Вивчення навчальної дисципліни ґрунтується на знаннях фізики, 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 статичі 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.

(до 1000 друкованих знаків)

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 проект (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 сільськогосподарського виробництва на базі обробки експериментальних даних і планування експерименту для підвищення ефективності їх досліджень на основі комп'ютерних технологій і вміння використовувати їх в навчальному процесі, дослідницьких і проектних роботах.

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): ЗК1. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК4. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехніки та з дотичних до міждисциплінарних напрямів на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

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, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності. СК5. Здатність створювати новітні системи автоматизації, у т. ч. складних біотехнічних об'єктів, комп'ютерно-інтегровані технології, розробляти їх технічне, інформаційне, математичне, програмне та організаційне забезпечення із застосуванням сучасних інформаційних технологій, інструментів та компонентів. СК7. Здатність розробляти новітні робототехнічні системи складних біотехнічних об'єктів.

Програмні результати навчання (ПРН): ПРН1. 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. ПРН3. 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. ПРН4. 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. ПРН5. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти в галузі автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки, які дають змогу переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику з врахуванням економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. Забезпечувати захист інтелектуальної власності. ПРН6. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження систем автоматизації, їх програмних та апаратних компонентів. ПРН7. Застосовувати сучасні цифрові технології,

мікропроцесорні засоби, мехатронні компоненти, спеціалізоване програмне забезпечення для створення новітніх систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехнічних систем їх технічного, інформаційного, математичного, програмного та організаційного забезпечення. РН8. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи. РН10. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження робототехнічних систем складних біотехнічних об'єктів.

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>Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів</i>													
Тема 1. Класифікація моделей та сфера їх використання	1	20	1		6		13	21	1		2		18
Тема 2. Розробка математичних моделей об'єктів в статистиці аналітичними методами	2	21	2		6		13	21	1		2		18
Тема 3. Математичне моделювання динамічних об'єктів керування	3	21	2		6		13	21	1		2		18
Тема 4. Структурна ідентифікація технологічних об'єктів та класифікація методів ідентифікації	4, 5	40	2		12		26	43	1		6		36
Разом за модулем 1	102		7		30		65	106	4		12		89
Модуль 2. <i>Вимірювання та експериментальні методи моделювання</i>													
Тема 1. Статистичні методи оброблення результатів вимірювань	6	22	2		6		14	21	1		2		18
Тема 2. Експериментальні методи ідентифікації	7	22	2		6		14	21	1		2		18
Тема 3. Розробка математичних моделей по результатах повного факторного експерименту	8,9	42	2		12		28	42	1		5		36
Тема 4. Оптимізація об'єктів досліджень по експериментально-статистичним моделям	10	22	2		6		14	21	1		3		17
Разом за модулем 2	108		8		30		70	105	4		12		89
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

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Класифікація моделей та сфера їх використання	1
2	Розробка математичних моделей об'єктів в статичній аналітичними методами	2
3	Математичне моделювання динамічних об'єктів керування	2
4	Структурна ідентифікація технологічних об'єктів та класифікація методів ідентифікації	2
5	Статистичні методи оброблення результатів вимірювань	2
6	Експериментальні методи ідентифікації	2
7	Розробка математичних моделей по результатах повного факторного експерименту	2
8	Оптимізація об'єктів досліджень по експериментально-статистичним моделям	2

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження технологічних параметрів клімату на фермі ВРХ за допомогою математичної моделі з використанням пакетів MathCad і Simulink MATLAB.	6
2	Моделювання і дослідження процесу приготування вологих кормів для свиней як об'єкта керування на математичній моделі	6
3	Моделювання динамічного режиму двох ємнісного повітряного ресивера з використанням пакету MathCad.	6
4	Моделювання і дослідження процесу сушіння зерна з використанням пакету Simulink MATLAB	6
5	Імітаційне моделювання метаногенезу в апаратах БГУ в середовищі Simulink MATLAB	6
6	Моделювання і розрахунок перехідних процесів в електричній схемі пристрою з використанням MathCad.	6
7	Знаходження квадратичної математичної моделі по даних двох параметричного пасивного експерименту	6
8	Знаходження витрат мінеральних добрив для вирощування рослин з використанням економічного критерію оптимізації.	6
9	Отримання математичної моделі по результатах експерименту другого порядку з використанням пакету MathCad.	6
10	Оптимізація результатів досліджень з використанням багатокритеріальної цільової функції.	6

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рішення ситуаційної задачі на етапі перед проектного обґрунтування по ідентифікації технологічного об'єкту чи технологічного процесу по темі дисертаційної роботи. В процесі роботи: дати опис технологічної схеми технологічного процесу (технологічного об'єкту); визначити критерій ефективності технологічного процесу (технологічного об'єкту); побудувати інформаційну схему технологічного процесу (технологічного об'єкту) та провести її аналіз; вибрати параметри контролю, сигналізації	27

	і захисту для технологічного процесу (технологічного об'єкту); побудувати функціонально-технологічну схему технологічного процесу (технологічного об'єкту).	
2	Вивчення додаткової бібліотеки Simulink Extras в середовищі Simulink MATLAB для реалізації одно параметричної системи регулювання.	18
3	Вивчення додаткової бібліотеки Simulink Extras в середовищі Simulink MATLAB для реалізації двох параметричної системи регулювання.	18
4	Вивчення аналітичного конструювання регуляторів за допомогою класичного варіаційного обчислення на математичній моделі, яка описується диференціальним рівнянням другого порядку.	18
5	Вивчення методу динамічного програмування для аналітичного конструювання регулятора керування електродвигуном робота	18
6	Аналітичні методи розробки динамічних моделей з урахуванням випадкових процесів	18
7	Основні поняття і класифікація методів планування експерименту	18

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист лабораторних.

7. Методи навчання :

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод проєктного навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму

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 у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів		
ЛР1. Дослідження технологічних параметрів клімату на фермі ВРХ за допомогою математичної моделі з використанням пакетів MathCad і Simulink MATLAB	ПРН 1,3,4,5,6,7,8, 10. У тому числі для вивчення: аналітичного конструювання регуляторів за допомогою класичного варіаційного обчислення, методу	10
СР2. Вивчення додаткової бібліотеки Simulink Extras в середовищі Simulink MATLAB для реалізації одно параметричної системи регулювання.		5
ЛР2. Моделювання і дослідження		10

процесу приготування вологих кормів для свиней як об'єкта керування на математичній моделі	динамічного програмування для аналітичного конструювання регулятора керування електродвигуном робота, імітаційного моделювання метаногенеза в апаратах БГУ в середовищі Simulink MATLAB, додаткової бібліотеки Simulink Extras в середовищі Simulink MATLAB. Дослідження: технологічних параметрів клімату на фермі ВРХ, процесу сушіння зерна за допомогою математичної моделі з використанням пакетів MathCad і Simulink MATLAB.	
СР3. Вивчення додаткової бібліотеки Simulink Extras в середовищі Simulink MATLAB для реалізації двох параметричної системи регулювання		5
ЛР3. Моделювання динамічного режиму двох ємнісного повітряного ресивера з використанням пакету MathCad.		9
СР4. Вивчення аналітичного конструювання регуляторів за допомогою класичного варіаційного обчислення на математичній моделі, яка описується диференціальним рівнянням другого порядку.		8
ЛР4. Моделювання і дослідження процесу сушіння зерна з використанням пакету Simulink MATLA		9
СР5. Вивчення методу динамічного програмування для аналітичного конструювання регулятора керування електродвигуном робота		5
ЛР5. Імітаційне моделювання метаногенеза в апаратах БГУ в середовищі Simulink MATLAB		9
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Вимірювання та експериментальні методи моделювання		
ЛР1. Моделювання і розрахунок перехідних процесів в електричній схемі пристрою з використанням MathCad	ПРН 1,3,4,5,6,7,8, 10. У тому числі для вивчення: аналітичних методів розробки динамічних моделей з урахуванням випадкових процесів, основних понять і класифікації методів планування експерименту. Моделювання: перехідних процесів в електричних схемах пристроїв з використанням MathCad. Знаходження: квадратичної математичної моделі по даних двох параметричного пасивного експерименту, математичної моделі по результатах експерименту другого порядку з використанням пакету MathCad.	10
ЛР2. Знаходження квадратичної математичної моделі по даних двох параметричного пасивного експерименту		10
СР6. Аналітичні методи розробки динамічних моделей з урахуванням випадкових процесів		10
ЛР3 Знаходження витрат мінеральних добрив для вирощування рослин з використанням економічного критерію оптимізації.		10
ЛР4. Отримання математичної моделі по результатах експерименту другого порядку з використанням пакету MathCad.		10
СР7. Основні поняття і класифікація методів планування експерименту		10
ЛР5. Оптимізація результатів досліджень з використанням		10

багатокритеріальної цільової функції.		
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 * 0,7 \leq 70$	
Екзамен/залік		30
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	
Курсовий проект/робота (за наявності)		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

8.3. 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, відрядження.
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 Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів аграрного спрямування (на навчальному порталі НУБіП України eLearn –

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2959>

- конспект лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- <http://www.kmu.gov.ua> – Кабінет Міністрів України.
- <http://www.portal.rada.gov.ua> – Верховна Рада України.
- <http://www.google.com.ua> – пошуковий сайт.
- <http://www.meta.ua> – пошуковий сайт.
- <http://nubip.edu.ua/> – головна сторінка НУБіП України.
- <http://elibrary.nubip.edu.ua> – електронна наукова бібліотека НУБіП України.
- <http://www.nbuv.gov.ua/> – національна бібліотека України імені В.І. Вернадського, Київ.
- http://irb.nubip.edu.ua/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=NUBIP&P21DBN=NUBIP – Наукова бібліотека НУБіП України.
- 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.

- 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.

- Мовчан А. П., Степанець О. В. Адаптивні та параметрично-оптимальні системи управління <http://kpi.ua/filese/doc/>

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Методи оптимізації: підруч. для здобувачів ступеня бакалавра 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. Інформаційні системи в АСУ ТП. – Режим доступу: http://web.kpi.kharkov.ua/auts/wp-content/uploads/sites/67/2017/02/PLCCS_Dudnik_posobie_IS_ASUTP.pdf
4. 2. Ситнік В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання. Навч.-метод. Посібник для самост. Вивч. Дисцип. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ua1lib.org/book/3029818/445f18>
5. 3. Бортняк І.В. Імітаційне моделювання. Методичні рекомендації. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://194.44.152.155/elib/local/1032.pdf>
6. 4. Підручник з моделювання. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ermak.cs.nstu.ru/-shalag/enter.html>
7. 5. 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.