

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кафедра електропостачання ім. проф. В. М. Синькова

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ
енергетики, автоматики і енергозбереження
професор Віктор КАПЛУН

“ _____ ” _____ 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри
електропостачання ім. проф. В.М. Синькова
Протокол № 12 від 14 червня 2023 р.
В.о. завідувача кафедри
доцент Олександр ГАЙ

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП «Інжиніринг електроенергетичних систем
з відновлювальними джерелами»
доцент Світлана МАКАРЕВИЧ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електрична частина станцій і підстанцій

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

(назва факультету)

Розробники: к.т.н., доц. Світлана МАКАРЕВИЧ

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни
Електрична частина станцій і підстанцій
 (назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	180	
Кількість кредитів ECTS	6	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	- (назва)	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2023 (СТ)	
Семестр	3	
Лекційні заняття	30 год.	
Практичні заняття		
Лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	60 год.	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	4 год. 4 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни полягає у формуванні у здобувачів системи теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для професійної діяльності у сфері електричних систем і мереж, електричної частини електростанцій та підстанцій, а також у службах електропостачання промислових підприємств і населених пунктів, з дотриманням вимог щодо надійного та якісного забезпечення споживачів електричною енергією.

Завдання:

- знати будову, конструктивні особливості силового, комутаційного і захисного обладнання станцій і підстанцій;
- уміти вірно визначати основні параметри електричних апаратів, їх характеристик та режими роботи;
- знати енергоефективне застосування апаратів станцій і підстанцій та способи економії електроенергії. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- будову і конструктивні особливості електричних апаратів станцій і підстанцій;
- призначення та характеристики обладнання;
- методики визначення параметрів і характеристик обладнання;
- режими роботи і схеми з'єднання електричної апаратури;
- способи енергоефективного застосування при експлуатації апаратів станцій і підстанцій;

вміти:

- проводити обґрунтування і вибір електричних апаратів станцій і підстанцій;
- проводити аналіз та розрахунок режимів роботи апаратури; користуватись нормативними документами;
- обґрунтовувати електричні схеми з'єднання апаратів станцій і підстанцій..

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.
- *фахові (спеціальні) компетентності (ФК):*
- СК3. 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.
- СК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН01. Знати принципи роботи розподільних регіональних електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та блискавкозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН28. Знати особливості технології виробництва електроенергії на електричних станціях різних типів.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Електричні станції та підстанції. Основне обладнання.

Тема 1. Електроенергетична система та її складові – 2 год

Електроенергетичні системи, їх структура. Перспективи розвитку електроенергетики. Сучасні тенденції розвитку джерел електроенергії та підстанцій. Об'єднані енергосистеми їх структура.

Тема 2. Класифікація споживачів електричної енергії – 2 год

Основні складові системи електропостачання. Характерні риси електроенергетики. Електроприймачі енергії та поділ їх за характером, видом струму, тривалістю роботи та ін.

Тема 3. Види головних схем з'єднань електричних станцій і підстанцій та їх основні елементи – 2 год.

Головні схеми станцій і підстанцій, їх основні елементи. Видача електроенергії ГЕС, АЕС та ТЕС. Умовні графічні позначення елементів електричних станцій і підстанцій.

Тема 4. Вимірювальні трансформатори струму та напруги – 2 год.

Конструктивні, функціональні особливості трансформаторів струму і напруги. Класи точності. Похибки вимірювань. Застосування та роль під час роботи електричних станцій і підстанцій.

Тема 5. Силкові трансформатори – 2 год.

Методи визначення розрахункового навантаження трансформаторів. Основні конструктивні властивості та функції. Визначення кількості та потужності трансформаторів на підстанції. Регулювання напруги.

Тема 6 Автотрансформатори – 2 год.

Однофазні та трифазні триобмоткові автотрансформатори. Прохідна, трансформаторна та електрична потужність. Характерні режими роботи трифазних триобмоткових автотрансформаторів та регулювання напруги.

Тема 7. Режими нейтралі в електричних мережах – 2 год.

Мережі з ізольованою нейтраллю, мережі з резонансно-заземленою (компенсованою) нейтраллю: векторні діаграми струмів та напруги. Компенсація ємнісних струмів. Мережі з ефективно та глухозаземленими нейтралями: галузь використання, умови роботи. Переваги та недоліки.

Змістовий модуль 2. Електричні станції і підстанції. Основне обладнання. Методи розрахунку. Умови вибору обладнання.

Тема 8. Короткі замикання в електричних мережах – 2 год.

Види, причини та наслідки коротких замикань в електричних системах. Електродинамічна та термічна стійкість струмопроводів і апаратів щодо дії струмів к.з.

Тема 9. Методи розрахунку трифазних коротких замикань – 2 год.

Розрахункові величини струмів к.з. Схеми заміщення. Узгодження роботи релейного захисту.

Тема 10. Електродинамічна та термічна стійкість струмопроводів – 2 год.

Електродинамічна взаємодія провідників. Методи обмеження струмів короткого замикання.

Тема 11. Вибір електромеханічного обладнання розподільчих пристроїв підстанції – 2 год.

Види струмопроводів у розподільчих пристроях. Умови вибору шин та ізоляторів

Тема 12. Джерела енергії для живлення головних кіл – 2 год.

Джерела оперативного змінного та випрямленого струму. Пристрої для випрямленого оперативного струму. Споживачі електричних станцій постійного струму.

Тема 13. Вибір високовольтної апаратури електричних станцій і підстанцій – 2 год.

Вибір високовольтних комутаційних апаратів, віддільників, роз'єднувачів та короткозамикачів.

Тема 14. Особливості використання резервних електростанцій – 2 год.

Основні поняття та визначення щодо резервних систем електроживлення (АСЕ).

Вимоги щодо застосування резервних електростанцій. Синхронні генератори АСЕ.

Тема 15. Особливості використання реклоузерів – 2 год. Аналізувати технічні параметри реклоузерів, обґрунтовувати особливості ефективної експлуатації в електричних мережах

- 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	тижні	усього	денна форма				
			у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.
1	2		3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Електричні станції та підстанції. Основне обладнання.							
Тема 1. Електроенергетична система та її складові	1	14	2		2		20
Тема 2. Класифікація споживачів електричної енергії	2	14	2		2		
Тема 3. Види головних схем з'єднань електричних станцій і підстанцій та їх основні елементи	3	24	2		2		20
Тема 4. Вимірювальні трансформатори струму та напруги	4	14	2		2		20
Тема 5. Силові трансформатори	5	14	2		2		
Тема 6. Автотрансформатори	6	4	2		2		
Тема 7. Режими нейтралі в електричних мережах	7	4	2		2		
Разом за змістовим модулем 1		88	14		14		60
Змістовий модуль 2. Змістовий модуль 2. Електричні станції та підстанції. Основне обладнання. Методи розрахунку. Умови вибору обладнання.							
Тема 8. Короткі замикання в електричних мережах		14	2		2		20
Тема 9. Методи розрахунку трифазних коротких замикань		14	2		2		
Тема 10. Електродинамічна та термічна стійкість струмопроводів		14	2		2		20
Тема 11. Вибір електромеханічного обладнання розподільчих пристроїв підстанції		14	2		2		
Тема 12. Джерела енергії для живлення головних кіл		14	2		2		20

Тема 13. Вибір високовольтної апаратури електричних станцій і підстанцій		14	2	2		
Тема 14. Особливості використання автономних електростанцій		6	2	4		
Тема 15. Особливості використання реклоузерів		2	2			
Разом за змістовим модулем 2		92	16	16		60
Усього годин		180	30	30		120

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Лабораторна робота №1. Силкові трансформатори і автотрансформатори. Частина 1	2
2	Лабораторна робота №2. Силкові трансформатори і автотрансформатори. Частина 2	2
3	Лабораторна робота №3. Пристрої трансформаторів та автотрансформаторів, що використовуються для зустрічного регулювання їх напруги	2
4	Лабораторна робота №4. Вимірювальні трансформатори струму та напруги	2
5	Лабораторна робота №5. Вимірювальні трансформатори напруги	2
6	Лабораторна робота №6. Електрична дуга в високовольтних вимикачах	2
7	Лабораторна робота №7. Масляні та вакуумні вимикачі для розподільчих пристроїв напругою 10кВ	2
8	Лабораторна робота № 8. Елегазові вимикачі високої напруги	2
9	Лабораторна робота №9. Приводи елегазових вимикачів Assignment	2
10	Лабораторна робота №10. Вивчення шафи серії КУ-10Ц комплектного розподільчого пристрою	2
11	Лабораторна робота №11. Вимикачі навантаження серії Masterpact NW Schneider Electric	2
12	Лабораторна робота №12. Вивчення принципу роботи статичної системи збудження синхронного генератора	2
13	Лабораторна робота №13. Вивчення принципів паралельної роботи синхронних генераторів	2
14	Лабораторна робота №14. Дослідження та принципи роботи схеми керування автономним дизель – генератором першого ступеня автоматизації	4
Разом		30

6. Теми самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення енергетичної системи магістральних електричних мереж України	10
2	Вивчення графічних зображень обладнання електричних станцій	10
3	Вибір плавких запобіжників і перерізу проводів та кабелів за допустимим нагріванням	10
4	Визначення допустимої втрати напруги за таблицею відхилень напруги	10
5	Розрахунок струмів короткого замикання	10
6	Визначення та вибір розташування трансформаторної підстанції	10
	Разом	60

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Контрольні питання

Питання 1. По забезпеченню надійності електропостачання всі споживачі поділяються на . . . категорій.

Питання 2. Головна схема з'єднання електричної станції або підстанції це:

Питання 3. Схема видачі електричної енергії це:

Питання 4. При виборі схеми електроустановки повинні враховуватись наступні фактори:

Питання 5. Вибір головної схеми з'єднання електростанції чи підстанції вимагає наступного:

Питання 6. Силкові трансформатори і автотрансформатори розподіляються:

Питання 7. По способу охолодження силкові трансформатори і автотрансформатори розподіляються на групи:

Питання 8. Системи охолодження силових трансформаторів і автотрансформаторів:

Питання 9. Параметри силових трансформаторів і автотрансформаторів:

Питання 10. Регулювання напруги трансформаторів і автотрансформаторів виконується

Питання 11. Умови вибору потужності трансформаторів на районних трансформаторних підстанціях (РТП), які живлять сільськогосподарських споживачів:

Питання 12. Режими роботи триобмоткових автотрансформаторів:

Питання 13. Електричні мережі в залежності від режиму роботи нейтралі розподіляються на:

Питання 14. За рівнем напруги електричні мережі з заземленою (ефективно заземленою) нейтраллю виконуються

Питання 15. За рівнем напруги електричні мережі з ізольованою (компенсованою) нейтраллю виконуються

Питання 16. Ємнісний струм в мережах з ізольованою нейтраллю визначається за формулою $I_c =$

Питання 17. Величина потужності дугогасного реактора для компенсації ємнісного струму замикання на землю розраховується як $Q_p =$

Питання 18. При підключенні дугогасного реактора на підстанції в нейтраль силового трансформатора його потужність розраховується за формулою:

Питання 19. Коротким замиканням в електричній мережі називають:

Питання 20. Короткі замикання за симетрією відрізняють

Питання 21. Струми короткого замикання супроводжуються:
термічною дією (перегрів струмопроводів) та динамічними зусиллями між струмопроводами.

Питання 22. Складовими струму короткого замикання є:

Питання 23. Ударний струм короткого замикання це максимальна величина миттєвого значення повного струму, яка настає через . . . сек. після КЗ.

Питання 24. Розрахунки струмів короткого замикання виконуються для:

Питання 25. Допущення при розрахунках струмів КЗ:

Питання 26. Розрахунки струмів КЗ виконуються в наступному порядку:

Питання 27. При розрахунку струмів КЗ в відносних одиницях для визначення приведених опорів використовуються наступні формули:

Питання 28. Трифазний струм КЗ для якої точки КЗ відповідно її номінальної напруги розраховується за формулами $I_{КЗ}^{(3)} =$

Питання 29. В масляних бакових вимикачах гасінню дуги сприяє:

Питання 30. В мало масляних вимикачах гасінню дуги сприяє:

Питання 31. В повітряних вимикачах гасінню дуги сприяє:

Питання 32. В електромагнітних вимикачах гасінню дуги сприяє:

Питання 33. Вакуумні вимикачі використовуються для відключення струмів

Питання 34. Елегазові вимикачі використовуються для відключення струмів

Питання 35. Високовольтні вимикачі вибираються по . . . та перевіряються на

Питання 36. Плавкі запобіжники вибираються по:

Питання 37. Роз'єднувачі та віддільники:

Питання 38. Короткозамикачі :

Питання 39. Способами обмеження струмів КЗ є:

Питання 40. Струмообмежуючі реактори:

Питання 41. Переріз шин:

Питання 42. Величина найбільшого робочого струму для вибору шин визначається згідно найбільш потужного трансформатора за формулою:

Питання 43. Опорні ізолятори:

Питання 44. Способами вмикання вимірювальних трансформаторів в контрольоване коло є

Питання 45. Первинні обмотки трансформаторів струму в вимірювальне коло вмикаються

Питання 46. Вимірювальні прилади приєднуються до вторинних обмоток трансформаторів струму

Питання 47. Коефіцієнт трансформації та похибка по струму трансформаторів струму визначаються як:

Питання 48. Класи точності трансформаторів струму :

Питання 49. Трансформатори струму перевіряються по:

Питання 50. Переріз проводів приєднання приладів до трансформаторів струму вибираються за формулами:

Питання 51. Коефіцієнт трансформації та похибка вимірювання трансформаторів напруги визначаються як:

Питання 52. Первинні обмотки трансформаторів напруги в вимірювальне коло вмикаються

Питання 53. Вимірювальні прилади приєднуються до вторинних обмоток трансформаторів напруги

Питання 54. Класи точності трансформаторів напруги:

Питання 55. По конструкції трансформатори напруги розрізняються:

Питання 56. Трансформатори напруги:

Питання 57. Обмежувачі перенапруги використовуються для захисту обладнання електричних станцій і підстанцій від перенапруг.

Питання 58. Вибір ОПН здійснюється по:

Питання 59. В якості джерел оперативного струму на електростанціях і підстанціях використовують . . .

Питання 60. Джерелами змінного оперативного струму є:

8. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форми контролю

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи R НР	Рейтинг з додаткової роботи R ДР	Рейтинг штрафний R ШТР	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	Зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.
4. Лабораторні установки з електричної частини станцій і підстанцій.
5. Інтернет-ресурси.

11. Рекомендована література

Основна

1. Електрична частина станцій і підстанцій: Навч. посібник / Макаревич С.С., Петренко А.В., Мартинюк Л.В., Скрипник А.М.. - К.: ВІЦ НУБІП України, 2026. - 254 с.

2. Макаревич С.С. Методичні вказівки щодо завдання та виконання лабораторних робіт з дисципліни "Електрична частина станцій і підстанцій" / С.С. Макаревич, А.О. Омельчук А.М. Скрипник // К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. – 65 с.

3. Електрична частина станцій та підстанцій аеропортів: підручник / В. Д. Козлов, В. П. Захарченко, О. М. Тачиніна; за заг. ред. В. Д. Козлова.– К. : НАУ, 2018. – 312 с.

4. Електричні апарати станцій і підстанцій: навч. посіб. з дисципліни "Електричні апарати станцій і підстанцій" для спец. "141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / Макаревич С. С., Петренко А. В., Скрипник А. М. - Київ : КОМПРИНТ, 2018. - 250 с.

Додаткова

1. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ. 7-ме видання, перероблене та доповнене. – К.: Міненерговугілля України, 2022. – 794 с.

2. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3:2014. – [Чинний від 2014-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 31 с. – (Державні будівельні норми України).

Стандарти

ДСТУ 2267-93 Вироби електротехнічні. Терміни та визначення

ДСТУ 2313-93 Електроприводи. Терміни та визначення

ДСТУ 2815-94 Електричні й магнітні кола та пристрої. Терміни та визначення

ДСТУ 3120-95 Електротехніка. Літерні позначення основних величин

ДСТУ 2843-94 Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення

ДСТУ 2993-95 (ГОСТ 2933-93) Апарати електричні низьковольтні. Методи випробувань

ДСТУ 3122-95 Установки для компенсації реактивної потужності конденсаторні. Терміни та визначення

ГКД 34.20.507-2003 Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. – К.: Мінпаливенерго, 2003. – 598с.

ДСТУ 3466-96 Якість електричної енергії. Терміни та визначення ДНАОП 0.00-1.21

Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К.:

Держнаглядохоронпраці, 1998. – 185с.

ДНАОП 0.00-1.32. 98 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: Укрархбудінформ, 2001. – 121с.

Правила улаштування електроустановок. Розділ 2. Передавання електроенергії. Глава 2.3. Кабельні лінії напругою до 330кВ – К.: ²КВЦ², 2009. – 80с.

Правила улаштування електроустановок. Розділ 2. Передавання електроенергії. Глава 2.4. Повітряні лінії електропередачі напругою до 1 кВ. Глава 2.5. Повітряні лінії електропередачі напругою вище 1 кВ до 750 кВ. – К.: ОЕП ²ГРІФРЕ², 2006. – 157с.

Правила улаштування електроустановок. Розділ 4. Розподільчі пристрої та підстанції. Глави 4.1. Розподільчі установки напругою до 1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму. Глава 4.2 Розподільчі установки і підстанції напругою понад 1 кВ. – К.: ОЕП ²ГРІФРЕ², 2008. – 56с.

12.Інформаційні ресурси

[1.Saves Your Energy](#)

[2. НЕК "Укренерго"](#)

[3. НКРЕКП](#)

[5. Підприємство Schneider Electric](#)