

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)

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	- (назва)	
Форма контролю	екзамен	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2023 ( 2 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**

Метою вивчення дисципліни є формування знань про будову, електричні схеми з'єднань та режими роботи електричної частини станцій і підстанцій.

**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):*
- ФК3. 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.
- ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.
- ФК10. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

**Програмні результати навчання (ПРН):**

- ПРН01. 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.
- ПРН07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.
- ПРН17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

### **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. Режимы 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 – 4 год.**

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

Вимоги щодо застосування резервних електростанцій. Синхронні генератори АСЕ.

#### - 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	денна форма						
	тижні	усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	
<b>Змістовий модуль 1. Електричні станції та підстанції. Основне обладнання.</b>							
<b>Тема 1. Електроенергетична система та її складові</b>		14	2		2		4
<b>Тема 2. Класифікація споживачів електричної енергії</b>		14	2		2		4
<b>Тема 3. Види головних схем з'єднань електричних станцій і підстанцій та їх основні елементи</b>		14	2		2		4
<b>Тема 4. Вимірювальні трансформатори струму та напруги</b>		14	2		2		4
<b>Тема 5. Силові трансформатори</b>		14	2		2		4
<b>Тема 6. Автотрансформатори</b>		14	2		2		5
<b>Тема 7. Режими нейтралі в електричних мережах</b>		14	2		2		5
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>		<b>60</b>	<b>14</b>		<b>14</b>		<b>30</b>
<b>Змістовий модуль 2. Електричні станції та підстанції. Основне обладнання. Методи розрахунку. Умови вибору обладнання.</b>							
<b>Тема 8. Короткі замикання в електричних мережах</b>		14	2				4

<b>Тема 9.</b> Методи розрахунку трифазних коротких замикань		14	2		2		4
<b>Тема 10.</b> Електродинамічна та термічна стійкість струмопроводів		14	2		2		4
<b>Тема 11.</b> Вибір електрообладнання розподільчих пристроїв підстанції		14	2		2		4
<b>Тема 12.</b> Джерела живлення головних кіл		14	2		2		4
<b>Тема 13.</b> Вибір високовольної апаратури електричних станцій і підстанцій		14	2		2		5
<b>Тема 14.</b> Особливості використання резервних електростанцій		14	4		4		5
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>		<b>60</b>	<b>16</b>		<b>16</b>		<b>30</b>
<b>Усього годин</b>		<b>120</b>	<b>30</b>		<b>30</b>		<b>60</b>

## 5. Темі 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 високовольних вимикачах	2
7	Лабораторна робота №11. Вимикачі навантаження серії Masterpact NW Schneider Electric	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 №7. Масляні та вакуумні вимикачі для розподільчих пристроїв напругою 10кВ Assignment	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	6
2	Вивчення будови реклоузерів, їх призначення, застосування.	6
3	Вивчення ГЕС та ГАЕС в енергетичній сфері України. Призначення, функціонування та особливості застосування.	6
4	Елегазові вимикачі високої напруги	6
5	Лабораторна робота №9. Приводи елегазових вимикачів	6
6	Вивчення шафи серії КУ-10Ц комплектного розподільчого пристрою	6
7	Масляні та вакуумні вимикачі для розподільчих пристроїв напругою 10кВ	6
8	Вивчення принципу роботи статичної системи збудження синхронного генератора	6
9	Вивчення принципів паралельної роботи синхронних генераторів	6
10	Дослідження та принципи роботи схеми керування автономним дизель –генератором першого ступеня автоматизації	6
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	<b>A</b>	відмінно	Зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	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 / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. - 479 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.
5. Методичні вказівки з вибору обмежувачів перенапруг нелінійних виробництва підприємства «Таврида Електрик» для електричних мереж 6 – 35 кВ. Наказ Мінпаливенерго України № 4 від 02.08.2001. – 36 с.

### Додаткова

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

### Стандарти

ДСТУ 2267-93	Вироби електротехнічні. Терміни та визначення
ДСТУ 2313-93	Електроприводи. Терміни та
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 341.004.001-94.	Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока напряжением 6-750кВ. – К.: Минэнерго Украины, 1994. – 352с. випробувань

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.

## 12.Інформаційні ресурси

<http://www.ensto.com/ua>

<http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/Pages/main.aspx>

<http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/pages/ua/targetsandresponsibilities1.aspx>