

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ,
АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**КАФЕДРА АВТОМАТИКИ ТА РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ІМ. АКАДЕМІКА І.І. МАРТИНЕНКА**

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

з дисципліни

**" МЕТОДИ СИНТЕЗУ ТА АНАЛІЗУ СИСТЕМ
АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ"**

**Спеціальність - 141 - Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка**

Освітній ступінь – „Магістр”

Київ 2020

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

_____ (Козирський В.В.)

“ _____ ” _____ 2020 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри АРС
Протокол № 37 від “ 19” 06. 2020 р.

Завідувач кафедри
_____ (Лисенко В. П.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МЕТОДИ СИНТЕЗУ ТА АНАЛІЗУ СИСТЕМ
АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

Спеціальність:

Спеціальність - 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва напрямку підготовки)

ННІ _____ Енергетики, автоматики і енергозбереження
(назва факультету)

Розробники: доц., д.т.н. Заєць Н.А.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Методи синтезу та аналізу систем автоматичного керування (назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	магістр (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Напрямок підготовки		
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова / вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	Залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	
Семестр	2	
Лекційні заняття	10 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	год.	год.
Лабораторні заняття	20 год.	14 год.
Самостійна робота	90 год.	46 год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – вивчення теоретичних засад та методів синтезу і аналізу систем автоматичного керування, що дасть змогу у спеціалізованих програмних середовищах синтезувати відповідні моделі технологічних процесів (об'єктів), із використанням яких розробити та реалізувати ефективні алгоритми керування обраними об'єктами.

Завдання:

- ефективно засвоїти комплекс спеціальних дисциплін – теоретичних основ автоматики, проектування систем автоматики тощо;

- застосовувати набуті знання при виконанні дипломних проектів;
- по завершенню навчання набуті знання із сучасних підходів моделювання та керування дадуть змогу здобувачу ефективно вирішувати практичні задачі автоматизації виробничих процесів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні особливості, характеристики і можливості систем управління;
- принципи складання математичних моделей систем управління та методи їх аналізу;

вміти:

- із використанням спеціалізованого програмного середовища синтезувати математичні моделі та системи управління;
- складати алгоритми функціонування систем стосовно конкретних технологічних процесів (об'єктів);
- аналізувати структурні схеми моделей систем управління;
- використовувати сучасні програмні продукти для моделювання систем управління на ПК.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми навчання;
- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

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	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Основи теорії нейронних мереж														
Тема 1. Синтез математичних моделей об'єктів в статистиці аналітичними методами		2	2		4		20		2		4		6	
Тема 2. . Синтез математичних моделей динамічних об'єктів керування		2	2		4		20		2		4		10	
Тема 3. Послідовність синтезу, приклади розрахунку та оцінка адекватності математичних моделей		2	2		4		20		2		2		10	

Разом за змістовим модулем 1	78	6		12		60		6		10		26
Змістовий модуль 2. Основні концепції нечіткої логіки												
Тема 1. Розв'язок задач автоматизації із використанням математичних моделей		2	2		4		15		2			10
Тема 2. Дослідження і проектування АСУ		2	2		4		15			4		10
Разом за змістовим модулем 2	42		4		8		30		2		4	20
Усього годин	120		10		20		90	68	8		14	46
Курсовий проект (робота) з _____ (якщо є в робочому навчальному плані)			-	-	-		-		-	-	-	-
Усього годин	84		10		20		54	68	8		14	46

4. Теми семінарських занять

5. Теми практичних занять

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження системи автоматичного керування з різними типами лінійних регуляторів	4
2	Дослідження методів розрахунку оптимальних налаштувань регулятора	4
3	Дослідження стійкості автоматичних систем за допомогою алгебраїчних та частотних критеріїв в середовищі Simulink MATLAB.	4
4	Синтез та дослідження математичної моделі у вигляді системи диференціальних рівнянь в середовищі Simulink MATLAB.	4
5	Синтез моделі системи опалення блочних теплиць та її аналіз в середовищі Simulink MATLAB	4

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Поясніть етапи створення, призначення і способи використання математичних моделей.
2. Виконати класифікацію моделей по ознаці матеріальності з поясненням видів матеріальних і уявних моделей.

3. Виконайте класифікацію математичних моделей по тому яким методом вони створюються. Опишіть створення моделей аналітичними і експериментальними методами.
4. Опишіть особливості і види статичних моделей і представлення залежностей для статичних об'єктів і їх характеристик.
5. Яка послідовність створення статичної моделі електричного кола постійного струму. Покажіть це на довільному прикладі.
6. Опишіть як будуються теплові баланси об'єкта моделювання одно і багато компонентних систем і систем з перетвореннями. Наведіть види рівнянь теплових потоків утворених різними перетвореннями, роботами і реакціями.
7. Як виконується побудова і розв'язок статичної математичної моделі ресивера?
8. Класифікація динамічних характеристик об'єктів моделювання, їх аналітичні і графічні представлення.
9. Описати перетворення Лапласа і їх властивості такі як: лінійність, диференціювання оригіналів, зображення інтеграла.
10. Амплітудо-частотні характеристики динамічних об'єктів і їх графічне представлення.
11. Ступінчасті і імпульсні збурення і їх вплив на перетворення сигналів лінійної системи.
12. Акумуляуюча здатність об'єктів моделювання і їх математичний опис.
13. Самовирівнювання і швидкодія – динамічні властивості об'єкта керування
14. Опишіть аналітичні методи отримання динамічних характеристик об'єкта керування, питання точності аналітичних моделей і їх переваги в порівнянні з експериментальними.
15. Поясніть послідовність етапів створення аналітичної моделі із зосередженими параметрами.
16. Стаціонарні випадкові процеси і випадкова функція, її властивості і характеристики.
17. Спектральний розклад стаціонарної випадкової функції і її дисперсія. Зв'язок між спектральною щільністю і кореляційною функцією.
18. Перетворення стаціонарної випадкової функції стаціонарною лінійною системою.
19. Опишіть послідовність побудови динамічної математичної моделі нагрівання однорідного, ізотропного тіла.
20. Особливості адекватності статичних і динамічних математичних моделей.
21. Що таке ідентифікація об'єктів, які її загальні задачі і якими методами вона проводиться?
22. Навіщо проводиться спрощення системи при ідентифікації об'єкту? Навести приклади спрощення і пояснити до чого вони приводять.
23. В чому полягає метод статистичного моделювання?
24. Що є теоретичною основою методу статистичного моделювання?
25. В чому особливість граничних теорем теорії ймовірності?
26. Сформулюйте теорему Чебишева.
27. Сформулюйте теорему Бернуллі.
28. Сформулюйте теорему Лапласа.

- 29.Сформулюйте теорему Пуасона.
- 30.Сформулюйте теорему Маркова.
- 31.Сформулюйте центральну граничну теорему.
- 32.Яким чином реалізуються імітаційні моделі?
- 33.Стійкість нелінійних систем при їх спрощенні під час ідентифікації.
Послідовність кроків при проведенні структурної ідентифікації.
- 34.Активні методи ідентифікації.. Класи і плани активних експериментів, сигнали, які в них використовуються.
- 35.Пасивні методи ідентифікації та обробка інформації в них.
- 36.Критерії ідентифікації. Критерій максимуму правдоподібності і мінімуму СКП.
- 37.Методи оцінювання результатів ідентифікації.
- 38.Описати схему параметричної ідентифікації і вектори параметрів і похибок вимірювань схеми. Що є задачею ідентифікації і як оцінюються результати її виконання?
- 39.Які вимоги ставляться до статистичного експерименту? Що необхідно визначити і перевірити в статистичному аналізі дослідних даних?
- 40.Які основні етапи імітаційного моделювання?
- 41.З яких блоків складається модель функціонування складних систем управління?
- 42.Які основні математичні схеми застосовуються при імітаційному моделюванні складних систем управління?
- 43.Яким чином моделюють випадкові події?
- 44.Які алгоритми використовують при імітації випадкових подій?
- 45.Які моделі автоматів використовують при імітаційному моделюванні складних систем управління?
- 46.Які моделі потоків використовують при імітаційному моделюванні складних систем управління?
- 47.Які методи апроксимації використовують при імітації неперервних випадкових процесів?
- 48.Які існують системи управління із ідентифікаторами?
- 49.Схема системи управління із ідентифікатором в ланці зворотнього зв'язку.
- 50.Схема системи управління з еталонною моделлю.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра Автоматики та робототехнічних систем

Факультет ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Спеціальність „ 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ”

Форма навчання Денна

Семестр 3 Курс 2

ОКР «Магістр»

Дисципліна Методи синтезу та аналізу САК

Викладач Заєць Н.А.

„Затверджую”

Зав. кафедрою  (В.П.Лисенко)

„ ” 2017 р.

Варіант №1

Теоретичні питання:

1. Виконайте класифікацію математичних моделей по тому яким методом вони створюються. Опишіть створення моделей аналітичними і експериментальними методами.
2. Пасивні методи ідентифікації та обробка інформації в них.

Тестові питання:

*1. Покажіть який вираз пояснює суть етапу створення математичної моделі
А) системний аналіз, б) структурна ідентифікація, в) параметрична ідентифікація, г) використання моделі.*

1. Є методичною основою, на якій ґрунтуються основні етапи створення математичних моделей починаючи з постановки задачі і закінчуючи аналізом розробленої моделі.

2. Виконується оптимізації технологічного процесу чи стану об'єкту та прогнозується їх розвиток.

3. Визначає вид математичних співвідношень, які описують властивості об'єкта, що моделюється.

4. Визначає параметри об'єкта та встановлює функціональні залежності між ними.

2. Які збурення треба прикласти до системи, щоб отримати а) часові динамічні характеристики, чи б) частотні динамічні характеристики?

1. Імпульсна зміна параметра; 2. Ступінчаста зміна параметра, 3. Періодичне коливання параметра.

3. При перевірці адекватності моделі: 1)Перевіряють адекватність

а)конкретної, чи б)загальної моделі. 2) Перевіряють а) розрахунками,

б)практичним використанням. 3)В образних моделях а)можна перевірити адекватність, б) не можна.

4. Для побудови рівнянь теплового балансу використовуються такі рівняння:

1. Рівняння теплопередачі	А. $Q = A \cdot q_m$
2. Рівняння тепловіддачі	Б. $Q = (G_p \cdot q_p) / M$
3. Тепловий ефект хімічної реакції	В. $Q_i = G_i \cdot C_i \cdot \theta_i$
4. Тепловий ефект фізичних перетворень	Г. $Q = \alpha \cdot F \cdot \Delta \theta_{cp}$
5. Тепловий ефект механічної роботи	Д. $Q = k \cdot F \cdot \Delta \theta_{cp}$
6. Фізичне тепло потоку	Е. $Q = G_\phi \cdot q_\phi$

5. При плануванні експерименту в параметричній ідентифікації які значення приймають: а) Інтервал варіювання, б) Верхній рівень в) Середній рівень, г) Нижній рівень фактора?

6. Які є часові характеристики а) в залежності від форми стандартного впливу збурення, б) в залежності від форми представлення?

1. Рівняння динаміки, 2. Перехідні, 3. імпульсні, 4. передатні функції, 5. Хвильові – імпульсні, 6. Імпульсні характеристики.

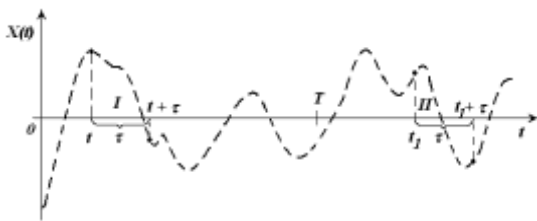
7. Від чого залежить акумулююча здатність об'єкта?

А) Властивостей об'єкта, Б) розгінної кривої, В) розмірів пристрою або об'єкту, Г) швидкодії об'єкту, Д) робочого середовища.

8. Чи може бути статична характеристика моделлю з розподіленими параметрами і описуватись диференціальним рівнянням?

1) Так; 2) Ні; 3) В окремих випадках.

9. 31. Від чого залежить кореляційна функція стаціонарного випадкового процесу?



А) Від амплітуди коливань,

Б) Від часу вимірів.

В) Від того де на часовій осі ми поміряли кореляційний момент.

Г) Від протяжності часу виміру.

10. За якою умовою виконується вибір апроксимуючих функцій при побудові моделей ідентифікації?

а) Інтегрованості, б) Гладкості, в) Повноти, г) Ортогональності, д) Простоти реалізації на ПК, е) Швидкості, є) Керованості.

8. Методи навчання.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форми контролю.

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

10. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 20.02.2015 р. протокол № 6 з табл. 1.

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг студента, бали
Відмінно	A	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100
Добре	B	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89
	C	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 – 81
Задовільно	D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64 – 73
	E	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60 – 63
Незадовільно	FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку)	35 – 59
	F	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01 – 34

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

11. Методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.
4. Таблиці, схеми і плакати, виготовлені на кафедрі, а також типографічним способом.
5. Інтернет-ресурси.

12. Рекомендована література

– основна

1. 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.

2. Мірошник В.О., Решетюк В.М. Типові технологічні об'єкти і процеси в птахівництві. Навчальний посібник. К.: НУБІПУ, ПП «Універсіл», 2010. – 139 с.
3. Остапенко Ю.О. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування. – К.: Задруга, 1999. – 424 с.
4. Остапчук Н.В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств. Учебн. пособие. К.: Вища школа, 1991. 367 с.
5. Букетов А.В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів і систем. – Тернопіль: СМП «Тайп».- 2009. – 260 с.
6. Рожков П.П., Краснобаєв В.А., Фурман І.О. та ін.. Ідентифікація та моделювання технологічних процесів. – Харків: Факт, 2007. – 240 с.
7. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 343 с
8. Thornley J.H.M., Hurd R.G. An analysis of the growth of young tomato plants in water culture at different light integrals and CO₂ concentrations. II. A mathematical model. – Annals of Botany 38, 1974. p. 389 – 400.
9. Лисенко В.П., Заєць Н.А., Штена В.М. Адаптивні системи керування і контролю. Навчальний посібник. - К.: НУБіП України. – 2011. -52 с.
10. Лисенко В.П., Заєць Н.А., Штена В.М. Системи штучного інтелекту NEURAL NETWORKS К.: НУБіП України. – 2011. -105 с.
11. Ладанюк, А.П., Смітюх Я.В., Власенко Л.О., Заєць Н.А., Ельперін І.В. Системний аналіз складних систем управління. А.П. Ладанюк, – Київ, НУХТ, 2013. – 274 с.
12. Лисенко В.П., Решетюк В.М., Штена В.М., Заєць Н.А. та ін. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм. – К: НУБіП України, 2014. – 336с.
13. Лисенко В.П., Чернищенко Є.В., Решетюк В.М., Мірошник В.О., Заєць Н.А., Цигульов І.Т. / Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів/ – К.: АграрМедіаГруп, 2016. – 476 с.
14. Thornley J.H.M., Hurd R.G., Pooley A. A model of growth of the fifth leaf of tomato. – Annals of Botany 48, 1981. p. 327 – 340.
15. Симанков В.С., Шопин А.В., Буцацкий П.Ю. Моделирование инсоляции при управлении фотоветроэнергетическими системами. – Труды ФОРА, №5, 2000 г. С.67 – 71.
16. Пчелкин Ю.Н., Сорокин А.И. Устройства и оборудование для регулирования микроклимата в животноводческих помещениях. М., Россельхозиздат, 1977. – 216 с
17. Дьяконов В.П. MATLAB 6. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. – 592 с
18. Турчак Л.И. Основы численных методов. – М.: Наука, 1987. – 320 с.
19. Мэтьюз Дж.Г., Финк К.Д. Численные методы. Использование MATLAB. Пер. с англ. – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2001. – 720 с.
20. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB.SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 288 с.

– допоміжна:

21. Микроклиматические основы тепличного овощеводства/ Пер. с болг. *Е.С.Сигаева*. С предисл. Н.С.Гончарука. – М.: Колос, 1982. – 175 с.
22. *Бородин И.Ф., Недилько Н.М.* Автоматизация технологических процессов. – М.: Агропромиздат, 1986. 368 с.
23. *Брусиловский Л.П., Вайнберг А.Я.* Автоматизация технологических процессов в молочной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 344 с. Глава 3 «Автоматизация тепловой и механической обработки молока», с. 34 – 67.
24. *Ладанюк А.П., Заєць Н.А., Власенко Л.О.* Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів: монографія. - К.: видавництво Ліра-К, 2016. - 312с
25. *Кук Г.А.* Пастеризация молока. – М.: Пищепромиздат, 1951. – 240 с.
26. *Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворожук В.Я.* Технологічне обладнання молочних виробництв. – К.: Фірма „ІНК ОС”, центр навчальної літератури, 2007. – 344 с. Розділ «Пластинчасті теплообмінники» с.108 – 122.
27. *Шацкий В.В.* Моделирование механизации процессов приготовления кормов. – Запорожье: ІМТ, 1998. – 275 с.
28. *Мельник В.И., Мельник В.И., Поплавский Л.З.* Микроклимат при выращивании птицы в клетках. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 109 с.
29. *Франс Дж., Торнли Дж. Х. М.* Математические модели в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.

13. Інформаційні ресурси

1. <https://wikipedia.org>
2. <http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme5.htm>
3. http://om.univ.kiev.ua/users_upload/15/upload/file/pr_lecture_10.pdf
4. <https://www.youtube.com/watch?v=Kdx268WczxI>