

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ АВТОМАТИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ
Кафедра суднових електроенергетичних систем

ЗАТВЕРДЖЕНО



Проректор з науково-педагогічної роботи

С.О. Слободян

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Системи електропостачання рушійних електроустановок»
Program of the Discipline
Power supply systems for propulsion electrical installations

Галузь знань: G – Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність G3 – Електрична інженерія
Освітня програма – Системи генерування електроенергії та електропостачання

рівень вищої освіти _____ другий магістерський/Master
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни _____ обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова викладання _____ українська
українська/англійська

Миколаїв – 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни „Системи електропостачання рушійних електроустановок», є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G – “Інженерія, виробництво та будівництво», спеціальністю G3 – „Електрична інженерія”. Освітня програма – „Системи генерування електроенергії та електропостачання.”

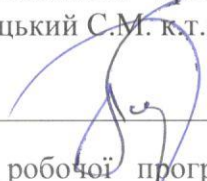
„ 11 ” червня 2025 року - 21 с.

Розробник: Чекунов Володимир Костянтинович, старший викладач кафедри суднових електроенергетичних систем

Розробник:  Чекунов В.К., старший викладач.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системи електропостачання рушійних електроустановок» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Системи генерування електроенергії та електропостачання» Новогрецький С.М. к.т.н., доцент, доцент кафедри СЕЕС.

Гарант  Новогрецький С.М. к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системи електропостачання рушійних електроустановок» розглянуто на засіданні кафедри СЕЕС

Протокол № 11 від « 17 » червня 2025 р.

В.о. завідувача кафедри СЕЕС  А.В.Обрубов

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системи електропостачання рушійних електроустановок» розглянуто методичною радою навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 6 від «18» червня 2025 р.

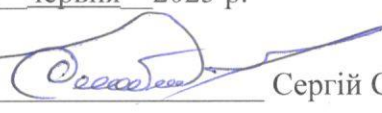
Голова МР ННІАЕ  Д.О. Жук

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системи електропостачання рушійних електроустановок» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  А.В.Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Системи електропостачання рушійних електроустановок» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 6 від « 25 » червня 2025 р.

Голова НМР НУК  Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета та завдання навчальної дисципліни	6
3. Програма навчальної дисципліни.....	5
4. Структура навчальної дисципліни	6
5. Теми лабораторних занять	8
6. Самостійна робота.....	9
7. Індивідуальні завдання	10
8. Методи контролю.....	11
9. Розподіл балів, які отримують студенти.....	12
9.1. Розподіл балів навчальних тем дисципліни	12
9.2. Шкала оцінювання: національна та ECTS	12
9.3. Критерії підсумкової оцінки та система рейтингових балів	12
10. Методичне забезпечення	14
11. Рекомендована література	14
12. Інформаційні ресурси.....	15
13. Додаток	16

ВСТУП

Анотація

Системи електропостачання рушійних електроустановок являють собою автономні комплекси, електропостачання яких істотно відрізняється від електропостачання промислових підприємств. Робота виконавчих двигунів впливає на роботу джерел електроенергії (головних генераторів) і первинних двигунів. Одночасно з електроживленням гребних електродвигунів головні генератори забезпечують живлення загальсуднових споживачів. Це накладає додаткові обмеження на системи керування електропостачанням.

Курс "Системи електропостачання рушійних електроустановок" є обов'язковою дисципліною при підготовці студентів другого рівня вищої освіти (магістерський).

Вивчення дисципліни має на меті засвоєння основних методів дослідження в області живлення автономних систем, а також в області розробки і аналізу систем електропостачання та призначена для студентів, які використовують їх у своїй галузі техніки.

Ключові слова: рушійні електроустановки; головні генератори; електропостачання; виконавчі двигуни; система керування.

Abstract

Power supply systems of propulsion electrical installations are autonomous complexes, the power supply of which is significantly different from the power supply of industrial enterprises. The operation of executive engines affects the operation of power sources (main generators) and primary engines. Simultaneously with the power supply of the rowing electric motors, the main generators provide power to the public consumers. This imposes additional restrictions on power management systems.

The course "Power supply systems of propulsion electrical installations" is a mandatory discipline in the preparation of students of the second level of higher education (master's degree).

The study of the discipline is aimed at mastering the main research methods in the field of powering autonomous systems, as well as in the field of development and analysis of power supply systems and is intended for students who use them in their field of technology.

Keywords: propulsion electrical installations; main generators; electricity supply; executive engines; management 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 – 8	Галузь знань: G – Інженерія, виробництво та будівництво	Обов’язкова	
Модулів – 2		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	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання „Аналіз технічних засобів та конструкторських рішень реалізації систем електропостачання рушійних електроустановок”.		2-й	2-й
		Лекції	
		45 год.	10 год.
		Практичні	
		15 год.	8 год.
		Лабораторні	
Загальна кількість годин – 240		15 год.	8 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних –5; самостійної роботи студента – 11	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота	
		165 год.	206 год.
		Індивідуальні завдання: курсний проект	
		90 год.	90 год.
		Вид контролю	
		іспит	іспит
		Форма контролю	
		комбінована	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Системи електропостачання рушійних електроустановок» є оволодіння студентами принципами розробки автономних систем електропостачання, включаючи обґрунтування складу обладнання, проектування системи керування головними машинами та формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

- ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- СК1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- СК6. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- СК10. Здатність керувати проектами і оцінювати їх результати.
- СКс12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення курсу «Системи електропостачання рушійних електроустановок» є дисципліни: теорія електропривода, теорія автоматичного керування, електромеханічні системи генерування струму, електромагнітна сумісність і керування якістю електроенергії в електроенергетичних системах.

4. Очікувані результати навчання

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

- ПРН3. Аналізувати процеси в електроенергетичному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах та системах.
- ПРН5. Проектувати, обслуговувати та модернізувати суднові та автономні електричні станції.
- ПРН11. Володіти методами математичного, комп'ютерного та фізичного моделювання об'єктів та процесів в електроенергетичних та електромеханічних системах.
- ПРН12. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних та електромеханічних системах.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи систем електропостачання

Змістовий модуль 1. Загальні питання теорії рушійних установок.

Тема 1. Терміни і визначення, поняття рушійних установок. Суднові рушії. Первинні двигуни.

Тема 2. Схеми рушійних установок постійного струму. Розрахунок статичних параметрів та характеристик. Захист, сигналізація і блокування. Перехідні процеси в рушійних установках постійного струму.

Змістовий модуль 2. Рушійні установки змінного струму

Тема 3. Схеми рушійних установок. Розрахунок статичних параметрів та характеристик.

Тема 4. Перехідні процеси в системах змінного струму.

Тема 5. Математична модель рушійних установок на базі рівнянь Парка-Горєва.

Змістовий модуль 3. Рушійні установки подвійного струму. Особливі схеми рушійних установок.

Тема 6. Схеми, характеристики та особливості роботи рушійних установок подвійного струму.

Тема 7. Рушійні установки з гвинтом регульованого кроку, з індукційним регулятором, зі здвоєними генераторами.

Тема 8. Рушійні установки з ядерною енергетичною установкою. Особливості сучасних схем.

Модуль 2. ІНДЗ (КР/КП)

4. Структура навчальної дисципліни

	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр.	лаб.	с.р.		лек	пр.	лаб.	с.р.
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Загальні питання рушійних систем										
Тема 1. Вступ. Призначення та типи рушійних установок.	7	2	1	1	3	5	1			4
Тема 2. Опір води й повітря руху судна.	5	2			3	5				5
Тема 3. Механічні характеристики гребного гвинта і ГЕД. Побудова ідеальної механічної характеристики ГЕД	7	2	2		3	8	1	1		6
Тема 4. Розрахунок буксирувальної потужності судна та визначення потужності головних двигунів.	7	2	2		3	8	1	1		6
Тема 5. Вибір основних параметрів і обладнання.	7	2		2	3	7	1			6
Тема 6. Силові напівпровідникові перетворювачі.	5	2			3	5				5
Тема 7. Формування структури головної енергетичної установки.	7	2		2	3	7			2	5
Разом за змістовим модулем 1	45	14	5	5	21	45	4	2	2	37
Змістовий модуль 2. Рушійні системи змінного струму										
Тема 1. Розрахунок параметрів асинхронного і синхронного двигуна при зміні частоти мережі та ковзання ротора.	9	2	2	2	3	9	2	2		5
Тема 2. Розрахунок струму і напруги СГ у статиці.	8	2	2		4	9	2	2		5
Тема 3. Розрахунок намагнічуючої сили, необхідної для форсування збудження. Динамічне гальмування синхронного двигуна.	7	2	2		3	8	1		2	5
Тема 4. Пуск і реверс гребного двигуна змінного струму	7	2		2	3	8	1		2	5
Тема 5. Фізична сутність електромагнітних перехідних процесів у машинах змінного струму. Основні припущення теорії Парка-Горєва	7	2		2	3	5	1			4

Тема 6. Диференціальні рівняння Парка-Горева СМ в абсолютних одиницях.	5	2			3	7	2			5
Тема 7. Диференціальні рівняння Парка-Горева СМ у відносних одиницях	5	2			3	6	1			5
Тема 8. Рівняння Парка-Горева для асинхронних машин	5	2			3	5				5
Тема 9. Рівняння Парка-Горева АМ у відносних одиницях	5	2			3	4				4
Тема 10. Суднове постійне навантаження. Спрощення систем Парка-Горева	5	2			3	4				4
Тема 11. Формування моделі гребної установки.	7	2		2	3	5				5
Тема 12. Захист ГЕУ змінного струму	5	2			3	4				
Разом за змістовим модулем 2	75	24	6	8	37	75	10	4	4	57
Змістовий модуль 3. Гребні електричні установки подвійного струму. Особливі електроенергетичні систем рушійних установок.										
Тема 1. Гребні електричні установки подвійного струму	11	2	2	2	5	11	1	2	2	6
Тема 2. Єдина суднова електроенергетична система з ГЕУ подвійного струму	8	2	2		4	6	1			5
Тема 3. Особливі електроенергетичні систем рушійних установок.	6	2			4	7	1			6
Тема 4. Рушійні системи з ядерною енергетичною установкою.	5	1			4	6	1			5
Разом за змістовим модулем 3	30	7	4	2	17	30	4	2	2	22
Модуль 2 Курсовий проєкт										
Курсовий проєкт	90				90	90				90
Усього годин	240	45	15	15	165	240	18	8	8	206

Теми лекцій змістових модулів

№ з/п	Назва лекції	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вступ. Призначення та типи рушійних установок.	2	1
2	Опір води й повітря руху судна.	2	
3	Механічні характеристики гребного гвинта і ГЕД. Побудова ідеальної механічної характеристики ГЕД	2	

4	Розрахунок буксирувальної потужності судна та визначення потужності головних двигунів.	2	1
5	Вибір основних параметрів і обладнання.	2	
6	Силові напівпровідникові перетворювачі.	2	
7	Формування структури головної енергетичної установки.	2	1
8	Розрахунок параметрів асинхронного і синхронного двигуна при зміні частоти мережі та ковзання ротора.	2	
9	Розрахунок струму і напруги СГ у статиці.	2	1
10	Розрахунок намагнічуючої сили, необхідної для форсування збудження. Динамічне гальмування синхронного двигуна.	2	
11	Пуск і реверс гребного двигуна змінного струму.	2	1
12	Фізична сутність електромагнітних перехідних процесів у машинах змінного струму. Основні припущення теорії Парка-Горєва	2	
13	Диференціальні рівняння Парка-Горєва СМ в абсолютних одиницях.	2	
14	Диференціальні рівняння Парка-Горєва СМ у відносних одиницях	2	
15	Рівняння Парка - Горєва для асинхронних машин	2	1
16	Рівняння Парка - Горєва АМ у відносних одиницях	2	1
17	Суднове постійне навантаження. Спрощення систем Парка-Горєва	2	
18	Формування моделі гребної установки.	2	1
19	Захист ГЕУ змінного струму	2	
20	Гребні електричні установки подвійного струму	2	
21	Єдина суднова електроенергетична система з ГЕУ подвійного струму	2	
22	Особливі електроенергетичні систем рушійних установок.	2	1
23	Рушійні системи з ядерною енергетичною установкою.	1	
	Разом	45	18

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Рушійна установка постійного струму з двохобмотковим генератором	2	
2	Рушійна установка постійного струму з трьохобмотковим збудником	2	2
3	Рушійна установка постійного струму із зміною магнітного потоку гребного двигуна	2	
4	Моделювання рушійної установки постійного струму з трьохобмотковим збудником	2	2
5	Рушійна установка змінного струму з гребним асинхронним двигуном в режимі частотного управління	2	2
6	Моделювання рушійної установки змінного струму	2	
7	Рушійна установка постійно-змінного струму	2	2
8	Аналіз і захист лабораторних робіт	1	
	Разом	15	8

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Розрахунок характеристик гребних гвинтів	1	1
2	Розрахунок ідеальної механічної характеристики ГЕД	1	1
3	Розрахунок перехідних процесів в ГЕУ постійного струму	2	2
4	Параметри асинхронного двигуна при зміні частоти та ковзання.	2	
5	Параметри синхронного двигуна при зміні частоти та ковзання.	2	2
6	Розрахунок струму, напруги та струму збудження синхронного генератора при відомих параметрах.	2	2
7	Розрахунок режимів ГЕУ подвійного роду струму.	1	
8	Моделювання рушійної установки змінного струму	4	
...	Разом	15	8

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **1 год/1 год. занять (2година на 1 лекцію);**
- підготовка до лабораторних робіт – **3-4 год/1 робота;**
- виконання домашньої контрольної роботи, (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – **мінімум 15 годин;**
- підготовка до екзамену/заліку – **(15-30) год.**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	15	36
2	Підготовка до лабораторних робіт	15	25
3	Підготовка до практичних робіт	15	25
4	Виконання курсового проєкту	90	90
5	Підготовка до екзамену	30	30
	Разом	165	206

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Курсовий проєкт. Тема „Проектування систем електропостачання рушійних електроустановок”.

Індивідуальні завдання дозволяють підвищити загальний рівень підготовки студентів та включають більш детальний розгляд методів розрахунку та принципів

схемної будови рушійних установок, більш глибоке вивчення процесів в перехідних та аварійних режимах роботи, принципів організації та вибору елементів системи.

№ з/п	Назва теми етапу курсового проєкту
1	Аналіз технічного завдання, вибір початкових даних (кількість головних машин), розрахункових коефіцієнтів корисної дії і схеми системи.
2	Побудова характеристик рушіїв та ідеальної механічної характеристики виконавчого електродвигуна.
3	Параметри виконавчого двигуна при зміні частоти та ковзання. Електромагнітний момент двигуна.
4	Визначення форсування збудження синхронного генератора при пуску, реверсі та входженні у синхронізм виконавчого двигуна при мінімальній частоті напруги.
5	Розрахунок струму головного кола та напруги синхронного генератора, якій працює при навантаженні виконавчим електродвигуном при відносних частотах напруги $f^* = 1; 0,5 \text{ і } 0,3$.
6	Побудова механічних характеристик виконавчого двигуна при відносних частотах напруги $f^* = 1; 0,5 \text{ і } 0,3$.
7	Реверс гребного двигуна та зміна частоти обертання за допомогою статичного перетворювача частоти напруги живлення.
8	Моделювання роботи системи в перехідних режимах (пуск або реверс).
9	Розрахунок статичного перетворювача частоти: інвертор з ланкою постійного струму.
10	Аналіз отриманих результатів при проєктуванні системи змінного струму.

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

6.1 Засоби навчання

- Діючі моделі в лабораторії (електричних машин, механізмів, апаратів та ін.);
- Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі;
- Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання);
- Інтернет-опитування, віртуальні лабораторії для створення моделювання та ін.);
- Інформаційно-комунікаційні системи;
- Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова література тощо).

6.2 Методи навчання

Для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

- демонстрування - наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- бесіда - питально-відповідний метод, завдання якого - спонукати здобувачів до актуалізації відомих і засвоєння нових знань шляхом самостійних роздумів, висновків і узагальнень;

для лабораторних занять:

- лабораторна робота - вивчення в спеціальних умовах характеристик і параметрів за допомогою спеціального обладнання;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- контрольні роботи, тести, письмові заліки;
- лабораторний контроль.

Альтернативно може застосовуватися наступна класифікація методів навчання:

- частково-пошуковий - метод, за якого певні елементи знань повідомляє викладач, а частину здобувачі здобувають самостійно, відповідаючи на поставлені запитання чи розв'язуючи проблемні завдання;

- дослідницький - творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

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 іспиту. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під виконання завдань лабораторних 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

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 21 бал (7 робіт по 3 бала).

Практична робота	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
1	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 21 балів (7 робіт по 3 бала = 20 балів)

Виконання курсового проєкту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
<i>Пояснювальна записка</i>	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		розробленості проблеми дослідження; наявності посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватності обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявності чітко сформульованої проблеми; адекватності формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявності посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватності обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	15	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями.
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість.
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Студент неупорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	Студент неупорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	Студент неупорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Тестування	2х9 балів = 18 балів	3х8 балів = 24 балів
Виконання лабораторних робіт	7х3 бала = 21 бал	5х5 балів = 25 балів
Виконання практичних робіт	7х3 бала = 21 бал	11 балів
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Т1-Т7	Лабораторна робота№1-2	6	Лабораторна робота№1-2	9
		Практична робота №1-2	6	Практична робота №1-2	6
		Тестування	9	Тестування	9
ЗМ2	Т1-12	Лабораторна роботаN3-6	12	Лабораторна робота№3	9
		Практична робота №3-5	9	Практична робота №3	9
		Тестування	9	Тестування	9
ЗМ3	Т1-Т4	Лабораторна робота№7	3	Лабораторна робота №4	3
		Практична робота №6-7	6	Практична робота №4	6
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

Критерії оцінювання екзамену

Екзамен проводиться згідно з білетами.

Склад одного білета: 3 теоретичних питання та 1 практичне завдання

Бали за відповідь на 1 питання білета	Критерій оцінювання
10	Студент вільно володіє матеріалом, знає будову та принцип роботи типових систем цифрового та дискретного керування устаткуванням, вміє провести вибір та розрахунки елементів, скласти функціональну та принципову схеми, блок-схеми алгоритмів та фрагменти програм керування
8	студент знає принцип роботи типових систем керування, орієнтується у конструкції їх елементів, вміє провести розрахунки елементів, скласти функціональну та принципову схеми системи керування, блок-схеми алгоритмів її роботи
5	студент має уявлення про принципи роботи найбільш розповсюджених цифрових та дискретних систем керування устаткуванням, орієнтується в конструкції елементів систем керування, вміє скласти функціональну схему, вибрати склад обладнання для заданої системи керування
0	студент має знання та вміння нижче визначеного рівня

Виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

9.

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики
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

Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби, а саме: комп'ютери та наочні матеріали.

При виконанні курсового проєкта студенти використовують комп'ютери та отримують навички ефективного використання сучасних систем автоматизованого проєктування, що має забезпечити вивчення роботи пристроїв систем електропостачання рушійних електроустановок.

Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі перевірки навичок і вмій роботи з необхідним спеціалізованим програмним забезпеченням.

Як наочний матеріал на лекціях і лабораторних заняттях використовуються конспект лекцій з дисципліни «Системи електропостачання рушійних електроустановок».

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Чекунов В.К. Проектування гребних електричних установок змінного струму. Навчальний посібник – Миколаїв: НУК, 2013 – 111 с.
2. Чекунов В.К., Новогрецький С.М., Костюченко В.І. Електроенергетичні системи рушійних установок: навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2025.

3. Чекунов В.К., Новогрецький С.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Гребні електричні установки. – Миколаїв:НУК, 2009. – 48 с.

4. Кутковецький В.Я. Гребні електричні установки: Навчальний посібник.- Частина 1 – Миколаїв: УДМТУ, 1998. – 60 с.

5. Bose B. K., Power electronics and motor drives - advances and trends, Elsevier, 2006 . – 917 p.

Допоміжна література

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсів «Суднове високовольтне електрообладнання, автоматизовані гребні електричні установки» та «Система електропостачання рушійних електроустановок» / В. К. Чекунов, С. М. Новогрецький, С. Ю. Александровський, С. І. Бандура. – Миколаїв : НУК, 2025. – 63 с.

2. Правила класифікації та побудови морських суден. Том 4. Частина XI. Електричне обладнання. / Регістр судноплавства України, 2012 – 132 с.

Інформаційні ресурси

1. Періодичний науково-практичний журнал „Електротехніка і електро-механіка”. ISSN2074–227X(<http://www.kpi.kharkiv.edu/eie/>).

2. Періодичний науково-технічний журнал „Технічна електродинаміка”.ISSN1607–7970(<http://www.techned.org.ua>).

3. Періодичний науково-технічний журнал „Електротехнічні та комп’ютерні системи”. ISSN2221–3805(www.etks.opu.ua).

ПИТАННЯ ДЛЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Змістовий модуль 1. Загальні питання теорії рушійних установок. Рушійні установки постійного струму

1. Суднові рушії: водометні, лопатеві (гребні колеса, крильчасті, гребні гвинти).
2. Опір навколишнього середовища руху судна.
3. Робочі характеристики гребного гвинта: нереверсивні і реверсивні.
4. Первинні джерела енергії на судні: дизель, парова і газова турбіни, атомні енергетичні установки.
5. Особливості гребного двигуна. Вимоги до електричних машин ГЕУ.
6. Вибір роду струму, напруги і частоти. Недоліки і переваги ГЕУ.
7. Об'єднані суднові електроенергетичні системи. Форми об'єднання.
8. Розміщення устаткування ГЕУ на судні. Пост керування ГЕУ.
9. Структурні схеми головного струму.
10. Перемикачі головного кола. Таблиця замикання контактів.
11. Ідеальна і реальна механічні характеристики ГЕД.
12. ГЕУ з трьохобмотковим генератором.
13. ГЕУ з трьохобмотковим збудником.
14. Схеми збудження ГЕД.
15. Опори кола обмотки збудження: регульовальні, установчі, розрядні.
16. Розрахунок потужності збудників. Вибір збудників.
17. Побудова статичних характеристик ГЕУ.
18. Розрахунок механічних характеристик ГЕД.
19. ГЕУ незмінного струму.
20. ГЕУ незмінної напруги.
21. Захист ГЕУ: види, вимоги. Схеми захисту.
22. Сигналізація і блокування.
23. Перехідні процеси в ГЕУ: загальні положення.
24. Пуск ГЕД.
25. Реверс ГЕД (характеристики).
26. Математичний опис перехідних процесів.

Змістовий модуль 2. Рушійні установки змінного струму

1. Структурні схеми головного струму (змінного струму)
2. Часткові режими ГЕУ змінного струму.
3. Розрахунок параметрів АД при зміні частоти мережі і ковзання ротора.
4. Розрахунок параметрів синхронного двигуна при зміні частоти мережі і ковзання ротора.
5. Розрахунок струму і напруги СГ у сталому режимі (метод Касьянова).
6. Розрахунок сили, що намагнічує, необхідної для форсування збудження СГ у режимі пуску і реверса ГЕД.

7. Динамічне гальмування синхронного ГЕД.
8. Вплив частоти на умови синхронізації ГЕД.
9. Обмінні коливання потужності між СГ.
10. Пуск ГЕД змінного струму.
11. Реверс ГЕД змінного струму.
12. Основні допущення теорії Парка – Горєва. Вектор, що зображує.
13. Рівняння Парка – Горєва для СМ в абсолютних одиницях.
14. Електромагнітний момент і потужність СМ.
15. Базисні величини СМ.
16. Рівняння Парка – Горєва для СМ у відносних одиницях.
17. Рівняння Парка – Горєва для АМ у абсолютних одиницях.
18. Рівняння Парка – Горєва для АМ у відносних одиницях.
19. Суднове постійне навантаження.
20. Спрощенні рівняння Парка – Горєва.
21. Максимальний струмовий захист ГЕУ змінного струму.
22. Диференціальний захист ГЕУ змінного струму.
23. Захист ГЕУ змінного струму від умикання фази статора й обмотки збудження на землю.
24. Захист синхронного ГЕД від випадання із синхронізму.
25. ГЕУ з перетворювачем частоти і АД.

Змістовий модуль 3. Рушійні установки подвійного струму. Особливі схеми рушійних установок

1. Особливості ГЕУ подвійного струму.
2. ГЕУ з некерованими випрямлячами.
3. ГЕУ з керованими випрямлячами.
4. Моделювання ГЕУ подвійного струму з об'єднаною судновою електроенергетичною мережею.
5. Моделювання ГЕУ подвійного струму з використанням рівнянь Парка – Горєва.
6. Побудова навантажувальної і зовнішньої характеристик СГ.
7. Вплив вищих гармонік на роботу суднового електроустаткування.
8. Захист ГЕУ з напівпровідниковими перетворювачами.
9. ГЕУ з гвинтом регульованого кроку.
10. ГЕУ з індукційним регулятором.
11. ГЕУ зі здвоєними СГ.
12. ГЕУ з акумуляторами.
13. Рушійні системи з ядерною енергетичною установкою.
14. Особливості сучасних схем.