

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра електротехніки, електромеханіки та електротехнологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ННІ
енергетики, автоматичної і енергозбереження
Каплун В.В.
_____ 2023 р.

«СХВАЛЕНО»
на засіданні кафедри електротехніки,
електромеханіки та електротехнологій
протокол № 12 від «19» травня 2023 р
В.о. завідувача кафедри
Окушко О.В.

«РОЗГЛЯНУТО»
Гарант ОП «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
Савченко В.В.
_____ «___» _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ОПТИМІЗАЦІЇ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЦІ»

Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Галузь знань: 14 — Електрична інженерія
спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка
освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
ННІ енергетики, автоматичної і енергозбереження
Розробник:
к.т.н., доц. Сорокін Дмитро Сергійович

Київ – 2023

1. Опис навчальної дисципліни

"Математичні методи моделювання та оптимізації в електротехніці"

Галузь знань	14 - Електрична інженерія
Напрямок підготовки	
Спеціальність	141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Ступінь вищої освіти	Магістр

Вид	Обов'язкова
Загальна кількість годин	240
Кількість кредитів ЕСТБ	8
Кількість змістових модулів	4
Курсова робота	-
Форма контролю	іспит

Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання

Форма навчання	денна	заочна
Рік підготовки (курс)	1	1
Семестр	1	1
Лекційні заняття	30	4
Практичні, семінарські заняття	30	6
Лабораторні заняття		4
Самостійна робота	30	-
Індивідуальні заняття		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4	

2. Мета, завдання та компетентності дисципліни

Мета викладання дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій і тенденцій в галузі аналізу сучасних динамічних систем на базі математичного і комп'ютерного моделювання, принципів використання методів математичного моделювання та оптимізації в автоматичному проектуванні електротехнічних систем.

Завдання вивчення навчальної дисципліни є:

- надання теоретичних знань для освоєння основних методів математичного моделювання динамічних систем і процесів;
- надання практичних знань для освоєння основних методів математичного моделювання динамічних систем і процесів.

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен:

Знати:

- сучасні методи математичного моделювання та оптимізації систем і

- процесів різноманітного призначення;
- принципи роботи апаратно-програмних засобів обчислювальної техніки, які використовують методи аналізу сигналів, моделювання систем і процесів.

Вміти:

- самостійно робити вибір необхідних методів аналізу та оптимізації динамічних систем і процесів,
- здійснювати розробку математичних моделей з допомогою засобів графічного програмування,
- синтезувати віртуальні прототипи технічних (зокрема електротехнічних) систем, що розробляються або аналізуються.

Набуття компетентностей

загальні компетентності

методи формування математичних моделей і вирішення оптимізаційних пошукових завдань;

фахові (спеціальні) компетентності

ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК10. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ПРН07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах

ПРН08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ МОДЕЛЮВАННЯ Й МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ.

Частина 1.

Тема 1. Основні поняття і визначення. Види моделювання.

Класифікація математичних моделей.

- Фізичне та математичне моделювання.
- Основна термінологія.
- Теорія подібності в основі фізичного моделювання.
- Математизація наукових знань.
- Дослідження математичних моделей.

Тема 2. Основні етапи моделювання.

- Побудова математичної моделі.
- Етапи розв'язування математичної моделі.
- Побудова рівнянь регресії для експериментальних даних.
- Обчислювальний експеримент.

- Аналіз похибок при комп'ютерних розрахунках.

МОДУЛЬ 2. ПРИЗНАЧЕННЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ, ЇХНЯ СУТНІСТЬ І ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

Тема 3. Методи апроксимації, інтерполяції і екстраполяції.

- локальна інтерполяція:
- лінійна інтерполяція;
- інтерполяція сплайнами;
- глобальна інтерполяція:
- поліном Лагранжа;
- поліном Ньютона;
- метод найменших квадратів:
- апроксимація лінійною функцією;
- апроксимація поліномами;
- апроксимація лінійною комбінацією функцій;
- апроксимація функцією довільного виду.

Тема 4. Розв'язок нелінійних рівнянь.

- Метод дихотомії (ділення пополам);
- Метод хорд;
- Метод дотичних (метод Ньютона), (метод лінеаризації);
- Метод січних;
- Метод простої ітерації;

Тема 5. Розв'язок систем лінійних рівнянь.

- Система лінійних рівнянь.
- елементарними перетвореннями лінійної системи.
- 2 класу методів вирішення СЛАР.
- Розв'язок систем лінійних рівнянь за допомогою зворотної матриці.
- Розв'язок систем лінійних рівнянь за формулами Крамера.
- метод Гаусса.
- метод ітерації.
- метод Зейделя.

Тема 6 Розв'язок систем нелінійних рівнянь

- Система нелінійних рівнянь.
- Метод послідовних наближень.
- Метод простої ітерації знаходження коренів систем нелінійних рівнянь.
- Методом ітерацій Зейделя.

Тема 7. Математичні моделі на основі диференційних рівнянь в частинних похідних.

- Диференціальні рівняння в частинних похідних.
- Класифікація таких рівнянь.
- Крайова задача.
- Основні поняття та визначення.
- Структура розв'язання крайових задач математичної фізики.

Тема 8. Математичні моделі електричних систем і їх елементів.

Частина 2.

МОДУЛЬ 1. ЗАВДАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОГО ПОШУКУ Й ДЕТЕРМІНОВАНІ АЛГОРИТМИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Тема 1. Введення у дисципліну та постановка задачі пошукової оптимізації

Цілі, завдання, структура дисципліни. Роль і місце теорії оптимізації в інженерній практиці. Загальні поняття теорії оптимізації і термінологія. Постановка задачі пошукової оптимізації.

Тема 2. Алгоритми пошуку екстремуму одновимірної функції без обчислення похідної

Місце і роль алгоритмів пошуку екстремуму одновимірної функції у вирішенні загальної задачі оптимізації. Встановлення початкового інтервалу невизначеності. Алгоритми звужування інтервалу невизначеності, що не потребують обчислення похідної.

Тема 3. Алгоритми пошуку екстремуму одновимірної функції при обчисленні похідної

Місце і роль алгоритмів пошуку екстремуму одновимірної функції у вирішенні загальної задачі оптимізації. Встановлення початкового інтервалу невизначеності. Алгоритми звужування інтервалу невизначеності, що потребують обчислення похідної.

Тема 4. Детерміновані методи пошуку екстремуму багатовимірних функцій

Місце і роль алгоритмів детермінованого пошуку екстремуму багатовимірних функцій у вирішенні задач оптимізації. Поняття рельєфу багатовимірної функції і його подання у графічному вигляді. Методи пошуку мінімуму багатовимірної функції, що не використовують значення її похідних: алгоритм координатного спуску; алгоритм ярів. Методи пошуку мінімуму багатовимірної функції, що використовують значення її похідних: градієнтні алгоритми; алгоритм Ньютона

МОДУЛЬ 2. ВИПАДКОВІСТЬ В ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ

Тема 5. Випадковість в алгоритмах пошуку екстремуму функції

Місце випадковості в алгоритмах оптимізації. Розрізненість між алгоритмів стохастичного пошуку і стохастичними алгоритмами. Особливості генерації випадкових послідовностей. Найпростіший стохастичний пошук.

Тема 6. Приклади стохастичних алгоритмів

Алгоритми парної і найкращої проби. Алгоритм стохастичного градієнта. Алгоритм найкращої проби з направляючим гіперквадратом.

Тема 7. Загальна характеристика алгоритмів імітації природних процесів

Змістова сутність алгоритмів імітації природних процесів. Термінологія та основні визначення. Класифікація природних алгоритмів.

Тема 8. Генетичні алгоритми

Загальна схема реалізації алгоритмів імітації природних процесів.

Генетичні алгоритми. Алгоритми «ройового інтелекту»

4. Структура навчальної дисципліни

Частина перша

Назви змістових модулів і тем занять	Кількість годин													
	Денна форма								Заочна форма					
	Тижні	Усього	У тому числі						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	
МОДУЛЬ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ МОДЕЛЮВАННЯ Й МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ														
Лекція 1. Основні поняття і визначення. Види моделювання. Класифікація математичних моделей. - Фізичне та математичне моделювання. - Основна термінологія. - Теорія подібності в основі фізичного моделювання. - Математизація наукових знань. - Дослідження математичних моделей.	1	6	2	2			2		2					
Лекція 2. Основні етапи моделювання. - Побудова математичної моделі. - Етапи розв'язування математичної моделі. - Побудова рівнянь регресії для експериментальних даних. - Обчислювальний експеримент. - Аналіз похибок при комп'ютерних розрахунках.	2	6	2	2			2			2	2			

Назви змістових модулів і тем занять	Кількість годин													
	Денна форма								Заочна форма					
	Тижні	Усього	У тому числі						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	
Лекція 3. Методи апроксимації, інтерполяції і екстраполяції. - локальна інтерполяція: - лінійна інтерполяція; - інтерполяція сплайнами; - глобальна інтерполяція: - поліном Лагранжа; - поліном Ньютона; - метод найменших квадратів: - апроксимація лінійною функцією; - апроксимація поліномами; - апроксимація лінійною комбінацією функцій; - апроксимація функцією довільного виду.	3	6	2	2			2		2	2	2			
Лекція 4. Розв'язок нелінійних рівнянь. - Метод дихотомії (ділення пополам); - Метод хорд; - Метод дотичних (метод Ньютона), (метод лінеаризації); - Метод січних; - Метод простої ітерації;	4	6	2	2			2			2				
Лекція 5. Розв'язок систем лінійних рівнянь. - Система лінійних рівнянь. - елементарними перетвореннями лінійної системи. - 2 класу методів вирішення СЛАР. - Розв'язок систем лінійних рівнянь за допомогою зворотної матриці. - Розв'язок систем лінійних рівнянь за формулами Крамера. - метод Гаусса. - метод ітерації. - метод Зейделя.	5	6	2	2			2							

Назви змістових модулів і тем занять	Кількість годин													
	Денна форма								Заочна форма					
	Тижні	Усього	У тому числі						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	
Лекція 6. Розв'язок систем нелінійних рівнянь - Система нелінійних рівнянь. - Метод послідовних наближень. - Метод простої ітерації знаходження коренів систем нелінійних рівнянь. - Методом ітерацій Зейделя.	6	6	2	2			2							
Лекція 7. Математичні моделі на основі диференційних рівнянь в частинних похідних. - Диференціальні рівняння в частинних похідних. - Класифікація таких рівнянь. - Крайова задача. - Основні поняття та визначення. - Структура розв'язання крайових задач математичної фізики.	7	6	2	2			2							
Лекція 8. Математичні моделі електричних систем і їх елементів.	8	6	2	2			2							
Разом за змістовим модулем 1.	8	48	16	16			16							
Лекція 1. Введення у дисципліну та постановка задачі пошукової оптимізації Цілі, завдання, структура дисципліни. Роль і місце теорії оптимізації в інженерній практиці. Загальні поняття теорії оптимізації і термінологія. Постановка задачі пошукової оптимізації.	9	6	2	2			2		2					

Назви змістових модулів і тем занять	Кількість годин													
	Денна форма								Заочна форма					
	Тижні	Усього	У тому числі						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	
Лекція 2. Алгоритми пошуку екстремуму одновимірної функції без обчислення похідної Місце і роль алгоритмів пошуку екстремуму одновимірної функції у вирішенні загальної задачі оптимізації. Встановлення початкового інтервалу невизначеності. Алгоритми звужування інтервалу невизначеності, що не потребують обчислення похідної.	10	6	2	2			2				2	2		
Лекція 3. Алгоритми пошуку екстремуму одновимірної функції при обчисленні похідної Місце і роль алгоритмів пошуку екстремуму одновимірної функції у вирішенні загальної задачі оптимізації. Встановлення початкового інтервалу невизначеності. Алгоритми звужування інтервалу невизначеності, що потребують обчислення похідної.	11	6	2	2			2							
Лекція 4. Детерміновані методи пошуку екстремуму багатовимірних функцій Місце і роль алгоритмів детермінованого пошуку екстремуму багатовимірних функцій у вирішенні задач оптимізації. Поняття рельєфу багатовимірної функції і його подання у графічному вигляді. Методи пошуку мінімуму багатовимірної функції, що не використовують значення її похідних: алгоритм координатного спуску; алгоритм ярів. Методи пошуку мінімуму багатовимірної функції, що використовують значення її похідних: градієнтні алгоритми; алгоритм Ньютона	12	6	2	2			2							

Назви змістових модулів і тем занять	Кількість годин													
	Денна форма								Заочна форма					
	Тижні	Усього	У тому числі						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	
Лекція 5. Випадковість в алгоритмах пошуку екстремуму функції Місце випадковості в алгоритмах оптимізації. Розрізненість між алгоритмів стохастичного пошуку і стохастичними алгоритмами. Особливості генерації випадкових послідовностей. Найпростіший стохастичний пошук.	13	6	2	2			2		2	2	2			
Лекція 6. Приклади стохастичних алгоритмів Алгоритми парної і найкращої проби. Алгоритм стохастичного градієнта. Алгоритм найкращої проби з направляючим гіперквадратом.	14	6	2	2			2			2				
Лекція 7. Загальна характеристика алгоритмів імітації природних процесів Змістовна сутність алгоритмів імітації природних процесів. Термінологія та основні визначення. Класифікація природних алгоритмів.	15	6	2	2			2							
Разом за змістовим модулем 2.	7	42	14	14			14							
Усього за 1 семестр	15	90	30	30			30		4	6	4			

5 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	кількість годин
Частина перша		
1.	Основні етапи моделювання.	2
2.	Методи апроксимації	2
3.	Методи інтерполяції	2
4.	Методи екстраполяції	2
5.	Розв'язок нелінійних рівнянь.	2
6.	Розв'язок систем лінійних рівнянь.	2
7.	Розв'язок систем нелінійних рівнянь.	2
8.	Формування фітнес функції на підставі модельної функції й обмежень на область визначення	2
9.	Вирішення одновимірної пошукової оптимізаційної задачі за методом половинного ділення	2
10.	Вирішення одновимірної пошукової оптимізаційної задачі за методом	2

	золотого перерізу	
11.	Вирішення одновимірної пошукової оптимізаційної задачі за методом хорд та дотичних	2
12.	Дослідження алгоритмів зведення пошукової багатокритеріальної задачі до однокритеріальної	2
13.	Дослідження стохастичних алгоритмів з направляючим об'єктом	2
14.	Формування фітнес функції на підставі модельної функції й обмежень на область визначення	2
15.	Дослідження методів ініціалізації природних алгоритмів	2
Усього		30

6 Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	кількість годин
Частина перша		
1.	Розробка та дослідження алгоритмів моделювання електротехнічних процесів	2
2.	Дослідження алгоритму апроксимації експериментальних даних	2
3.	Дослідження алгоритму інтерполяції експериментальних даних	2
4.	Дослідження алгоритму екстраполяції експериментальних даних	2
5.	Розробка алгоритму розв'язку нелінійних рівнянь за допомогою MathCad	2
6.	Розробка алгоритму розв'язку систем лінійних рівнянь за допомогою MathCad	2
7.	Розробка алгоритму розв'язку систем нелінійних рівнянь за допомогою MathCad	2
8.	Побудова моделей електрофізичних систем в Matlab/Simulink	1
9.	Формування фітнес функції на підставі модельної функції й обмежень на область визначення	2
10.	Дослідження алгоритму одновимірної пошукової оптимізаційної задачі за методом половинного ділення	2
11.	Дослідження алгоритму одновимірної пошукової оптимізаційної задачі за методом золотого перерізу	2
12.	Розробка алгоритму одновимірної пошукової оптимізаційної задачі за методом хорд та дотичних	2
13.	Розробка алгоритму зведення пошукової багатокритеріальної задачі до однокритеріальної	2
14.	Розробка стохастичних алгоритмів з направляючим об'єктом	2
15.	Дослідження фітнес функції на підставі модельної функції й обмежень на область визначення	2
16.	Дослідження методів ініціалізації природних алгоритмів	1
Разом за 2-й семестр		15
Усього		30

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

<p>1. Перші математичні моделі були створені:</p> <p>а. Ф. Кенэ* б. К. Марксом с. М. Фельдманом Ф Д. Нейманом</p>
<p>2. Модель, що представляє собою об'єкт, який поводитья як реальний об'єкт, але не виглядає як такий — це</p> <p>А. фізична модель* В. аналогова модель С. типова модель 0. математична модель</p>
<p>3. Модель, що представляє те, що досліджується за допомогою збільшеного або зменшеного опису об'єкта або системи — це</p> <p>А. фізична* В. аналітична С. типова Б. математична</p>
<p>4. Який зі структурних елементів містить у собі процес моделювання?</p> <p>А. аналіз* В. модель С. об'єкт Б. суб'єкт</p>
<p>5. Автоматизація процесу керування не містить у собі</p> <p>А. етап аналізу* В. етап планування й розробки С. етап керування ходом розробки Б. немає правильної відповіді</p>
<p>6. Транспортне завдання вирішується методом:</p> <p>А. усі відповіді вірні* В. найменших стоимостей, оптимальності С. оптимальності, північно-західного кута Б. північно-західного кута, найменших стоимостей</p>

	<p>7. Попередниками імітаційних ігор були:</p> <p>A. військові ігри* B. конфліктні ігри C. економічні ігри D. немає правильних відповідей</p>
	<p>8. Математичною моделлю конфліктних ситуацій є:</p> <p>A. теорія ігор* B. мережна модель C. імітаційна модель D. транспортна модель</p>
	<p>9. Класифікація по цільовим призначенню містить у собі моделі</p> <p>A. теоретико-аналітичні, прикладні* B. макроекономічні, мікроекономічні C. балансові, трендові D. усі відповіді вірні</p>
	<p>10. Класифікація по типу інформації ділиться на:</p> <p>A. аналітичні, ідентифіковані* B. статистичні, динамічні C. матричні, мережні D. балансові, трендові</p>
	<p>11. Класифікація по обліку фактора невизначеності містить у собі:</p> <p>A. детерміновані, стохастическіе* B. статистичні, динамічні C. макроекономічні, мікроекономічні D. аналітичні, ідентифіковані</p>
	<p>12. У якій з моделей використовується седлова крапка?</p> <p>A. у теорії ігор* B. у транспортній C. в імітаційній D. у СГ</p>
	<p>13. Матеріальний або об'єкт, що подумки представляється, який у процесі дослідження заміщає об'єкт-оригінал так, що його безпосереднє вивчення дає нові знання про об'єкт-оригіналі</p> <p>— це A. модель* B. аналогія C. абстракція D. гіпотеза</p>
	<p>14. На якому з етапів раціонально використовувати ЕОМ?</p> <p>A. Чисельне рішення* B. Математичний аналіз моделі C. Постановка економічної проблеми і її якісний аналіз D. Побудова математичної моделі E. Підготовка вихідної інформації</p>

15.	<p>Якій умові повинна задовольняти цільова функція при її рішенні методами динамічного програмування:</p> <p>А. Безперервності В. Аддитивности* С. Лінійності Б. Нелінійності</p>
16.	<p>Модель об'єкта це</p> <p>А. предмет схожий на об'єкт моделювання В. об'єкт - заступник, який ураховує властивості об'єкта, необхідні для досягнення мети* С. копія об'єкта Б. шаблон, по яким можна зробити точну копію об'єкта</p>
17.	<p>Основна функція моделі це:</p> <p>А. Одержати інформацію про моделююем об'єкті В. Відобразити деякі характеристичні ознаки об'єкта С. Одержати інформацію про моделююем об'єкті або відобразити деякі характеристичні ознаки об'єкта* 0. 4) Відтворити фізичну форму об'єкта</p>
18.	<p>Математичні моделі ставляться до класу</p> <p>1) Образотворчих моделей 2) Прагматичних моделей 3) Пізнавальних моделей 4) Символічних моделей*</p>
19.	<p>Математичною моделлю об'єкта називають</p> <p>А. Опис об'єкта математичними засобами, що дозволяє виводити судження про деяких його властивостях за допомогою формальних процедур* В. Будь-яку символічну модель, що містить математичні символи С. Вистава властивостей об'єкта тільки в числовому виді Б. Будь-яку формалізовану модель</p>
20.	<p>Методами математичного моделювання є</p> <p>А. Аналітичний В. Числовий С. Аксиоматичний і конструктивний* Б. Імітаційний</p>
21.	<p>Яка форма математичної моделі відображає приписання послідовності деякої системи операцій над вихідними даними з метою одержання результату:</p> <p>А. Аналітична В. Графічна С. Цифрова Б. Алгоритмічна*</p>
22.	<p>Об'єкт, що полягає з вершин і ребер, які між собою перебувають у деякому відношенні, називають</p> <p>А. Системою В. Кресленням С. Структурою об'єкта Б. Графом*</p>
23.	<p>Ефективність математичної моделі визначається</p> <p>А. Оцінкою точності моделі В. Функцією ефективності моделі* С. Співвідношенням ціни і якості Б. Простотою моделі</p>

24.	<p>Адекватність математичної моделі й об'єкта це</p> <p>А. правильність відображення в моделі властивостей об'єкта в тій мері, яка необхідна для досягнення мети моделювання*</p> <p>В. Повнота відображення об'єкта моделювання</p> <p>С. Кількість інформації про об'єкт, одержуване в процесі моделювання 0.</p> <p>Об'єктивність результату моделювання</p>
25.	<p>Стан об'єкта визначається</p> <p>А. Кількістю інформації, отриманої у фіксований момент часу</p> <p>В. Безліччю властивостей, що характеризують об'єкт у фіксований момент часу щодо заданої мети*</p> <p>С. Тільки фізичними даними про об'єкт</p> <p>Б. Параметрами навколишнього середовища</p>
26.	<p>Зміна стану об'єкта відображається у вигляді</p> <p>А. Статичної моделі</p> <p>В. Детермінованої моделі</p> <p>С. Динамічної моделі*</p> <p>0. Стохастической моделі</p>
27.	<p>Ф'азовий простір визначається</p> <p>А. Безліччю станів об'єкта, у яким кожний стан визначається крапкою з координатами еквівалентними властивостям об'єкта у фіксований момент часу*</p> <p>В. Координатами властивостей об'єкта у фіксований момент часу</p> <p>С. Двовимірним простором з координатами x, y Б. Лінійним простором</p>
28.	<p>Фазова траєкторія це</p> <p>А. Вектор у полярній системі координат</p> <p>В. Слід від переміщення фазової крапки у фазовому просторі*</p> <p>С. Монотонно убутна функція</p> <p>Б. Синусоїдальна крива з рівними амплітудами й частотою</p>
29.	<p>Крапка біфуркації це</p> <p>А. Крапка фазової траєкторії, що характеризує зміну стану об'єкта</p> <p>В. Крапка на траєкторії, що характеризує стан спокою</p> <p>С. Крапка фазової траєкторії, що передує різкій зміні стану об'єкта* 0. Крапка рівноваги</p>
30.	<p>Декомпозиція це</p> <p>А. Процедура розкладання цілого на частині з метою опису об'єкта*</p> <p>В. Процедура об'єднання частин об'єкта в ціле</p> <p>С. Процедура зміни структури об'єкта Б. Процедура сортування частин об'єкта</p>
31.	<p>Установлення рівноваги між простотою моделі і якістю відображення об'єкта називається</p> <p>А. Дискретизацією моделі</p> <p>В. Алгоритмізацією моделі</p> <p>С. Лінеаризацією моделі Б. Ідеалізацією моделі*</p>
32.	<p>Імітаційне моделювання</p> <p>А. Відтворює функціонування об'єкта в просторі й часу</p> <p>В. Моделювання, у яким реалізується модель, що робить процес функціонування системи в часі, а також імітуються елементарні явища, що становлять процес*</p> <p>С. Моделювання, що відтворює тільки фізичні процеси</p> <p>0. Моделювання, у яким реальні властивості об'єкта замінені об'єктами - аналогами</p>

33.	<p>Планування експерименту необхідно для</p> <p>А. Точного приписання дій у процесі моделювання</p> <p>В. Вибору числа й умов проведення досвідів, необхідних і достатніх для рішення поставленого завдання з необхідною точністю*</p> <p>С. Виконання плану експериментування на моделі Б. Скорочення числа досвідів</p>
34.	<p>Модель детермінована</p> <p>А. Матриця, детермінант якої дорівнює одиниці</p> <p>В. Об'єктивний закономірний взаємозв'язок і причинний взаємозумовленість подій. У моделі не допускаються випадкові події*</p> <p>С. Модель, у якій усі події, у тому числі, випадкові ранжирувані по значимості Б. Система непередбачених, випадкових подій</p>
35.	<p>Дискретизація моделі це процедура</p> <p>А. Відображення станів об'єкта в задані моменти часу</p> <p>В. Процедура, яка полягає в перетворенні безперервної інформації в дискретну*</p> <p>С. Процедура поділу цілого на частині</p> <p>Б. Приведення динамічного процесу до безлічі статичних станів об'єкта</p>
36.	<p>Властивість, при якій моделі можуть бути повністю або частково використовуватися при створенні інших моделей</p> <p>А. Універсальністю*</p> <p>В. Невизначеністю</p> <p>С. Невідомістю Б. Випадковістю</p>
37.	<p>Безперервно-детерміновані схеми моделювання визначають</p> <p>А. Математичний опис системи за допомогою безперервних функцій з урахуванням випадкових факторів</p> <p>В. Математичний опис системи за допомогою безперервних функцій без обліку випадкових факторів*</p> <p>С. Математичний опис системи за допомогою функцій безперервних у часі</p> <p>Б. Математичний опис системи за допомогою дискретно-безперервних функцій</p>
38.	<p>Погрішність математичної моделі пов'язана з</p> <p>А. Невідповідністю фізичної реальності, тому що абсолютна істина недосяжна*</p> <p>В. Неадекватністю моделі</p> <p>С. Некономічністю моделі Б. Неефективністю моделі</p>
39.	<p>Математичною моделлю об'єкта називають</p> <p>Е. Опис об'єкта математичними засобами, що дозволяє виводити судження про деяких його властивостях за допомогою формальних процедур*</p> <p>Б. Будь-яку символічну модель, що містить математичні символи в. Вистава властивостей об'єкта тільки в числовому виді Н. Будь-яку формалізовану модель</p>
40.	<p>Методами математичного моделювання є</p> <p>Е. Аналітичний Б. Числовий</p> <p>О. Аксиоматичний і конструктивний*</p> <p>Н. Імітаційний</p>

8. Методи навчання

Лекційні заняття з викладанням теоретичного матеріалу

Практичні заняття з набуття вмінь та навичок розв'язання задач

Лабораторні заняття з набуття вмінь та навичок складання електричних кіл за наданою схемою та проведення дослідження електричних кіл.

Самостійна робота студентів з підготовкою доповідей або рефератів на задану тему

Розв'язання практичних задач в рамках виконання розрахунково-графічних робіт

9. Форми контролю

1. Поточний контроль знань реалізується експрес-опитуванням на початку кожного лекційного заняття.

2. Контрольне опитування під час допуску до виконання та захисту виконаних лабораторних робіт.

3. Виконання контрольних розрахункових робіт.

10. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання студентів відбувається згідно з положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 27.12.2019 протокол №5

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Список рекомендованої літератури Підручники (навчальні посібники)

1. Жильцов А.В. Математичне моделювання електротехнічних систем та їх елементів: ТП. Багатополюсники: Навчальний посібник / Жильцов А.В. Мірських Г.О., Реутська Ю.Ю. - К.: «ЦП «КОМПРИНТ» - 2017. - 484 с. Рекомендовано Вченою радою НУБіП України (протокол №2 від 27.09.2017).

2. Жильцов А.В. Математичне моделювання електротехнічних систем та їх елементів: Т2. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник / Жильцов А.В. Мірських Г.О., Реутська Ю.Ю. - К.: «ЦП «КОМПРИНТ» - 2017. - 580 с. Рекомендовано Вченою радою НУБіП України (протокол №2 від 27.09.2017).
3. Чорний О.П. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В. - Кременчук, 2001. - 410 с.
4. Бернас С., Цек З. Математические модели элементов электроэнергетических систем: Пер. с польск. - М.: Энергоиздат, 1982.- 312с.
5. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1988.-128с.
6. Допоміжна
7. Егоров В.Н., Корженевский-Яковлев О.В. Цифровое моделирование систем электропривода. - Л.: Энергоатомиздат . Ленингр. отд-ние, 1986,-164с.
8. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ: Учебное пособие для вузов.-3-е изд,- Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990.-512с.
9. Богрый В.С., Русских А.А. Математическое моделирование тиристорных преобразователей. - М.: Энергия, 1972. -184с.
10. Стульников В.И., Колчев Е.В. Моделирование полупроводниковых преобразователей.-К. :Техника, 1971.- 107с.
11. Математическое моделирование электромашиноинвентильных систем. Плахтына Е.Г.-Львов: Вигца шк. Изд-во при Львов, ун-те, 1986.-164с.
12. Исследование и пути повышения эффективности пусковых систем синхронных двигателей в электроприводах промышленных механизмов./
13. Э.Н.Гречко, Д.И.Родькин, А.П.Черный и др.- Киев, 1993.- 48с.(Препр./АН Украины, ин-т пробл. энергосбережения; 93-3).
14. Соколов М.М., Петров Л.П., Масандилов Л.Б., Ладинзон В.А. Электромагнитные переходные процессы в асинхронном электроприводе.- М.: Энергия, 1967.-200с.
15. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. / Под ред. Л.Г.Мамиконянца. - 4-е изд-е переработ. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1984.-240с.
16. Моделирование асинхронных электроприводов с тиристорным управлением. Петров Л.П., Ладинзон В.А., Подзолов Р.Г., Яковлев А.В.- М.: Энергия, 1977.-200с.
17. Машинян А.Х., Соколова Е.М. Метод и исследования системы ТРИАД с учетом электромагнитных процессов “Электричество”, 1983, №11, с.40-45.
18. П.Глазенко Т.А., Хрисанов В.И. Математическое моделирование тиристорного асинхронного электропривода с фазным управлением. “Техническая электродинамика”, 1982, №4, с.52-58.

19. Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями. М.: Энергия. - 1974. - 328 с.
20. Булгаков А.А. Основы динамики управляемых вентильных систем. М.: Изд-во АН СССР. 1963.
21. Кривицкий С.О. Эпштейн И.И. Динамика частотнорегулируемых электроприводов с автономными инверторами. М.: Энергия. 1970.
22. Загорский А.Е., Шакарян Ю.Г. Управление переходными процессами электрических машин переменного тока.-М.: Энергоатомиздат,-1986.- 176с.
23. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. - Л.: Энергия, 1980. - 256с.
24. Цифровые системы управления электроприводами. Елисеев В.А./Ред. Г.А. Ромашко.-М.: Моск. энерг. ин-т,-1985.-104с.
25. Построение математической модели шахтной конвейерной установки с регулируемым электроприводом. Алтухов Е.И., Козьякова Л.А., Белашев А.М., Лебедев Л.Н.-ВестН. Киев, политехи, ин-та. "Горная электромеханика и автоматика", вып. 9. Киев, издательское объединение Вища школа, 1978.- 14-17с.
26. Аракелян А.К., Тытюк В.К. Коммуникационная сеть как динамический объект управления в системах регулируемого электропривода турбомеханизма./В кн. Исследование систем автоматизированных электроприводов: Межвуз сб. науч. тр. Чебоксары: Изд-во Чуваш, ун-та. 1991.- 120с.
27. Мехатроника: Пер. с япон./Исии Т., Симояма И., Иноуэ Х. и др.-М.: Мир, 1988.-318с.
28. Дехтяренко П.И. и Коваленко В.П. Определение характеристик звеньев систем автоматического регулирования. -М.: Энергия, 1973.-120с.
29. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления: Пер. с англ.- М.: Мир, 1975.-683с.
30. Балакирев В.С., Дудников Е.Е., Цирлин А.М. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов регулирования.- М.: Энергия, 1967.- 232с.
31. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов,- М.: Энергия, 1979.- 240с.
32. Ротач В.Я. Расчет динамических промышленных автоматических систем регулирования,- М.: Энергия, 1973.- 440с....
33. сдточных функций ди- Автоматика и
34. Симою М.П. Определение коэффициентов перниаризованиых звеньев и систем авторегулирования техника.-Мн.: Выш. шк.- 1957, N 6, т. 18, с.514-528.
35. Кулаков Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования: Спр. пособие,- Мп.: Выш. шк., 1984.- 192с.
- 36.2 8. Определение динамических параметров электропривода постоянного тока методом пространства состояний / А.К. Дука//

- Электромашиностроение и электрооборудование : Рес. межред. науч.-техн. сб 1987.- Вып. 41 .-с.9-14.
37. Наука. Гл. ред.. физ. мат
 38. Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам и программам на языке Бейсик для персональных ЭВМ. Справочник.-М лит., 1987.-240 с.
 39. систем авто матизации.
 40. исследования
 41. Учеб. пособие / А.И.Кубрак, А.И.Жученко, Л.Д.Ярошук. - К.: УМК ВО, 1989,-228 с..
 - 42.31.Л.Левин.-'Методы решения технических задач
 - 43.; использованием анало- - 415 с. .34.1 iindmarsh J. : Pergamon, 1985.
 44. говых вычислительных машин. М.: Мир.- 1966 Electrical Machines and Drives. 2nd ed. New Yor
 45. Методы и программы для
 46. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. - Л.: Энергия, 1980. - 256с.
 47. Цифровые системы управления электроприводами. Елисеев В.А./Ред. Г.А.Ромашко.-М.: Моск. энерг. ин-т,-1985.-104с.
 48. Построение математической модели шахтной конвейерной установки с регулируемым электроприводом. Алтухов Е.И., Козьякова Л.А., Белашев А.М., Лебедев Л.Н.-Вестн. Киев, политехи, ин-та. "Горная электромеханика и автоматика", вып. 9. Киев, издательское объединение Вища школа, 1978.- 14-17с.
 49. Аракелян А.К., Тытук В.К. Коммуникационная сеть как динамический объект управления в системах регулируемого электропривода турбомеханизма./В кн. Исследование систем автоматизированных электроприводов: Межвуз сб. науч. тр. Чебоксары: Изд-во Чуваши, ун-та, 1991.- 120с.
 50. Мехатроника: Пер. с япон./Исии Т., Симояма П., Иноуэ Х. и др.-М.: Мир, 1988.-318с.
 51. Дехтяренко П.И. и Коваленко В.П. Определение характеристик звеньев систем автоматического регулирования. -М.: Энергия, 1973.-120с.
 - 52.22.Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления: Пер. с англ.- М.:Мир, 1975.-683с.
 53. Балакирев В.С., Дудников Е.Е., Цирлин А.М. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов регулирования.- М.: Энергия, 1967.- 232с.
 54. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов.- М.: Энергия, 1979.- 240с.
 55. Ротач В.Я. Расчет динамических промышленных автоматических систем регулирования.- М.: Энергия, 1973.- 440с.
 56. Симою М.П. Определение коэффициентов передаточных функций лиризованных звеньев и систем авторегулирования.- Автоматика и техника.-Мн.: Выш. шк.- 1957, N 6, т.18, с.514-528.

57. Кулаков Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования: Спр. пособие.- Мн.: Выш. шк., 1984,- 192с.
- 58.28. Определение динамических параметров электропривода постоянного тока методом пространства состояний / А.К. Дука// Электромашиностроение и электрооборудование : Респ.межвед.науч.-техн.сб.- 1987.- Вып.41.-с.9-14.
59. Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам и программам на языке Бейсик для персональных ЭВМ. Справочник.-М.: Наука. Гл.ред. физ.мат . лит., 1987.-240 с.
60. Методы и программы для исследования систем автоматизации. Учеб.пособие / А.И.Кубрак, А.И.Жученко, Л.Д.Ярощук. - К.: УМК ВО, 1989,-228 с.
61. Ллевин. Методы решения технических задач с использованием аналоговых вычислительных машин. М.: Мир.- 1966. - 415 с. 34. Hindmarsh J. Electrical Machines and Drives. 2nd ed. New York: Pergamon, 1985