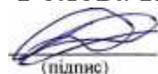


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 2

 *Д.М. Кравчук*
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 29 » серпня 2025 р.

СИЛАБУС
ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

СТУПІНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ	Бакалавр
ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	14 Електрична інженерія
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
ОСВІТНЯ ПРОГРАМА	Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків – 2025 р.

Розробник: доцент, к.т.н., доцент Наталя САВЧЕНКО
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри (№ 305)

мехатроніки та електротехніки
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)



Роман ТРИЩ
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Здобувач гр. 339 
(підпис)

Микола ТОДОРОВ
(ім'я та прізвище)

Загальна інформація про викладача

Фото	ПІБ: Савченко Наталя Панасівна
	Посада: доцент кафедри (№305) мехатроніки та електротехніки
	Науковий ступінь: кандидат технічних наук
	Вчене звання: доцент
	Перелік дисциплін, які викладає: <i>Електричні системи та мережі, Основи електропостачання, Відновлювана енергетика та технології зберігання енергії, Енергоефективні технології в енергетиці</i>
Напрями наукових досліджень:	<i>Системи накопичення енергії; Гібридні системи електропостачання з відновлювальними джерелами енергії; Мобільні вітросонячні електростанції</i>

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Форма навчання	денна, заочна
Курс, семестр	4 курс, 8 семестр
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 3,5 кредитів ЄКТС / 105 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 24, лабораторні – 24; самостійна робота – 57); <u>заочна</u> : 3,5 кредитів ЄКТС / 105 годин (16 аудиторних, з яких: лекції – 6, практичні – 10; самостійна робота – 89).
Види занять	лекції, лабораторні роботи, самостійна роботи
Види контролю	проміжний контроль – модульний; підсумковий (семестровий) контроль – іспит
Мова викладання	Українська
Анотація	В курсі розглядаються методи математичного відображення процесів, що протікають в електроенергетичних системах в різних схемно-режимних ситуаціях, з використанням моделей електроенергетичних об'єктів необхідної ступені адекватності. Пререквізити – теоретична механіка, електричні системи та мережі, електрична частина станцій та підстанцій, електропривід та системи керування, основи електропостачання, основи проектування гібридних систем електропостачання. Кореквізити – енергоефективні технології в енергетиці (кр), енергоменеджмент та енергоаудит Постреквізити – кваліфікаційна робота
Мета	полягає в ознайомленні з математичним апаратом і сучасними математичними методами для моделювання та вирішення задач електроенергетики із застосуванням сучасного програмного забезпечення.
Завдання	придбання знань та навичок оперування методами фізичного та математичного моделювання електротехнічних систем.
Методи навчання	Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).
Методи контролю	<i>Поточний контроль</i> : опитування на практичних заняттях; <i>Модульний контроль</i> : складання модульного контролю; <i>Підсумковий контроль</i> : іспит

2. ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті опанування навчальної дисципліни здобувачі повинні набути такі програмні компетентності:	
Інтегральна	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування методів і принципів комп'ютерно-інтегрованого управління енергетичними процесами і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні	<ul style="list-style-type: none"> – здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. – здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. – здатність працювати в команді та автономно.
Фахові (спеціальні)	<ul style="list-style-type: none"> – здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків. – здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки, а також комп'ютерне програмне забезпечення для аналізу і синтезу комп'ютерно-інтегрованих систем управління. – здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій. – здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. – здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем управління в енергетиці. – здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.
Перелік очікуваних результатів навчання після опанування здобувачами навчальної дисципліни:	
Програмні результати навчання	<ul style="list-style-type: none"> – знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у

професійній діяльності.

- знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.
- знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.
- знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- знати математику, фізику, механіку, електроніку та мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем управління в енергетиці.
- вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та прикладне програмне забезпечення, мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування.
- розуміти суть процесів, що відбуваються в енергетичних об'єктах та вміти проводити їх аналіз і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.
- вміти обирати і застосовувати сучасні методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами в енергетиці.
- вміти розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління електроенергетичним, електротехнічним та електромеханічним обладнанням.
- знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.
- розуміти принципи європейської демократії та поваги до прав громадян, враховувати їх при прийнятті рішень.
- розуміти та демонструвати добру професійну, соціальну та емоційну поведінку, дотримуватись здорового способу життя.
- вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

	– застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.
--	---

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1.

Основи теорії математичного моделювання

Теми лекційних занять:

Тема 1. Загальні підходи до здійснення моделювання електроенергетичних систем.

Визначення математичної моделі. Роль моделювання при вирішенні задач. Класифікація моделей енергосистем. Поняття режиму електроенергетичної системи. Особливості математичних моделей енергетичних систем. Загальна характеристика задач моделювання усталених режимів електроенергетичних систем.

Тема 2. Елементи теорії множин та теорії графів.

Основні поняття та визначення теорії множин. Співвідношення між множинами. Операції над множинами. Основні положення матричної алгебри. Матриця суміжності. Матриці інцидентів, перетинів і коефіцієнтів розподілу дерева. Елементи теорії нечітких множин.

Тема 3. Формалізовані методи аналізу електричних кіл.

Структурні елементи та фізичні величини. Аналіз електричного кола на підставі законів Ома та Кірхгофа. Аналіз електричного кола на підставі вузлових і контурних рівнянь. Перетворення рівнянь із комплексної площини в дійсну.

Тема 4. Методи розв'язання систем скінченних лінійних та нелінійних рівнянь.

Аналітичні методи розв'язання системи скінченних лінійних рівнянь. Власні значення та власні вектори матриці. Ітераційні методи. Числові методи розв'язання систем скінченних лінійних рівнянь. Числові методи розв'язання систем скінченних нелінійних рівнянь.

Теми практичних (семінарських) занять:

Практичні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Теми лабораторних занять:

Тема 1. Числові матриці та їх перетворення у MS Excel.

Тема 2. Побудова графів заступної схеми електричної мережі.

Тема 3. Складання рівнянь стану лінійної електричної мережі у матричній формі.

Тема 4. Рішення рівнянь стану енергетичної мережі прямими методами.

Тема 5. Ознайомлення з програмним додатком ДАКАР

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в рамках модуля не передбачені.

Самостійна робота

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до лабораторних робіт; захист звітів з лабораторних робіт, підготовка до модульних та семестрових контролів.

Змістовний модуль 2

Математичні основи аналізу режимів електроенергетичних та електромеханічних систем

Теми лекційних занять:

Тема 1. Математичні моделі елементів електроенергетичних систем.

Математична модель лінії електропередачі. Математична модель однофазної лінії. Математична модель трифазної лінії.

Тема 2. Математична модель аналізу ustalених режимів електроенергетичних систем.

Математична модель аналізу ustalених режимів ЕЕС у методі вузлових напруг та методі контурних струмів. Математична модель аналізу ustalених режимів ЕЕС у методі балансу потужностей. Моделювання сталих режимів ЕЕС у програмному середовищі DaCar.

Тема 3. Математичні моделі аналізу перехідних процесів електроенергетичних систем.

Методи розв'язання диференційних рівнянь. Математична модель аналізу перехідних процесів ЕЕС у методі вузлових рівнянь. Математична модель аналізу перехідних процесів ЕЕС у методі контурних рівнянь. Моделювання перехідних режимів ЕЕС у програмному середовищі DaCar.

Тема 4. Математична модель аналізу електромагнітних процесів в електроенергетичній системі.

Математична модель електромагнітних апаратів. Математична модель асинхронного двигуна. Математична модель синхронної електричної машини. Моделювання агрегатів турбіна-генератор. Математична моделювання несиметричних режимів. Математична модель ЕЕС із вентильними елементами та динамічним навантаженням.

Тема 5. Математичні основи оптимізації електричних мереж.

Технічна та математична постановка задачі оптимізації електричних мереж. Методи оптимізації функцій. Методи оптимізації функціоналів. Методи математичного програмування. Генетичні алгоритми оптимізації режимів електроенергетичних систем. Принципи формування раціональної структури електричної мережі з урахуванням її топології.

Теми практичних (семінарських) занять:

Практичні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Теми лабораторних занять:

Тема 1. Аналіз усталених режимів електричних мереж з постійною частотою.

Тема 2. Регулювання координат режиму електричної мережі.

Тема 3. Графічний редактор для аналізу усталених нормальних, ремонтних та післяаварійних режимів електричних мереж.

Тема 4. Розрахунок та аналіз струмів коротких замикань в електричній мережі.

Тема 5. Формування бази даних обладнання для дослідження електромеханічних перехідних процесів.

Тема 6. Модуль графічного аналізу результатів розрахунку електромеханічних перехідних процесів.

Індивідуальні завдання

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового-графічного завдання за темою «Моделювання режимів роботи електроенергетичних систем з підключенням відновлюваних джерел енергії».

Результат розрахунків та моделювання оформлюється у письмовий звіт. Завдання видається на початку вивчення модулю.

Самостійна робота

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до лабораторних робіт; захист звітів з лабораторних робіт, підготовка до модульних та семестрових контролів.

4. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

4.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття(завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Виконання розрахункової роботи	0...15		0...15
Усього за семестр			0...100

4.2. Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

5. НОРМИ АКАДЕМІЧНОЇ ЕТИКИ І ПОЛІТИКА КУРСУ

Всі учасники освітнього процесу повинні дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених «Кодексом етичної поведінки», «Кодексом академічної доброчесності» ХАІ та виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність.

Виявлення ознак академічної недоброчесності регламентуються Статутом ХАІ, «Кодексом академічної доброчесності», Положенням «Про академічну доброчесність» та ін. нормативними та законодавчими документами.

Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, куратором групи, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома керівництва університету, студентського самоврядування / омбудсмена.

Вирішення конфліктних ситуацій, що виникають, регламентуються Положенням «Про комісію з академічної доброчесності» та ін. нормативними та законодавчими документами.

Пропущені заняття та невиконані завдання відпрацьовуються здобувачами протягом семестру, в якому вивчається дисципліна під час самостійної роботи. Захист завдань здійснюється на консультаціях викладача.

Нормативно-правове забезпечення норм академічної етики, політики курсу та впровадження принципів академічної доброчесності ХАІ розміщено на сайті: <https://education.khai.edu/normative/>

6. ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Основна:

1. Кириленко О.В. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник / О.В. Кириленко, М.С. Сегеда, О.Ф. Буткевич, Т.А. Мазур. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010.- 608с.

2. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання енергетичних систем» для студентів за напрямом 6.050701 “ Електротехніка та електротехнології”/ Укл.: к.т.н., доцент Ключев О.В. - Дніпродзержинськ: ДДТУ,2013, 98 с.

3. Саух, С. Є. Математичне моделювання електроенергетичних систем в ринкових умовах: монографія / С. Є. Саух, А. В. Борисенко. - К.: «Три К», 2020. - 340 с.

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

Додаткова:

1. Математичне моделювання та оптимізація систем електроспоживання у сільському господарстві: Навч. посібник / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський; За ред. Г.Б. Іноземцева. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2010 – 140 с.

2. Математичні задачі електроенергетики. Методичні вказівки для самостійної роботи та практичних занять для студентів за напрямом підготовки 6.050701 “Електротехніка та електротехнології”. / Укл.: Скоробогатова В.І., Горбань Т.В. – Чернігів: ЧДТУ, 2009. - 38 с.

3. Кацадзе Т. Л. Електричні системи і мережі. Розрахунок та аналіз усталених режимів електроенергетичних систем [Текст]: Навчальний посібник з дисципліни для всіх форм навчання та студентів іноземців спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ” / Т. Л. Кацадзе, В. В. Кирик.- К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018.-212

Інформаційні ресурси:

1. Дистанційна освіта НАУ ХАІ. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=10094>

2.Наукова бібліотека ХАІ. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://library.khai.edu/>