

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

(повна назва підрозділу)

Кафедра суднових електроенергетичних систем

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи



Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
PROGRAM OF THE DISCIPLINE

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ СТРУМУ
ELECTROMECHANICAL SYSTEMS OF ELECTRIC CURRENT GENERATION

галузь знань _____ Г. Інженерія, виробництво та будівництво
спеціальність _____ ГЗ. Електрична інженерія
освітня програма _____ Системи генерування електроенергії та електропостачання
рівень вищої освіти _____ другий (магістерський)
тип дисципліни _____ обов'язкова
мова(и) викладання _____ українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Електромеханічні системи генерування струму»
є однією із складових комплексної підготовки фахівців
галузі знань «Г. Інженерія, виробництво та будівництво»
спеціальності «ГЗ. Електрична інженерія»
освітньої програми «Системи генерування електроенергії та електропостачання»

" 03 " 06 20 25 року. - 19 с.

Розробники:

Новогрецький Сергій Миколайович, канд.техн.наук, доцент, доцент кафедри СЕЕС.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електромеханічні системи генерування струму» узгоджено з
гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Системи генерування електроенергії та електропостачання»

Новогрецький Сергій Миколайович, канд.техн.наук

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електромеханічні системи генерування струму» розглянуто
на засіданні кафедри суднових електроенергетичних систем

Протокол № 11 від «17» 06 2025 р.

В.о. завідувача кафедри СЕЕС,

канд.техн.наук, доцент



А.В. Обрубов

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електромеханічні системи генерування струму» розглянуто
методичною радою навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 6 від «18» 06 2025 р.

Голова МР ННІАЕ,

канд.техн.наук, доцент



Д.О. Жук

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електромеханічні системи генерування струму» погоджено з
навчальним відділом НУК

Начальник навчального відділу



А.В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Електромеханічні системи генерування струму» затверджено
Навчально-методичною радою НУК імені адмірала Макарова

Протокол № 6 від «25» 06 2025 р.

Голова НМР НУК



С.О. Слободян

ЗМІСТ

<i>Вступ</i>	4
<i>1. Опис навчальної дисципліни</i>	5
<i>2. Мета вивчення навчальної дисципліни</i>	6
<i>3. Передумови для вивчення дисципліни</i>	6
<i>4. Очікувані результати навчання</i>	6
<i>5. Програма навчальної дисципліни</i>	7
<i>6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування</i>	14
<i>7. Форми поточного та підсумкового контролю</i>	14
<i>8. Критерії оцінювання результатів навчання</i>	17
<i>9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна</i>	18
<i>10. Рекомендовані джерела інформації</i>	18

ВСТУП

Анотація

Програма підготовки магістратури спеціальності «G3. Електрична інженерія» освітньої програми «Системи генерування електроенергії та електропостачання» передбачає формування у здобувачів освіти системних знань і практичних навичок щодо аналізу, моделювання та дослідження електромеханічних систем генерування електроенергії, а також процесів, що виникають у синхронних та асинхронних машинах у статичних і динамічних режимах роботи. У зв'язку з цим важливого значення набуває вивчення теоретичних основ електромеханічного перетворення енергії, методів математичного опису багатозначних електричних машин, принципів побудови та аналізу систем автоматичного регулювання генераторних агрегатів, а також дослідження стійкості електроенергетичних систем у різних режимах експлуатації.

Дисципліна «Електромеханічні системи генерування струму» є важливою складовою професійної підготовки фахівців у сфері електричної інженерії та спрямована на формування компетентностей, пов'язаних із розрахунком і дослідженням перехідних електромеханічних процесів, визначенням параметрів синхронних та асинхронних машин у динамічних режимах, аналізом статичної та динамічної стійкості генераторних агрегатів і електроенергетичних систем, а також вивченням принципів функціонування систем збудження, автоматичного регулювання напруги, частоти та активної потужності. Дисципліна розрахована на студентів, які отримали базові знання з теоретичних основ електротехніки, електричних машин, теорії автоматичного керування та основ електроенергетики.

Ключові слова: електромеханічні перехідні процеси, статична стійкість, динамічна стійкість, автоматичне регулювання, генераторний агрегат, електроенергетична система.

Abstract

The Master's degree program in specialty "G3. Electrical Engineering" of the educational program "Systems of electric power generation and electric power supply" is aimed at developing students' systematic knowledge and practical skills in the analysis, modeling, and investigation of electromechanical power generation systems, as well as the processes occurring in synchronous and asynchronous machines under steady-state and dynamic operating conditions. In this regard, particular importance is attached to studying the theoretical foundations of electromechanical energy conversion, methods of mathematical modeling of multiphase electrical machines, principles of design and analysis of automatic control systems for generating units, and the investigation of power system stability under various operating conditions.

The course "Electromechanical systems of electric current generation" is an essential component of professional training in the field of electrical engineering and is intended to develop competencies related to the calculation and investigation of electromechanical transient processes, determination of synchronous and asynchronous machine parameters under dynamic conditions, analysis of static and dynamic stability of generating units and electric power systems, as well as the study of the operating principles of excitation systems and automatic voltage, frequency, and active power control systems. The course is intended for students who possess fundamental knowledge of electrical engineering fundamentals, electrical machines, automatic control theory, and basic principles of power engineering.

Key words: *electromechanical transient processes, static stability, dynamic stability, automatic control, generating unit, electric power system.*

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - <u>4</u>	Галузь знань G. Інженерія, виробництво та будівництво	Обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність G3. Електрична інженерія Освітня програма Системи генерування електроенергії та електропостачання	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачено		1-й	1-й
		Лекцій	
		30 год.	8 год.
		Практичні, семінарські	
Загальна кількість годин <u>120</u> .		15 год.	8 год.
		Лабораторні	
		-	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <u>3</u> ; самостійної роботи студента – <u>5</u> .	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота	
		75 год.	104 год.
		Індивідуальні завдання: 0 год.	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: письмова	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Системи генерування електроенергії та електропостачання» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (у відповідності до ОПП ЗК2);
- здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (у відповідності до ОПП СК1);
- здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (у відповідності до ОПП СК4);
- здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (у відповідності до ОПП СК6);
- здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем (у відповідності до ОПП СКс11).

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є раніше вивчені дисципліни "Теоретичні основи електротехніки", "Електричні машини", "Теорія автоматичного керування", "Основи електроенергетики та електропостачання" та такі раніше здобуті результати навчання, як: концептуальні знання у сфері електротехніки та електромеханіки; вміння читати електричні схеми та розуміння принципів автоматичного керування.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- знаходити варіанти та окреслювати план заходів з підвищення надійності, ефективності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів та систем (у відповідності до ОПП ПРН1);
- аналізувати процеси в електроенергетичному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах та системах (у відповідності до ОПП ПРН3);
- проектувати, обслуговувати та модернізувати суднові та автономні електричні станції (у відповідності до ОПП ПРН5);
- визначати оптимальну структуру системи автоматизації, режими роботи і параметри джерел генерації електроенергії з метою їх ефективної експлуатації в електроенергетичних системах (у відповідності до ОПП ПРН6);
- вміти аналізувати системи автоматичного управління енергоустановками, визначати та оцінювати динамічні характеристики, показники стійкості та якості (у відповідності до ОПП ПРН10);
- володіти методами математичного, комп'ютерного та фізичного моделювання об'єктів та процесів в електроенергетичних та електромеханічних системах (у

відповідності до ОПП ПРН11);

- демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (у відповідності до ОПП ПРН21);

- розуміти принципи побудови електромеханічних систем генерування струму та автоматичних систем регулювання генераторних агрегатів.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Електромеханічні системи генерування струму.

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи методів дослідження складних електромеханічних систем.

Тема 1. Типи і особливості електромеханічних машин. Поняття зображуючий вектор багатофазних величин. Пряме і зворотне перетворення Парка-Горєва в обертових осях. [1, стор. 65...78;].

Тема 2. Узагальнене рівняння напруг багатофазної обмотки у проекціях зображуючих векторів на ортогональні осі і у векторній формі. [1, стор. 78...89].

Тема 3. Рівняння електричного і механічного стану асинхронної машини у ортогональних осях. [1, стор. 135...146; 2, стор. 119...140].

Тема 4. Зв'язок між магнітними потоками, потокозчепленнями, реактивностями і струмами. [2, стор. 154...162].

Тема 5. Власні і взаємні реактивності. Перетворені рівняння електричного і механічного стану електричних машин. [3, стор. 60...73].

Змістовий модуль 2. Параметри електричних машин в динамічних режимах.

Статична стійкість електроенергетичних систем.

Тема 6. Динамічні реактивності синхронної та асинхронної машин. Узагальнена сила і узагальнена координата. Вираз для електромагнітного моменту електричних машин у загальному вигляді. [3, стор. 74...90; 5, стор. 66...82].

Тема 7. Рівняння синхронної та асинхронної машини у відносних одиницях. [2, стор. 132...133; 3, стор. 36...44; 4, стор. 34...43; 5, стор. 101...107].

Тема 8. Рівняння синхронної та асинхронної машини при роботі з потужною мережею. Критерії стійкості. Частота власних коливань ротора. [1, стор. 252...287; 3, стор. 428...453; 5, стор. 82...96, стор. 136...143].

Тема 9. Інерційна стала часу. Статична стійкість синхронного генератора при роботі з потужною мережею при врахуванні перехідних коливань у ланцюзі обмотки збудження і регулювання напруги. [2, стор. 231...242; 3, стор. 453...462; 4, стор. 72...125; 5, стор. 142...161].

Тема 10. Простіша передаточна функція синхронного генератора в якості об'єкта регулювання напруги. [1, стор. 91...98; 8, стор. 35...41].

Змістовий модуль 3. Динамічна стійкість електроенергетичних систем. Принципи побудови автоматичних регуляторів генераторних агрегатів.

Тема 11. Поняття динамічної стійкості електроенергетичної системи. Робота двох генераторних агрегатів на загальне навантаження. Утримання генераторів у синхронізмі. [1, стор. 320...356; 3, стор. 471...485; 4, стор. 125...145].

Тема 12. Видозмінне правило площ при аналізі динамічної стійкості. Граничний час спрацювання захисту. Підключення асинхронної машини під трьохфазну напругу. Провал напруги. [9, стор. 3...48].

Тема 13. Системи збудження і автоматичного регулювання напруги. Процес самозбудження синхронного генератора. [1, стор. 98...111; 6, стор. 170...212].

Тема 14. Вплив характеру навантаження на реакцію якоря. Стійкість системи синхронний генератор – автоматичний регулятор напруги. [3, стор. 485...497; 8, стор. 27...35].

Тема 15. Регулятори частоти і активної потужності. Уведення рівнянь регулювання швидкості у рівняння моментів генераторного агрегату. [1, стор. 112...131; 7, стор. 3...34].

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр	лаб	с.р.		лек	пр	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи методів дослідження складних електромеханічних систем										
Тема 1. Типи і особливості електромеханічних машин. Поняття зображуючий вектор багатофазних величин. Пряме і зворотнє перетворення Парка-Горєва в обертових осях.	6	2	1	-	3	6	0,4	0,4	-	5,2
Тема 2. Узагальнене рівняння напруг багатофазної обмотки у проекціях зображуючих векторів на ортогональні осі і у векторній формі.	6	2	1	-	3	6	0,4	0,4	-	5,2
Тема 3. Рівняння електричного і механічного стану асинхронної машини у ортогональних осях.	6	2	1	-	3	6	0,4	0,4	-	5,2
Тема 4. Зв'язок між магнітними потоками, потокозчепленнями, реактивностями і струмами.	6	2	1	-	3	6	0,4	0,4	-	5,2
Тема 5. Власні і взаємні реактивності. Перетворені рівняння електричного і механічного стану електричних машин.	6	2	1	-	3	6	0,4	0,4	-	5,2
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	30	10	5	0	15	30	2	2	0	26
Змістовий модуль 2. Параметри електричних машин в динамічних режимах. Статична стійкість електроенергетичних систем										
Тема 6. Динамічні реактивності синхронної та асинхронної машин. Узагальнена сила і узагальнена координата. Вираз для електромагнітного моменту електричних машин у загальному вигляді.	9	2	1	-	6	9	0,6	0,6	-	7,8
Тема 7. Рівняння синхронної та асинхронної машини у відносних одиницях.	9	2	1	-	6	9	0,6	0,6	-	7,8
Тема 8. Рівняння синхронної та асинхронної машини при роботі з потужною мережею. Критерії стійкості. Частота власних коливань ротора.	9	2	1	-	6	9	0,6	0,6	-	7,8
Тема 9. Інерційна стала часу. Статична стійкість синхронного генератора при роботі з потужною мережею при врахуванні перехідних коливань у ланцюзі обмотки збудження і регулювання напруги.	9	2	1	-	6	9	0,6	0,6	-	7,8
Тема 10. Простіша передаточна функція синхронного генератора в якості об'єкта регулювання напруги.	9	2	1	-	6	9	0,6	0,6	-	7,8
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	45	10	5	0	30	45	3	3	0	39
Змістовий модуль 3. Динамічна стійкість електроенергетичних систем. Принципи побудови автоматичних регуляторів генераторних агрегатів										
Тема 11. Поняття динамічної стійкості електроенергетичної системи. Робота двох генераторних агрегатів на загальне навантаження. Утримання генераторів у синхронізмі.	9	2	1	-	6	9	0,6	0,6	-	7,8

Тема 12. Видозмінне правило площ при аналізі динамічної стійкості. Граничний час спрацювання захисту. Підключення асинхронної машини під трьохфазну напругу. Провал напруги.	9	2	1	-	6	9	0,6	0,6	-	7,8
Тема 13. Системи збудження і автоматичного регулювання напруги. Процес самозбудження синхронного генератора.	9	2	1	-	6	9	0,6	0,6	-	7,8
Тема 14. Вплив характеру навантаження на реакцію якоря. Стійкість системи синхронний генератор – автоматичний регулятор напруги.	9	2	1	-	6	9	0,6	0,6	-	7,8
Тема 15. Регулятори частоти і активної потужності. Уведення рівнянь регулювання швидкості у рівняння моментів генераторного агрегату.	9	2	1	-	6	9	0,6	0,6	-	7,8
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	45	10	5	0	30	45	3	3	0	39
<i>Усього годин</i>	120	30	15	0	75	120	8	8	0	104
<i>Разом за курсом</i>	120	30	15	0	75	120	8	8	0	104

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Практичне застосування прямого і зворотного перетворення Парка-Горєва при моделюванні обертових електричних машин.	2	1
2	Зв'язок між магнітними потоками, потокозчепленнями, реактивностями і струмами електричних машин. Власні і взаємні реактивності	2	1
3	Вираз для електромагнітного моменту електричних машин у загальному вигляді. Динамічні реактивності та асинхронної машини. Інерційна стала часу агрегату.	2	1
4	Система відносних одиниць. Рівняння синхронної та асинхронної машини у відносних одиницях. Визначення параметрів електричних машин з каталожних даних.	2	1
5	Принципи розрахунку статичної стійкості енергосистеми. Врахування перехідних процесів в ланцюгу статора, дії автоматичного регулятора збудження. Спрощена передатна функція синхронного генератора.	2	1
6	Поняття динамічної стійкості електроенергетичної системи. Робота двох генераторних агрегатів на загальне навантаження. Видозмінне правило площ при аналізі динамічної стійкості.	2	1
7	Визначення провалу напруги синхронного генератора при підключенні асинхронного двигуна. Вплив автоматичного регулятора напруги на динамічну стійкість.	2	1
8	Регулятори частоти і активної потужності. Вплив автоматичного регулятора частоти на динамічну стійкість.	1	1
	<i>Разом</i>	15	8

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає підготовку до лекційних та практичних занять при оформленні контрольних розрахункових завдань; самостійне поглиблення знання за темами дисципліни; підготовку до трьох поточних модульних контролів; підготовку до екзамену.

В якості контрольних розрахункових завдань передбачається розрахунок за індивідуальними вихідними даними [7, 8, 9]:

- розрахунок статичної стійкості роботи синхронного генератора з урахуванням автоматичних регуляторів напруги та частоти (контрольне завдання №1);

- визначення за умов збереження динамічної стійкості граничного часу відключення короткого замикання на розподільчих шинах при паралельній роботі двох синхронних генераторів (контрольне завдання №2);

- визначення провалу напруги та розрахунок електромеханічних перехідних процесів при прямому підключенні до синхронного генератора асинхронного двигуна сумірної потужності (контрольне завдання №3).

Вихідні данні до контрольних завдань надаються здобувачам освіти протягом перших трьох тижнів навчального семестру, в якому викладається дисципліна. Кінцевий термін виконання роботи – не пізніше ніж за тиждень до початку екзаменаційної сесії.

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Підготовка до лекції за темою «Типи і особливості електромеханічних машин. Поняття зображуючий вектор багатофазних величин. Пряме і зворотне перетворення Парка-Горєва в обертових осях»	2	3
2.	Підготовка до лекції за темою «Узагальнене рівняння напруг багатофазної обмотки у проєкціях зображуючих векторів на ортогональні осі і у векторній формі»	2	3
3.	Підготовка до лекції за темою «Рівняння електричного і механічного стану асинхронної машини у ортогональних осях»	2	3
4.	Підготовка до лекції за темою «Зв'язок між магнітними потоками, потокозчепленнями, реактивностями і струмами»	2	3
5.	Підготовка до лекції за темою «Власні і взаємні реактивності. Перетворені рівняння електричного і механічного стану електричних машин»	2	3
6.	Підготовка до лекції за темою «Динамічні реактивності синхронної та асинхронної машин. Узагальнена сила і узагальнена координата. Вираз для електромагнітного моменту електричних машин у загальному вигляді»	2	3
7.	Підготовка до лекції за темою «Рівняння синхронної та асинхронної машини у відносних одиницях»	2	3
8.	Підготовка до лекції за темою «Рівняння синхронної та асинхронної машини при роботі з потужною мережею. Критерії стійкості. Частота власних коливань ротора»	2	3
9.	Підготовка до лекції за темою «Інерційна стала часу. Статична стійкість синхронного генератора при роботі з потужною мережею при врахуванні перехідних коливань у ланцюзі обмотки збудження і регулювання напруги»	2	3
10.	Підготовка до лекції за темою «Простіша передаточна функція синхронного генератора в якості об'єкта регулювання напруги»	2	3
11.	Підготовка до лекції за темою «Поняття динамічної стійкості електроенергетичної системи. Робота двох генераторних агрегатів на загальне навантаження. Утримання генераторів у синхронізмі»	2	3

12.	Підготовка до лекції за темою «Видозмінне правило площ при аналізі динамічної стійкості. Граничний час спрацювання захисту. Підключення асинхронної машини під трьохфазну напругу. Провал напруги»	2	3
13.	Підготовка до лекції за темою «Системи збудження і автоматичного регулювання напруги. Процес самозбудження синхронного генератора»	2	3
14.	Підготовка до лекції за темою «Вплив характеру навантаження на реакцію якоря. Стійкість системи синхронний генератор – автоматичний регулятор напруги»	2	3
15.	Підготовка до лекції за темою «Регулятори частоти і активної потужності. Уведення рівнянь регулювання швидкості у рівняння моментів генераторного агрегату»	2	3
16.	Підготовка до практичного заняття за темою: Практичне застосування прямого і зворотного перетворення Парка-Горєва при моделюванні обертових електричних машин.	1	2
17.	Підготовка до практичного заняття за темою: Зв'язок між магнітними потоками, потокозчепленнями, реактивностями і струмами електричних машин. Власні і взаємні реактивності.	1	2
18.	Підготовка до практичного заняття за темою: Вираз для електромагнітного моменту електричних машин у загальному вигляді. Динамічні реактивності та асинхронної машини. Інерційна стала часу агрегату	1	2
19.	Підготовка до практичного заняття за темою: Система відносних одиниць. Рівняння синхронної та асинхронної машини у відносних одиницях. Визначення параметрів електричних машин з каталожних даних.	1	2
20.	Підготовка до практичного заняття за темою: Принципи розрахунку статичної стійкості енергосистеми. Врахування перехідних процесів в ланцюгу статора, дії автоматичного регулятора збудження. Спрощена передатна функція синхронного генератора.	1	2
21.	Підготовка до практичного заняття за темою: Поняття динамічної стійкості електроенергетичної системи. Робота двох генераторних агрегатів на загальне навантаження. Видозмінне правило площ при аналізі динамічної стійкості.	1	2
22.	Підготовка до практичного заняття за темою: Визначення провалу напруги синхронного генератора при підключенні асинхронного двигуна. Вплив автоматичного регулятора напруги на динамічну стійкість.	1	2
23.	Підготовка до практичного заняття за темою: Регулятори частоти і активної потужності. Вплив автоматичного регулятора частоти на динамічну стійкість.	1	1

24.	Виконання контрольного розрахункового завдання «Визначення за умов збереження динамічної стійкості граничного часу відключення короткого замикання на розподільчих шинах при паралельній роботі двох синхронних генераторів»	6	6
25.	Виконання контрольного розрахункового завдання «Визначення провалу напруги та розрахунок електромеханічних перехідних процесів при прямому підключенні до синхронного генератора асинхронного двигуна сумірної потужності»	6	6
26.	Виконання контрольного розрахункового завдання «Розрахунок статичної стійкості роботи синхронного генератора з урахуванням автоматичних регуляторів напруги та частоти»	6	6
27.	Підготовка до поточного модульного контролю «Теоретичні основи методів дослідження складних електромеханічних систем»	5	6
28.	Підготовка до поточного модульного контролю «Параметри електричних машин в динамічних режимах. Статична стійкість електроенергетичних систем»	5	6
29.	Підготовка до поточного модульного контролю «Динамічна стійкість електроенергетичних систем. Принципи побудови автоматичних регуляторів генераторних агрегатів»	5	6
30.	Підготовка до екзамену	4	8
	<i>Разом</i>	75	104

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

У процесі освоєння дисципліни здобувач має:

- виконати три окремих контрольних розрахункових завдань у відповідності до індивідуальних вихідних даних, оформити паперовий аналітичний звіт та на основі усних відповідей підтвердити рівень розуміння виконаної роботи;
- скласти поточні модульні контролю за кожним змістовним модулем у вигляді стандартизованих тестів для оцінки рівня отриманих теоретичних знань; на проходження одного тесту надається 20 хвилин;
- скласти екзамен у вигляді письмової відповіді на чотири теоретичні питання білету.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати до 72 балів. Питома вага підсумкового екзамену в загальній системі оцінок - 28 балів. Право здавати екзамен надається студенту, який набрав не менше 32 бали проміжних оцінок. Складання заключного екзамену є не обов'язковим, якщо здобувач вищої освіти протягом вивчення курсу за результатами проміжного контролю набрав щонайменше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки підсумкового екзамену.

Поточний контроль передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми та набутих практичних навичок під час виконання розрахункових завдань та контрольних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання виконання контрольних розрахункових завдань

Оцінка	Критерії оцінювання
14	Завдання виконано у встановлений термін. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Розрахунок виконаний вірно, отримані результати достовірні. Надані повні усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
12	Завдання виконано у встановлений термін. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Розрахунок виконаний вірно, отримані результати достовірні. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
10	Завдання виконано у встановлений термін. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Розрахунок виконаний вірно, отримані результати достовірні. Студент відмовляється надавати усні відповіді на запитання.
9	Завдання виконано з порушенням встановлених термінів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Розрахунок виконаний вірно, отримані результати достовірні. Надані повні усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
8	Завдання виконано з порушенням встановлених термінів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Розрахунок виконаний вірно, отримані результати достовірні. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
7	Завдання виконано з порушенням встановлених термінів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Розрахунок виконаний вірно, отримані результати достовірні. Студент відмовляється надавати усні відповіді на запитання.
6	Завдання виконано з порушенням встановлених термінів. В алгоритмі розрахунку допущені неточності, які спотворили результат. У висновках проведена некоректна інтерпретація результатів. Надані повні усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
5	Завдання виконано з порушенням встановлених термінів. В алгоритмі розрахунку допущені неточності, які спотворили результат. У висновках проведена некоректна інтерпретація результатів. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.

4	Завдання виконано з порушенням встановлених термінів. В алгоритмі розрахунку допущені неточності, які спотворили результат. У висновках проведена некоректна інтерпретація результатів. Студент відмовляється надавати усні відповіді на запитання.
0	Рішення не представлено взагалі або неповне, менш ніж наполовину.
	<i>Максимальна оцінка студента за контрольні роботи 42 бали (3 завдання по 14 балів).</i>

Критерії оцінювання поточного модульного контролю у формі тестування

Правильних відповідей	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

У відповідності до програми передбачено 3 поточних модульних контролі, таким чином максимальна оцінка за даний компонент програми 30 балів. Кожний тест передбачає 10 тестових запитань.

Критерії оцінювання екзамену.

Здобувач має письмово відповісти на чотири питання. Кожна відповідь на питання оцінюється максимум у 7 балів. Максимальна оцінка за даний компонент програми 28 балів.

Відповідь на питання	Критерії оцінювання відповіді на екзаменаційне питання
7	Відповідь є повною, ґрунтовною, логічно структурованою та системною. Наведено повні математичні викладки та коректні схемні рішення. Надано вичерпні пояснення практичного застосування з прикладами.
6	Відповідь повна та ґрунтовна, але містить незначні неточності або пропуски другорядних аспектів. Математичні викладки та схемні рішення в цілому коректні, але не повністю деталізовані. Пояснення практичного застосування надано, але без достатньої глибини або прикладів.
5	Відповідь загалом повна (розкрито основну частину питання). Наведені математичні викладки та схемні рішення, але вони частково спрощені або не повністю обґрунтовані. Пояснення практичного застосування є, проте обмежені або загальні.
4	Відповідь частково повна (розкрито більше половини питання, але з прогалинами). Математичні викладки та/або схемні рішення присутні, але розкривають питання лише частково. Пояснення практичного застосування поверхневі або неповні.
3	Відповідь неповна (розкрито приблизно половину питання). Наведено окремі математичні залежності та/або елементи схем. Пояснення практичного застосування відсутні або нечіткі.

2	Відповідь фрагментарна (розкрито менше половини питання). Математичні залежності та схемні рішення майже відсутні або некоректні. Пояснення практичного застосування відсутні.
1	Відповідь мінімальна, уривчаста, не розкриває суті питання. Відсутні математичні викладки, схемні рішення та пояснення.
0	Відповідь відсутня або повністю не відповідає питанню
	<i>Максимальна оцінка студента за письмову відповідь на питання 28 балів (4 питання по 7 балів).</i>

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	ПМК	Тестування за темами ЗМ1	10	Тестування за темами ЗМ1	10
ЗМ 2	Т9	Контрольне завдання №1	14	Контрольне завдання №1	14
	ПМК	Тестування за темами ЗМ2	10	Тестування за темами ЗМ2	10
ЗМ 3	Т11	Контрольне завдання №2	14	Контрольне завдання №2	14
	Т12	Контрольне завдання №3	14	Контрольне завдання №3	14
	ПМК	Тестування за темами ЗМ3	10	Тестування за темами ЗМ3	10
Підсумковий контроль		Екзамен	28	Екзамен	28
Сума			100		100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

9. Засоби навчання

1. Опорний конспект лекцій з дисципліни в електронному варіанті.
2. Методичні вказівки та завдання до виконання контрольних робіт з дисципліни в електронному варіанті.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Електромеханічні перехідні процеси в електроенергетичних системах : електронний конспект лекцій комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / В. В. Тептя, В. В. Кулик. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 183 с.
2. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.– Кременчук, 2001. – 410 с.
3. Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для ВНЗ / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папайка, Л.І. Несен, за ред. Г.Г. Півняка ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 5-те вид., доопрац. та допов. – Дніпро : НГУ, 2016. – 600 с.
4. Електромеханічні перехідні процеси в електроенергетичних системах : електронний конспект лекцій комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / В. В. Тептя, В. В. Кулик. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 183 с.
5. Електромеханічні перехідні процеси в електричних системах : [Навчальний посібник] / О.В. Гай, В.М. Бодунов. – К. : ЦП «Компринт», 2020. – 315 с.
6. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах: Навч. посіб. – К.: Вища шк., 2006. – 367 с.
7. Подимака В.І. Проектування двохімпульсного регулятора частоти суднового дизель-генераторного агрегату. / В.І. Подимака, С.М. Новогрецький. – Миколаїв, НУК, 2007. – 40 с.
8. Подимака В.І. Проектування автоматичного регулятора збудження суднового синхронного генератора. Методичні вказівки. / В.І. Подимака, С.М. Новогрецький. – Миколаїв, НУК, 2007. – 48 с.
9. Подимака В.І. Математичне моделювання перехідних процесів в електроенергетичній системі: навчальний посібник. / В.І. Подимака, С.М. Новогрецький. – Миколаїв, НУК, 2013. – 76 с.

Допоміжна література

1. Синєглазов В. М. Відновлювальна енергетика: навчальний посібник / В. М. Синєглазов, О. А. Зеленков, Ш. І. Аскеров, Б. І. Дмитренко – К.: НАУ, 2015. – 278 с.
2. Регулювання напруги в розподільних електричних мережах з відновлюваними джерелами енергії: монографія / Яндульський О.С., Труніна Г.О., Нестерко А.Б., Настенко Д.В. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. – 184 с.
3. Автоматика проти аварійного управління електроенергетичних систем: Підручник для студентів зі спеціальності електротехніка та електромеханіка/ Є.І. Сокол, Г.А. Сендревич, О.Г. Гриб та ін. – Харків: ФОП Брові О.В., 2020. – 216 с.
4. Лежнюк, П.Д. Проектування електричної частини електричних станцій : навчальний посібник / П. Д. Лежнюк, В. М. Лагутін, В. В. Тептя. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 194 с.
5. Електричне обладнання підстанцій систем електропостачання / А.Ю. Орлович, П.Г.Плешков, О.А. Козловський, О.В. Співак, А.І. Котиш, Т.В. Величко; М-во освіти і науки України, Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2019. – 272 с.

6. Релейний захист генераторів малої та середньої потужності : навчальний посібник / В. М. Лагутін, В. О. Лесько, В. В. Тептя. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 104 с.
7. Автоматизація виробничих процесів видобутку нафти і газу : навч. посіб. / Г. Н. Семенцов, Я. Р. Когуч, М. М. Дранчук, Т. О. Бербець. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2003. - 295 с.
8. Елементи автоматизації суднових електроенергетичних систем: навчальний посібник. / Д. О. Жук, О. К. Жук, В. К. Чекунов, М. О. Козлов, А. М. Носовський. – Миколаїв : НУК, 2023. – 260 с.

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Періодичний науково-практичний журнал «Електротехніка і електромеханіка». ISSN2074–227X [Режим доступу [http: www.kpi.kharkiv.edu/eie/](http://www.kpi.kharkiv.edu/eie/)].
2. Періодичний науково-технічний журнал «Технічна електродинаміка». ISSN1607–7970 [Режим доступу [http: www.techned.org.ua](http://www.techned.org.ua)].
3. Періодичний науково-технічний журнал «Електротехнічні та комп'ютерні системи». ISSN2221–3805 [Режим доступу [http: www.etks.opu.ua](http://www.etks.opu.ua)].