

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
Кафедра інженерії енергосистем



“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор ННІ ЕАЕ
Віктор КАПЛІУН
2024 р.

“СХВАЛЕНО”
на засіданні
кафедри інженерії енергосистем
Протокол № 5 від “ 21 ” 05 2024 р.
Завідувач кафедри
Євгеній АНТИПОВ

“РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОП ОС Бакалавр,
електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка, доцент
Олександр СИНЯВСЬКИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ І СИСТЕМИ”
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва напряму підготовки)

освітня програма 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження
(назва ННІ)

Розробник: к.т.н., доцент А.В. Петренко

КИЇВ – 2024

Опис навчальної дисципліни

“ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ І СИСТЕМИ”

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Бакалавр	
Спеціальність	141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітня програма	141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов’язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ЄКТС	4,0	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	Екзамен - 7	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Лекційні заняття	30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	- год.	год.
Лабораторні заняття	15 год.	год.
Самостійна робота	75 год.	год.
Індивідуальні завдання	- год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Основна **мета** навчальної дисципліни “Електричні мережі і системи” полягає у вивченні взаємозалежностей та процесів у мережах різних номінальних напруг, виборі економічних та надійних схем мереж, раціональної системи напруг, економічних перерізів проводів та жил кабелів у лініях електропередавання, кількості і потужності трансформаторів для надійного та економічного функціонування енергетичних систем.

Завдання вивчення навчальної дисципліни:

Ознайомитися із відомостями про електричні системи та мережі. Вивчити основні елементи ліній електропередавання. Навчитися розраховувати параметри схем заміщення та параметри режимів електричних систем та мереж. Навчитися визначати втрати потужності та електричної енергії в лініях і трансформаторах. Навчитися вибирати параметри основних елементів електричних систем та мереж. Навчитися вибирати перерізи проводів і жил кабелів з використанням методів дискретної математики. Вивчити районні електричні мережі та особливості розрахунку їх режимів роботи. Оволодіти методами перетворення складнозамкнутих електричних мереж.

Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця. Дана дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують фахівця в області електричних мереж і систем.

Інтегровані вимоги до знань та вмінь з навчальної дисципліни. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

Знати:

- Терміни і визначення; Класифікацію електричних мереж;
- Вимоги до електричних мереж; Будову повітряних та кабельних ліній;
- Режими роботи нейтралей в електричних мережах; Схеми електричних мереж;
- Параметри схем заміщення та режимів електричних систем та мереж;
- Методи вибору параметрів основних елементів електричних систем та мереж;
- Особливості розрахунку режиму районних електричних мереж;
- Методи перетворення складнозамкнутих електричних мереж.

Вміти:

- Розраховувати параметри схем заміщення та параметри режимів електричних систем та мереж;
- Визначати втрати потужності та електричної енергії в лініях електропередавання;
- Визначати спад і втрату напруги в елементах електричної мережі;
- Вибирати переріз проводів і жил кабелів в електричних мережах напругою до і більше 1 кВ;
- Вибирати номінальну напругу та конфігурацію схем районної електричної мережі;
- Вибирати потужність та кількість трансформаторів на підстанції;
- Проводити розрахунки режимів роботи електричних мереж з двобічним живленням.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК). 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 теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов

Загальні компетентності (ЗК): ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК): СК4. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН02. 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.

ПРН18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми здобуття вищої освіти.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Лекція 1. Загальні відомості про електричні мережі. Загальні відомості по електричні системи та мережі. Терміни та визначення. Класифікація електричних мереж. Класифікація споживачів електричної енергії та вимоги до них.

Лекція 2. Основні елементи ліній електропередавання. Кабельні лінії. Класифікація, використання. Основні елементи повітряних ліній. Конструкції опор, проводів, маркування. Режими роботи нейтралей в електричних мережах.

Лекція 3. Розрахунки параметрів схем заміщення та параметрів режимів електричних систем та мереж Розрахунки параметрів схем заміщення та параметрів режимів електричних систем та мереж. Параметри схем заміщення повітряних та кабельних ліній електропередавання. Схеми заміщення ліній електропередавання. Параметри та схеми заміщення трансформаторів

Лекція 4. Втрати потужності та електричної енергії в лініях і трансформаторах Втрати потужності та електричної енергії в лініях електропередавання і трансформаторах. Втрати потужності та електричної енергії у трансформатора. Способи зображення комплексних навантажень на розрахункових схемах. Розрахунок режиму напруги в лінії напругою до 35 кВ включно з декількома навантаженнями.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Лекція 5. Вибір параметрів основних елементів електричних систем та мереж Вибір перерізів проводів і жил кабелів в електричних мережах напругою більше 1000 В. Вибір перерізів проводів і жил кабелів в електричних мережах напругою до 1000 В. Визначення перерізу проводу у випадку його постійності вздовж лінії. Визначення перерізів проводів за умови мінімальних витрат провідникового матеріалу. Визначення перерізів проводів за умови мінімуму втрат потужності.

Лекція 6. Вибір перерізів проводів і жил кабелів з використанням методів дискретної математики Врахування технічних обмежень під час вибору перерізів проводів і жил кабелів. Перевірка перерізів проводів і жил кабелів за нагрівом. Перевірка перерізів проводів і жил кабелів з урахуванням характеристик захисних апаратів. Врахування інших технічних обмежень. Особливості застосування кабелів з ізоляцією зі зшитого поліетилену. Вибір перерізу жил кабелів з ізоляцією зі зшитого поліетилену. Вибір перерізу екранів кабелів з ізоляцією зі зшитого поліетилену

Лекція 7. Районні електричні мережі та особливості розрахунку їх режимів роботи

Вибір номінальної напруги та конфігурації схеми районної електричної мережі. Вибір потужності трансформаторів на підстанції та розрахунок попереднього поточкорозподілу. Вибір кількості кіл і перерізів проводів. Розрахунок режимів роботи електричних мереж з двобічним живленням. Окремі випадки розрахунку електричних мереж з двобічним живленням. Однорідна електрична мережа з постійним перерізом проводів.

Лекція 8. Метод перетворення складнозамкнутих електричних мереж

Еквівалентування паралельних ліній. Перенесення навантажень на кінці ділянок мережі. Заміна декількох джерел живлення одним еквівалентним. Перетворення трикутника в еквівалентну зірку та зірки в еквівалентний трикутник. Метод контурних рівнянь. Метод накладання. Метод вузлових потенціалів.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1.												
Тема 1. Загальні відомості про електричні мережі	2	2										
Тема 2. Основні елементи ліній електропередавання	21	4		2		15						
Тема 3. Розрахунки параметрів схем заміщення та параметрів режимів електричних систем та мереж	21	4		2		15						
Тема 4. Втрати потужності та електричної енергії в лініях і трансформаторах	21	4		2		15						
Разом за змістовим модулем 1	65	14		6		45						
Змістовий модуль 2.												
Тема 5. Вибір параметрів основних елементів електричних систем та мереж	6	4		2								
Тема 6. Вибір перерізів проводів і жил кабелів з використанням методів дискретної математики	21	4		2		15						
Тема 7. Районні електричні	7	4		3								

мережі та особливості розрахунку їх режимів роботи												
Тема 8. Метод перетворення складнозамкнутих електричних мереж	21	4		2		15						
Разом за змістовим модулем 2	55	16		9		30						
Разом годин	120	30		15		75						

3. Теми лабораторних занять

№ п/п	НАЗВА ТЕМИ	Обсяг навчальних занять (год.)
		Лаб.роб.
7 семестр		
Лабораторні роботи		
Модуль 1		
1	Вимірювання показників якості електричної енергії з використанням персонального комп'ютера	2
2	Вимірювання параметрів встановленого режиму роботи трансформатора	2
3	Вимірювання параметрів встановленого режиму роботи лінії електропередавання	3
Модуль 2		
4	Вимірювання параметрів встановленого режиму роботи розімкнутої розподільної електричної мережі	2
5	Вплив компенсації реактивної потужності з допомогою конденсаторний батареї на параметри встановленого режиму роботи розімкнутої розподільної електричної мережі	2
6	Симетрування несиметричного трифазного навантаження за допомогою несиметричної трифазної конденсаторної установки	4
	Разом	15

4. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Самостійна робота 1. "Застосування пакету Simulink і SimPowerSystems Matlab для моделювання електричних систем і мереж"	15

2	Самостійна робота 2. "Вивчення схем заміщення ліній електропередавання різних класів напруги та методів визначення їх параметрів"	30
Модуль 2		
3	Самостійна робота 3. "Вивчення схеми заміщення трансформаторів та методів визначення їх параметрів"	15
4	Самостійна робота 4. "Визначення втрат потужності та напруги в лініях електропередачі складних систем електропостачання"	15
Разом		75

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести.

6. Методи навчання

I група методів - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Словесні</i>	<i>Наочні</i>	<i>Лабораторні</i>
• лекція • розповідь-пояснення • бесіда	• ілюстрація • демонстрація	• лабораторні роботи
<i>Індуктивні методи</i>		<i>Дедуктивні методи</i>
узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів та моделювання на основі розрахункових даних		аналіз навчального матеріалу, результатів лабораторних робіт з метою виявлення нових даних, висновків
<i>Репродуктивні методи</i>		<i>Творчі, проблемно-пошукові методи</i>
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами		самостійна робота студентів, творча пізнавальна діяльність

II група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

<i>методи стимулювання інтересу до навчання</i>	<i>методи стимулювання обов'язку й відповідальності</i>
• створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу • навчальні дискусії • аналіз практичних ситуацій	• роз'яснення мети навчального предмета • вимоги до вивчення предмета (дисциплінарні, організаційно-педагогічні) • заохочення та покарання в навчанні

III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності.

8. Методи оцінювання

Видами контролю знань студентів є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять для перевірки рівня підготовленості до заняття.

Контроль знань із змістового модуля 1 здійснюється за результатами роботи на лабораторних заняттях та результатами тестового контролю. Змістовий модуль 2 оцінюється за результатами виконання та захисту лабораторних робіт і тестового контролю.

Підсумковий контроль знань (атестація) здійснюється на екзамені.

9. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

10. Навчально-методичне забезпечення

1. Зорін В.В., Штогрин Є.А., Буйний Р.О. Електричні мережі та системи (окремі розділи): навчальний посібник для студентів вищ. техн. навч. закл. - Ніжин: ТОВ "Видавництво "Аспект-Поліграф", 2011. – 248 с.: іл.

2. Електричні мережі та системи: Підручник / М.С.Сегеда. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – 488 с.

3. Електричні мережі та системи: Підручн. / В.М.Сулейманов, Т.Л. Кацадзе. – Київ: НТУУ «КПІ», 2008. – 456 с

4. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни "Електричні мережі і системи" спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Петренко А.В., Федорченко П.С. // К.: НУБіП України, 2023. – 135 с.

5. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни "Електричні системи та мережі" / А.В.Петренко, О.В.Гай, В.А.Костюк // К.: ЦП "Компринт", 2014. – 58 с.

6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Електричні мережі» для студентів електроенергетичних спеціальностей / Остапчук Ж.І., Головатюк М.О., Кулик В.В., Тептя В.В. // ВНТУ, 2004. – 73.

7. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Електричні системи та мережі» усіх форм навчання / Байша О.І. // Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 46 с.

11. Рекомендовані джерела інформації

1. Правила улаштування електроустановок. 2017. - 754 с. Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/%D0%9F%D0%A3%D0%95.pdf>
2. Правила охорони електричних мереж. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 4 березня 1997 р. N 209. - 17 стр.
3. НКРЕ Методика обрахування плати за спільне використання технологічних електричних мереж Постанова Національної комісії регулювання електроенергетики України від 12 червня 2008 року N 691 –18 стор.
4. Постанова НКРЕ № 115 від 12.02.2013 Методика розрахунку плати за приєднання електроустановок до електричних мереж. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 28.02.2013 за № 339/22871
5. СОУ НЕК 20.261:2017 Технічна політика ДП НЕК Укренерго у сфері розвитку та експлуатації магістральних та міждержавних електричних мереж. Затверджено та надано чинності наказом ДП "НЕК "Укренерго" №51 від 22.02.2017 р.
6. Правила введення в роботу переоснащених або замінених складових частин об'єктів діючих електричних мереж напругою від 0,38 кВ до 110 (150) кВ. Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1370-11#Text>
7. Регіональні електричні мережі. Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://meregi.com/>
8. Про підприємство з експлуатації електричних мереж "Центральна енергетична компанія". Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://cek.dp.ua/index.php>
9. Закон України "Про електроенергетику". Режим доступу до сервера: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80#Text>