

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

**до практичних занять
із навчальної дисципліни**

**«Моделювання та методи оптимізації електромеханічних систем»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти**

***141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(Електромеханіка)***

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023 № 1.

***Розробник:** старший викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Шмельов Ю.М.*

Рецензенти:

- 1. Доцент кафедри електричних станцій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», кандидат технічних наук, доцент Шокарьов Д.А.*
- 2. Старший викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Владов С.І.*

Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

**1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами
(денна форма навчання) не передбачено навчальним планом**

**1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами
(заочна форма навчання)**

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Тема 1. Загальні відомості про моделювання та математичні моделі.	23	0	0	0	0	23	
Тема 2. Методи розв’язування систем диференційних рівнянь, що описують динаміку лінійних електромеханічних систем.	23	2	0	2	0	19	
Тема 3. Математичні методи моделювання при обробці даних.	23	2	0	2	0	19	
Тема 4. Моделі електромеханічних систем та їх елементів.	23	2	0	2	0	19	
Тема 5. Математичне моделювання електричних машин постійного струму.	23	2	0	2	0	19	
Тема 6. Математичне моделювання асинхронних машин.	23	2	0	2	0	19	
Тема 7. Математичне моделювання синхронних машин.	21	2	0	0	0	19	
Тема 8. Математичне моделювання тиристорних перетворювачів.	21	2	0	0	0	19	
Всього за семестр № 6:	180	14	0	10	0	156	залік

2. Методичні вказівки до практичних занять

Тема 2. Методи розв'язування систем диференційних рівнянь, що описують динаміку лінійних електромеханічних систем і.

Практичне заняття за темою № 2. Методи розв'язування систем диференційних рівнянь, що описують динаміку лінійних електромеханічних систем

Навчальна мета заняття: Набуття практичних навиків з методів розв'язування систем диференційних рівнянь, що описують динаміку лінійних електромеханічних систем

Кількість годин – 4 (денна форма); 2 (заочна форма).

Місце проведення: Аудиторія коледжу

Навчальні питання:

1. Класифікація електромеханічних систем.
2. Класичний метод розв'язання систем диференціальних рівнянь.
3. Операторний метод розв'язання систем диференціальних рівнянь.
4. Розв'язання систем диференціальних рівнянь із застосуванням теорем.

План проведення заняття.

1. Проведення попереднього контролю теоретичних знань курсантів (студентів) (фронтальне опитування).
 2. Формування практичних умінь і навичок курсантів (студентів) за наступними питаннями:
 1. Класифікація електромеханічних систем.
 2. Класичний метод розв'язання систем диференціальних рівнянь.
 3. Операторний метод розв'язання систем диференціальних рівнянь.
 4. Розв'язання систем диференціальних рівнянь із застосуванням теорем.
 3. Практичне завдання: Обрати 1 питання з питань для фронтального опитування та розкрити їх у вигляді реферату. Реферат виконують на аркушах формату А4 рукописно або з використанням комп'ютера шрифтом Times New Roman, розміром 14 пунктів через півтора міжрядкових інтервалу. Поле, призначене для тексту, обмежують прямокутною рамкою розміром 257x165 мм, при цьому поля зверху та знизу складають 20 мм, ліве – 35 мм, а праве – 10 мм. Структура реферату: титульна сторінка, основна частина (питання, що розкриваються), перелік використаних джерел.
- Література:** 5 с. 5-28; 6 с. 58-102; 7 с. 59-201; 8 с. 41-108; 14 с. 124-310.

Тема 3. Математичні методи моделювання при обробці даних.

Практичне заняття за темою № 3. Математичні методи моделювання при обробці даних

Навчальна мета заняття: Набуття практичних навиків з математичних методів моделювання при обробці даних

Кількість годин – 4 (денна форма); 2 (заочна форма).

Місце проведення: Аудиторія коледжу

Навчальні питання:

1. Інтерполяція.
2. Апроксимація.
3. Сплайни.
4. Екстраполяція.
5. Методи прогнозованої інтерполяції.
6. Класифікація методів прогнозування.

План проведення заняття.

1. Проведення попереднього контролю теоретичних знань курсантів (студентів) (фронтальне опитування).
 2. Формування практичних умінь і навичок курсантів (студентів) за наступними питаннями:
 1. Інтерполяція.
 2. Апроксимація.
 3. Сплайни.
 4. Екстраполяція.
 5. Методи прогнозованої інтерполяції.
 6. Класифікація методів прогнозування.
 3. Практичне завдання: Обрати 1 питання з питань для фронтального опитування та розкрити їх у вигляді реферату. Реферат виконують на аркушах формату А4 рукописно або з використанням комп'ютера шрифтом Times New Roman, розміром 14 пунктів через півтора міжрядкових інтервалу. Поле, призначене для тексту, обмежують прямокутною рамкою розміром 257х165 мм, при цьому поля зверху та знизу складають 20 мм, ліве – 35 мм, а праве – 10 мм. Структура реферату: титульна сторінка, основна частина (питання, що розкриваються), перелік використаних джерел.
- Література:** 2 с. 59-81; 9 с. 27-69, 85-99; 15 с. 6-31.

Тема 4. Моделі електромеханічних систем та їх елементів.

Практичне заняття за темою № 4. Моделі електромеханічних систем та їх елементів

Навчальна мета заняття: Набуття практичних навиків з моделей електромеханічних систем та їх елементів

Кількість годин – 4 (денна форма); 2 (заочна форма).

Місце проведення: Аудиторія коледжу

Навчальні питання:

1. Моделі, описувані диференціальними рівняннями першого порядку.
2. Моделі, описувані диференціальними рівняннями другого порядку.
3. Моделі силових перетворювачів в електромеханічних системах.
4. Математичні моделі регуляторів замкнутих електромеханічних систем.
5. Моделі замкнутих електромеханічних систем.

План проведення заняття.

1. Проведення попереднього контролю теоретичних знань курсантів (студентів) (фронтальне опитування).
2. Формування практичних умінь і навичок курсантів (студентів) за наступними питаннями:

1. Моделі, описувані диференціальними рівняннями першого порядку.
2. Моделі, описувані диференціальними рівняннями другого порядку.
3. Моделі силових перетворювачів в електромеханічних системах.
4. Математичні моделі регуляторів замкнутих електромеханічних систем.
5. Моделі замкнутих електромеханічних систем.

3. Практичне завдання: Обрати 1 питання з питань для фронтального опитування та розкрити їх у вигляді реферату. Реферат виконують на аркушах формату А4 рукописно або з використанням комп'ютера шрифтом Times New Roman, розміром 14 пунктів через півтора міжрядкових інтервалу. Поле, призначене для тексту, обмежують прямокутною рамкою розміром 257x165 мм, при цьому поля зверху та знизу складають 20 мм, ліве – 35 мм, а праве – 10 мм. Структура реферату: титульна сторінка, основна частина (питання, що розкриваються), перелік використаних джерел.

Література: 1 с. 33-52; 2 с. 45-59; 5 с. 34-51; 15 с. 214-237; 16 с. 38-97; 17 с. 128-194.

Тема 5. Математичне моделювання електричних машин постійного струму.

Практичне заняття за темою № 5. Математичне моделювання електричних машин постійного струму

Навчальна мета заняття: Набуття практичних навиків з математичного моделювання електричних машин постійного струму

Кількість годин – 4 (денна форма); 2 (заочна форма).

Місце проведення: Аудиторія коледжу

Навчальні питання:

1. Загальні положення та допущення.
2. Математичне моделювання двигунів постійного струму.
3. Моделювання ДПС при регулюванні магнітного потоку.
4. Моделювання генератора постійного струму.
5. Нормування систем диференціальних рівнянь.
6. Підготовка даних для моделювання двигуна постійного струму.

План проведення заняття.

1. Проведення попереднього контролю теоретичних знань курсантів (студентів) (фронтальне опитування).
 2. Формування практичних умінь і навичок курсантів (студентів) за наступними питаннями:
 1. Загальні положення та допущення.
 2. Математичне моделювання двигунів постійного струму.
 3. Моделювання ДПС при регулюванні магнітного потоку.
 4. Моделювання генератора постійного струму.
 5. Нормування систем диференціальних рівнянь.
 6. Підготовка даних для моделювання двигуна постійного струму.
 3. Практичне завдання: Обрати 1 питання з питань для фронтального опитування та розкрити їх у вигляді реферату. Реферат виконують на аркушах формату А4 рукописно або з використанням комп'ютера шрифтом Times New Roman, розміром 14 пунктів через півтора міжрядкових інтервалу. Поле, призначене для тексту, обмежують прямокутною рамкою розміром 257x165 мм, при цьому поля зверху та знизу складають 20 мм, ліве – 35 мм, а праве – 10 мм. Структура реферату: титульна сторінка, основна частина (питання, що розкриваються), перелік використаних джерел.
- Література:** 1 с. 37-40; 2 с. 96-107; 12 с. 4-30, с. 32-49.

Тема 6. Математичне моделювання асинхронних машин.**Практичне заняття за темою № 6. Математичне моделювання асинхронних машин**

Навчальна мета заняття: Набуття практичних навиків з математичного моделювання асинхронних машин

Кількість годин – 4 (денна форма); 2 (заочна форма).

Місце проведення: Аудиторія коледжу

Навчальні питання:

1. Розрахунок параметрів асинхронного двигуна за даними каталогу.
2. Механічна характеристика асинхронного двигуна і її апроксимація видозміненою формулою Клосса.

3. Лінеаризована модель асинхронного двигуна.
4. Моделювання асинхронного двигуна в 3-фазній системі координат.
5. Метод зображуючих векторів.
6. Рівняння АД в ортогональній системі координат.
7. Система відносних одиниць АД. Математична модель АД в осях “ $\alpha, \beta, 0$ ”.

План проведення заняття.

1. Проведення попереднього контролю теоретичних знань курсантів (студентів) (фронтальне опитування).
 2. Формування практичних умінь і навичок курсантів (студентів) за наступними питаннями:
 1. Розрахунок параметрів асинхронного двигуна за даними каталогу.
 2. Механічна характеристика асинхронного двигуна і її апроксимація видозміненою формулою Клосса.
 3. Лінеаризована модель асинхронного двигуна.
 4. Моделювання асинхронного двигуна в 3-фазній системі координат.
 5. Метод зображуючих векторів.
 6. Рівняння АД в ортогональній системі координат.
 7. Система відносних одиниць АД. Математична модель АД в осях “ $\alpha, \beta, 0$ ”.
 3. Практичне завдання: Обрати 1 питання з питань для фронтального опитування та розкрити їх у вигляді реферату. Реферат виконують на аркушах формату А4 рукописно або з використанням комп'ютера шрифтом Times New Roman, розміром 14 пунктів через півтора міжрядкових інтервалу. Поле, призначене для тексту, обмежують прямокутною рамкою розміром 257x165 мм, при цьому поля зверху та знизу складають 20 мм, ліве – 35 мм, а праве – 10 мм. Структура реферату: титульна сторінка, основна частина (питання, що розкриваються), перелік використаних джерел.
- Література:** 2 с. 114-134; 11 с. 47-142; 12 с. 37-92.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна література:

1. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Родькін Д.Й., Сисюк Г.Ю., Садовой О.В. Кременчук, 2001. 410 с.

Допоміжна література:

1. Чорний О.П., Толочко О.І., Титюк В.К. та інші Математичні моделі та особливості чисельних розрахунків динаміки електроприводів з асинхронними двигунами: монографія. Кременчук: ПП Щербатих О.В, 2016. 302 с.
2. Толочко О.І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 150 с.
3. Лозинський А.О., Мороз В.І., Паранчук Я.С. Розв'язування задач

електромеханіки в середовищі пакетів MathCAD і MATLAB: Навчальний посібник. Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. 166 с.

4. Довгань С. М. Дослідження систем електропривода методами математичного моделювання: навчальний посібник. Дніпропетровськ: НГА України, 2001. 137 с.

5. Дерещ О. Л. Спеціальні питання математичного опису і моделювання динаміки складних систем». Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2011. 104 с.