

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехнічних систем



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Електроенергетичні системи»

спеціальності **141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Львів 2023

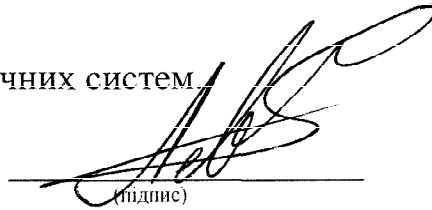
Робоча програма навчальної дисципліни “Електроенергетичні системи” для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОП “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» зі спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Розробник: Гудим В. І., д. т. н., професор, Гошко М.О., к. т. н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри Електротехнічних систем.

Протокол №1 від 30.08. 2023 року.

Завідувач кафедри електротехнічних систем



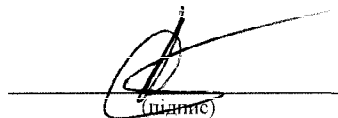
(підпис)

(Калахан О.С.)
(прізвище та ініціали)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій

Протокол №1 від 30.08. 2023 року.

Голова методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій.



(підпис)

(Ковалишин С.Й.)
(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

(шифр і назва)

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва)

Характеристика навчальної дисципліни:

Обов'язкова

Кількість кредитів - 8

Загальна кількість годин – 240

Вид контролю: іспит

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 4

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 76.5

для заочної форми навчання – 9.75.

2 Програма навчальної дисципліни (лекції)

Тема 1. Зміна продуктивності парогенераторів електростанцій

- 1.1 Межі зміни продуктивності потужних парогенераторів.
- 1.2 Регулювання тиску і температури пари в парогенераторі.
- 1.3 Перехідні процеси, які мають місце в парогенераторах.

Тема 2. Зміни навантаження турбін електростанцій

- 2.1 Причини зміни частоти в електроенергетичних системах та їх наслідки.
 - 2.2 Динамічні властивості парових турбоагрегатів.
- Характеристики блоків з гідравлічними турбінами.

Тема 3. Регулювання збудження синхронних генераторів

Параметри, які визначають реакцію системи збудження при сильних збуреннях в роботі генераторів.

Тема 4. Електричні наслідки коливань роторів генераторів

- 4.1 Поняття еквівалентного реактивного опору генератора.
- 4.2 Характеристика потужності найпростішої схеми передачі потужності.
- 4.3 Механічні та електричні перехідні процеси в генераторах.
- 4.4 Синхронізуюча потужність в генераторі, приєднаному до шин електроенергетичної системи нескінченної потужності.
- 4.5 Синхронізуюча потужність між генераторами різних електростанцій.
- 4.6 Вільні коливання роторів генераторів.
- 4.7 Причини виникнення вимушених коливань роторів синхронних генераторів.
- 4.8 Поняття еквівалентного реактивного опору генератора.
- 4.9 Вплив демпферних обмоток на коливання роторів генераторів.

Тема 5. Основи обчислень перехідних режимів в електроенергетичних системах

- 5.1 Заступі схеми генераторів, трансформаторів і ліній.
- 5.2 Приймачі електричної енергії та їх характеристики.
- 5.3 Заміна систем з кількома генераторами на систему з одним генератором.
- 5.4 Магістральні схеми з двома генераторами.
- 5.5 Метод рівних площин для аналізу статичної стійкості системи передачі електричної енергії.

Тема 6. Аналіз статичної рівноваги в енергетичній системі

- 6.1 Поняття про статичну рівновагу синхронних генераторів.
- 6.2 Метод першого наближення Ляпунова для аналіз статичної рівноваги синхронних генераторів електропередачі.
- 6.3 Статична рівновага генератора приєданого до електроенергетичної системи нескінченної потужності.
- 6.3 Малі зміни навантаження синхронного генератора.
- 6.4 Дослідження стійкості електропередачі методом малих відхилень.
- 6.5 Статична рівновага системи електропередачі з одним генератором.
- 6.6 Запас статичної рівноваги. Статична рівновага системи електропередачі з двома генераторами.

Тема 7. Динамічна рівновага в енергетичній системі

7.1 Динамічне порушення рівноваги паралельної роботи генератора приєднаного до електроенергетичної системи.

7.2 Зміна реактивного опору в системі з одним генератором.

7.3 Вплив короткого замикання на рівновагу в системі з одним генератором.

7.4 Вплив короткого замикання на рівновагу в системі з двома генераторами.

7.5 Методи забезпечення рівноваги паралельної роботи генераторів з електроенергетичною системою.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усь го	У тому числі					Усь ого	У тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	ла б	ін д	ср	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 1	25	7	7			11	25	2	2			21
Тема 2	25	7	7			11	25					25
Тема 3	20	7	7			6	20	2	2			16
Тема 4	20	7	7			6	20	2	2			16
Разом за 1-й семестр	90	28	28			34	90	6	6			78
Тема 5	30	8	8			14	30	2	2			26
Тема 6	30	8	8			14	30	2	2			26
Тема 7	30	8	8			14	30	2	2			26
екзамен	30					30	30					30
КР	30				30		30				30	
Разом за 2-й семестр	150	24	24		30	72	150	6	6		30	108
Усього годин	240	52	52		30	106	240	12	12		30	216

4. Перелік лабораторно-практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кіл-сть годин
		денна
Рік підготовки 1 Семестр 1		
	Зміна продуктивності парогенераторів електростанцій.	6
2	Зміни навантаження турбін електростанцій.	6
3	Регулювання збудження синхронних генераторів	8
4	Електричні наслідки коливань роторів генераторів	8
	Усього за I семестр	28

5	Основи обчислень перехідних режимів в електроенергетичних системах	6
6	Аналіз статичної рівноваги в енергетичній системі	8
7	Динамічна рівновага в енергетичній системі	6
	Разом за II семестр	20
	Разом	48

5. Теми винесені на самостійне вивчення навчальної дисципліни

№ з/п	Назва теми	Примітка
1	Принципи роботи парогенераторів та їх основні параметри	
2	Будова та особливості роботи парових турбін	
3.	Типи та особливості роботи гідравлічних турбін	
4	Синхронні електричні машини	
5	Системи збудження синхронних електричних машин	
6	Синхронні, перехідні та надперехідні реактивні опори синхронних генераторів	
7	Заступні схеми та параметри елементів заступних схем повітряних ліній	
8	Характеристика потужності електропередачі з одним генератором	
9	Рівняння руху завантаженого генератора	
10	Розв'язання диференційного рівняння	
11	Аналіз статичної стійкості електропередачі	
12	Практичні критерії стійкості роботи електропередачі	
13	Поняття про динамічну стійкість електропередачі	
14	Способи забезпечення стійкості роботи електропередачі	

6. Методи навчання

- Словесні методи (розповідь, пояснення, бесіда, лекція.)
- Наочні методи
 - ілюстрація (презентації, таблиці, моделі, муляжі, малюнки тощо),
 - демонстрування засобу демонстрування: навчальна телепередача або кіно-відеофільм чи його фрагмент; діюча модель, дослід; експеримент, спостереження та досліді в лабораторних умовах тощо,
- Практичні методи: практичні та самостійні роботи.

7. Методи контролю

- Усне опитування (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей студентів).
- Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка (рішення задач і прикладів, виконання креслень, схем, підготовка різних відповідей, рефератів, контрольні роботи (з конкретних питань тощо).

3. Практична перевірка (розробка документації, виконання практичної роботи, аналіз виробничої інформації, рішення професійних завдань і т. д.

4. Стандартизований контроль (письмовий іспит).

Види контролю: Поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

8 Результати навчання

У результаті засвоєння окремих тем із дисципліни «Електроенергетичні системи» здобувачі набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Індекс в матриці ОП	Програмні компоненти
ІК	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або в процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів прикладної фізики та інженерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
ЗК02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК06	Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
ЗК11	Здатність формувати команду фахівців.
ФК03	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.
ФК04	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
ФК07	Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.
ІР01	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.
ІР02	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.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Рік підготовки 1 Семестр 1

Поточне тестування та самостійна робота (разом 100 балів)				Підсумковий тест	Сума
T1	T2	T3	T4		
25	25	25	25		100

Рік підготовки 1 Семестр 2

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)			Підсумковий тест	Сума
T5	T6	T7	іспит	
20	15	15	50	100

T1, T2 ... T7 – теми

10. Методичне забезпечення

Гошко М.О. Електроенергетичні системи: методичні вказівки до 7-ох лабораторних робіт із дисципліни "Електроенергетичні системи" для студентів денної та заочної форм навчання для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОП "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" зі спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка". Дубляни : Видавн. центр ЛНУП, 2022. 108 с

11. Рекомендована література

Базова

1. Букович Н. В. Розрахунок струмів короткого замикання електроенергетичних систем. Львів: Видавництво при Львівському університеті, 1988. 248 с.
2. Мартиненко І.І. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК: навч. посіб. Київ : Видавництво Аграрна освіта, 2008. 330 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси, книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, наукових, науково-технічних та інших бібліотек України.
2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет з переліком сайтів:
 - 2.1 [http:// http://rza.org.ua/](http://http://rza.org.ua/)
 - 2.2 <http://aprolex.by/literatura/knigi-po-relejnoj-zashhite-i-avtomatike.html>