

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Енергетики та електротехнічних систем

«Затверджую»

Завідувач кафедри

(Чепіжний А.В.)

« » _____ 2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (СИЛАБУС)

К.10 Техніка високих напруг

Спеціальність 141 «Енергетика, електротехніка и електромеханіка»

Освітня програма: «Енергетика, електротехніка и електромеханіка»

Факультет: Інженерно-технологічний

Робоча програма з дисципліни «Техніка високих напруг » для студентів за спеціальністю 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка»

Розробник: Смоляров Г.А., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем . к.е.н. доцент



Робочу програму схвалено на засіданні кафедри енергетики та електротехнічних систем

Протокол від 08 червня 2020 року № 20

Завідувач кафедри


(підпис)

(Чепіжний А.В.)

(прізвище та ініціали)

Погоджено:

Гарант освітньої програми



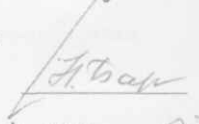
(Чепіжний А.В.)

Декан факультету



(Довжик М.Я.)

Методист відділу якості освіти,
ліцензування та акредитації



Н. Баран

Зареєстровано в електронній базі: дата: 07. 07 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: 14 Електрична інженерія	Нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів: 2		2019/2020-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: -		Курс	
Загальна кількість годин – 90		1	1
		Семестр	
	2	2	
Тижневих годин: аудиторних – 1,5 самостійної роботи студента – 1,46	Освітній-ступінь: Магістр	Лекції	
		16 год.	4
		Практичні, семінарські	
		14 год.	4
		Лабораторії	
		16 год.	4
		Самостійна робота	
		44 год.	78
		Індивідуальні завдання: -	
		Вид контролю:	
Залік	Залік		

Примітка.

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

для денної форми навчання – 46/44 (52/48)

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна «Техніка високих напруг» є вибірковою навчальною дисципліною професійної підготовки фахівців ОКР "спеціаліст" зі спеціальності 7.10010101 «Енергетика сільськогосподарського виробництва» за напрямом 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі» у вищих навчальних закладах II-IV рівнів акредитації.

Мета навчальної дисципліни полягає у систематизації і узагальненні знань студентів в області техніки високої напруги і навчанні студентів правильній організації випробувань та експлуатації високовольтної техніки, яка застосовується в системах електропостачання об'єктів АПК, вирішенню питань підвищення їх надійності шляхом визначення оптимальних режимів роботи реальних електроенергетичних систем.

Освоїти навички, необхідні при експлуатаванні електропостачання виробничих об'єктів в АПК. Основні завдання дисципліни впливають з її ролі в системі підготовки інженера-електрика.

В результаті овоцнення дисципліни студент повинен:

Знати:

- конструкції ізоляційних пристроїв високовольтного обладнання;
- основні вимоги, що пред'являються до ізоляції пристроїв високої напруги;
- факторами, які впливають на стан ізоляції високовольтних пристроїв та їх характеристик;
- характеристики електричної міцності ізоляції при різних характерах діючої напруги;
- процеси в ізоляції при дії високих напруг;
- процеси виникнення перенапруг в електроустановках;
- методи та засоби захисту від перенапруг;
- методи контролю та випробування ізоляції
- методику розрахунку та вибору пристроїв захисту електротехнічного обладнання від перенапруг;
- методику та технічні засоби профілактичних випробувань ізоляції високовольтного електротехнічного обладнання;
- основні нормативні документи, що регламентують правила та порядок проведення профілактичних випробувань ізоляції високовольтного електротехнічного обладнання;
- методику вибору технічних засобів для проведення профілактичних випробувань ізоляції високовольтного електротехнічного обладнання;

Вміти:

- здійснювати збір вихідних матеріалів, щодо аналізу стану ізоляції високовольтного електротехнічного обладнання;
- аналізувати отримані матеріали та визначати дійсний стан ізоляції високовольтного електротехнічного обладнання;
- визначати причини порушення нормального стану ізоляції;
- розраховувати та вибирати пристрої захисту електротехнічного обладнання від перенапруг;
- вибирати і користуватися нормативною документацією, яка регламентує правила та порядок проведення профілактичних випробувань ізоляції високовольтного електротехнічного обладнання;
- вибирати технічні засоби для проведення профілактичних випробувань ізоляції високовольтного електротехнічного обладнання;
- проводити профілактичні випробування ізоляції високовольтного електротехнічного обладнання;

3. Програма навчальної дисципліни

Затверджена вченою радою СНАУ, протокол № 8 від 01.03.2018 року

Модуль 1. Внутрішні перенапруги в електроустановках.

Змістовий модуль 1. Електропровідність та електричні втрати в ізоляційних матеріалах.

Тема 1. Вступ. Вплив різних факторів на стан ізоляції пристроїв високої напруги.
Характеристика основних факторів, які впливають на стан ізоляції пристроїв високої

напруги. Електричні фактори. Механічні навантаження. Термічні фактори. Хімічні фактори. Дії оточуючого середовища. Вимоги, які пред'являються до ізоляції

Тема 2. Електропровідність ізоляційних матеріалів різного агрегатного стану.

Електропровідність газоподібних діелектриків. Електропровідність рідинних діелектриків. Електропровідність твердих діелектриків.

Тема 3. Внутрішні електричні дії на ізоляцію

Розряди в ізоляційних матеріалах різного агрегатного стану та їх характеристика.

Розряди в газах. Розряди в рідинних речовинах. Розряди в твердих ізоляційних матеріалах.

Тема 4. Комутаційні перенапруги в електроустановках.

Комутаційні перенапруги. Вмикання довгої ненавантаженої лінії. Відключення малих індуктивних струмів. Резонанси в електричних мережах. Ферорезонансні перенапруги в мережах. Комутаційні перенапруги при випробуваннях. Розряд у повітрі по поверхні ізоляторів.

Модуль 2. Зовнішні перенапруги в електроустановках.

Змістовий модуль 2. Зовнішні перенапруги в електроустановках

Тема 5. Режими роботи електричних мереж при різних способах заземлення нейтралі.

Загальні положення. Класифікація способів заземлення нейтралі. Вимоги щодо вибору способу заземлення нейтралі. Режими роботи електричних мереж. Нормальний режим роботи трифазної системи. Симетричний режим роботи. Несиметричний режим роботи. Вплив вологи і мікродомішок.

Тема 6. Режими роботи електричних мереж при різних способах заземлення нейтралі.

Системи з компенсацією ємнісних струмів замикання на землю. Однофазне замикання на землю. Побудова векторної діаграми напруги і струмів при однофазному замиканні на землю в системі з ізолюваною нейтраллю. Замикання на землю, яке супроводжується перемишкою дугою. Переваги та недоліки систем з ізолюваною нейтраллю. Вплив тиску. Вплив температури.

Тема 7. Техніка високих напруг.

Склад комутаційного пристрою. Схеми комутаційних пристроїв високовольтних підстанцій. Розподільні пристрої підстанцій Систем комутаційних пристроїв високовольтних підстанцій

Тема 8. Атмосферні перенапруги.

Відбиття та заломлення електромагнітних хвиль. Еквівалентні схеми при хвильових процесах. Хвильові процеси у багато провідній системі. Деформація та загасання електромагнітних хвиль. Вплив імпульсної корони на хвильовий процес. Бар'єрний ефект

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма					Заочна форма						
	Ус ьо- го	у тому числі					усьо го	у тому числі				
л		пр	ла б	ін д	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. Внутрішні перенапруги в електроустановках.												
Змістовий модуль 1. Електропровідність та електричні втрати в ізоляційних матеріалах.												
Тема 1. Вступ. Вплив різних факторів на стан ізоляції пристроїв високої напруги	10	2		2		6	10					10
Тема 2. Електропровідність в ізоляційних матеріалах різного агрегатного стану	12	2	2	2		6	12	2				10

Тема 3. Внутрішні електричні дії на ізоляцію	12	2	2	2		6	12				12
Тема 4. Комутаційні перенапруги в електроустановках	12	2	2	2		6	12				12
Разом за змістовим модулем 2	46	8	6	8		24	46	2			44
Модуль 2. Зовнішні перенапруги в електроустановках											
Змістовий модуль 2 Зовнішні перенапруги в електроустановках											
Тема 5. Режими роботи електричних мереж при різних способах заземлення нейтралі	10	2	2	2		4	12	2			10
Тема 6. Режими роботи електричних мереж	14	2	2	2		8	10				10
Тема 7. Техніка високих напруг.	6	2	2	2			10		4	2	4
Тема 8. Атмосферні перенапруги. І	14	2	2	2		8	12			2	10
Разом за змістовим модулем 4	42	8	8	8		20	44	2	4	4	34
Усього годин	90	16	14	16		44	90	4	4	4	78

5. Темі та план лекційних занять (денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Вступ. Вплив різних факторів на стан ізоляції пристроїв високої напруги . 1. Характеристика основних факторів, які впливають на стан ізоляції пристроїв високої напруги 1.1 Електричні фактори 1.2 Механічні навантаження 1.3 Термічні фактори 1.4 Хімічні фактори 1.5 Дії оточуючого середовища 1.6. Вимоги, які пред'являються до ізоляції 2. Електропровідність та електричні втрати в ізоляційних матеріалах. 2.1 Електропровідність ізоляційних матеріалів 2.2 Електричні втрати в ізоляційних матеріалах	2
2	Тема 2. Електропровідність ізоляційних матеріалів різного агрегатного стану. 1.1 Електропровідність газоподібних діелектриків 1.2 Електропровідність рідких діелектриків 1.3 Електропровідність твердих діелектриків література 2. ЕЛЕКТРИЧНА МІЦНІСТЬ ІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ 2.1 Електрична міцність ізоляційних матеріалів	2

	2.2 Види пробою ізоляційних матеріалів	
3	<p>Тема 3. Розряди в ізоляційних матеріалах різного агрегатного стану їх характеристика.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Внутрішні електричні дії на ізоляцію. 2. Розряди в газах. 3. Розряди в рідинних речовинах. 4. Розряди в твердих ізоляційних матеріалах. 	2
4	<p>Тема 4. Комутаційні перенапруги в електроустановках.</p> <p>Комутаційні перенапруги</p> <ul style="list-style-type: none"> · Включення довгою ненавантаженої лінії · Відключення малих індуктивних струмів · Резонанси в електричних мережах · Резонансні перенапруги в мережах I · Комутаційні перенапруги при випробуваннях <p>КОРОТКІ ЗАМИКАННЯ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ</p>	2
5	<p>Тема 5. Режим роботи електричних мереж при різних способах заземлення нейтралі. Системи з ізолюваною нейтраллю.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ 2. Класифікація способів заземлення нейтралі <ol style="list-style-type: none"> 2.2 Вимоги до вибору способу заземлення нейтралі 2.3 Режим роботи електричних мереж 2.4 Нормальний режим роботи трифазної системи <ol style="list-style-type: none"> 2.4.1 Симетричний режим роботи 2.4.2 Несиметричний режим роботи 	2
6	<p>Тема 6. Режим роботи електричних мереж.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. СИСТЕМИ З КОМПЕНСАЦІЄЮ ЄМНИХ СТРУМІВ ЗАМИКАННЯ НА ЗЕМЛЮ <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Постановка завдання 1.2 Однофазне замикання на землю 1.3 Переваги та недоліки систем з ізолюваною нейтраллю 2. СИСТЕМИ З ГЛУХО ЗАЗЕМЛЕННОЮ НЕЙТРАЛЛЮ <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Однофазне замикання на землю 2.2 Переваги та недоліки систем з глухозаземленою нейтраллю 2.3 Системи із заземленням нейтралі через опір 2.4 Вибір режиму нейтралі електроустановок напругою до і вище 1000 В 	2
7	<p>Тема 7. Техніка високих напруг</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Комутаційні пристрої високих напруг. 2. Розподільні пристрої підстанцій 3. Систем комутаційних пристроїв високовольтних підстанцій 	
8	<p>Тема 8. Атмосферні перенапруги. Заземлюючі пристрої.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Загальні положення 1.2 Захист від прямих ударів блискавки 1.2 Захисні Зони блискавковідводів 2. Заземлюючі пристрої <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Призначення 2.2 Опір заземлюючих пристроїв 2.3 Заземлюючі пристрої на підстанціях 	4
	Разом	16

5. Теми та план лекційних занять (заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
2	Тема 2. Електропровідність ізоляційних матеріалах різного агрегатного стану 1. Електропровідність газоподібних діелектриків 2. Електрична міцність ізоляційних матеріалів	2
5	Тема 5. Режими роботи електричних мереж при різних способах заземлення нейтралі. 1 Класифікація способів заземлення нейтралі 2 Системи з ізолюованою нейтраллю 3. Однофазне замикання на землю 4 Замикання на землю , що супроводжуються переміжною дугою 5 Переваги та недоліки систем з ізолюованою нейтраллю	2
	Разом	4

6. Теми лабораторних занять (денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження генератора імпульсних напруг	2
2	Дослідження схем випрямлення змінного струму високої напруги	4
3	Дослідження каскадних генераторів постійної високої напруги	2
4	Визначення параметрів розрядного ланцюга генератора імпульсних струмів за осцилограмі струму	2
5	Дослідження конструкції олтивових вимикачів	2
6	Дослідження на моделі зон захисту стрижньових близькавквідводів	4
	Разом	16

7. Теми практичних занять (денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання електричного поля методом еквівалентних зарядів	4
2	Моделювання електричного поля методом сіток	2
3	Вивчення електричної міцності повітряних проміжків при змінному та постійній напрузі	2
4	Електрична дуга і основні методи її гасіння	2
5	Конструкція і приводи високовольтних апаратів	2
6	Вивчення конструкції вимикачів навантаження	2
	Разом	14

6. Теми лабораторних занять (заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
5	Дослідження конструкції олтивових вимикачів	2
6	Дослідження на моделі зон захисту стрижньових близькавквідводів	2
	Разом	4

7. Теми практичних занять (заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення електричної міцності повітряних проміжків при змінному та постійній напрузі	2

2	Конструкція і приводи високовольтних апаратів	2
	Разом	4

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Вплив різних факторів на стан ізоляції пристроїв високої напруги. Розряди в газах. Конфігурація електричних полів. Електропровідність та електричні втрати в ізоляційних матеріалах. Іонізаційні процеси в газі.	6
2	Електропровідність ізоляційних матеріалах різного агрегатного стану. Лавина електронів. Електрична міцність ізоляційних матеріалів. Розряд у неоднорідних по. Ефект полярності.	6
3	Розряди в ізоляційних матеріалах різного агрегатного стану та їх характеристика. Бар'єрний ефект. Внутрішні електричні дії на ізоляцію. Коронний розряд.	6
4	Комутаційні перенапруги в електроустановках. Розряд у повітрі по поверхні ізоляторів. Короткі замикання в електроустановках. Пробій рідких діелектриків.	6
5	Режими роботи електричних мереж при різних способах заземлення нейтралі. Вплив вологи і мікродомішок. Системи з ізольованою нейтралю. Вплив тиску. Вплив температури.	4
6	Режими роботи електричних мереж при різних способах заземлення нейтралі. Системи з компенсацією смісних струмів замикання на землю. Вплив тривалої дії напруги. Системи з глухо заземленою нейтралю. Вплив матеріалу, геометрії електродів, відстані між ними і полярності.	8
7	Схеми комутаційних пристроїв високовольтних підстанцій.	
	Атмосферні перенапруги. Хвильові процеси в електричних мережах. Бар'єрний ефект. Заземляючі пристрої. Часткові розряди.	8
	Разом	44

8. Самостійна робота(заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Вплив різних факторів на стан ізоляції пристроїв високої напруги. Розряди в газах. Конфігурація електричних полів. Електропровідність та електричні втрати в ізоляційних матеріалах. Іонізаційні процеси в газі.	6
2	Електропровідність ізоляційних матеріалах різного агрегатного стану. Лавина електронів. Електрична міцність ізоляційних матеріалів. Розряд у неоднорідних по. Ефект полярності.	6
3	Розряди в ізоляційних матеріалах різного агрегатного стану та їх характеристика. Бар'єрний ефект. Внутрішні електричні дії на ізоляцію. Коронний розряд.	6
4	Комутаційні перенапруги в електроустановках. Розряд у повітрі по поверхні ізоляторів. Короткі замикання в електроустановках. Пробій рідких діелектриків.	6
5	Режими роботи електричних мереж при різних способах заземлення нейтралі. Вплив вологи і мікродомішок.	4

	Системи з ізольованою нейтралю. Вплив тиску. Вплив температури.	
6	Режими роботи електричних мереж при різних способах заземлення нейтралі. Системи з компенсацією емісійних струмів замикання на землю. Вплив тривалої дії напруги. Системи з глухо заземленою нейтралю. Вплив матеріалу, геометрії електродів, відстані між ними і полярності.	8
7	Схеми комутаційних пристроїв високовольтних підстанцій.	
8	Атмосферні перенапруги. Хвильові процеси в електричних мережах. Бар'єрний ефект. Заземлюючі пристрої. Часткові розряди.	8
	Разом	78

8. Методи навчання

1. Методи навчання за джерелом знань:

1.1. *Словесні: розповідь, лекція, робота з книгою* (читання, переказ, виписування, складання плану, рецензування, конспектування, виготовлення таблиць, графіків, опорних конспектів тощо).

1.3. *Практичні: лабораторний метод.*

2. Методи навчання за характером логіки пізнання.

2.1. *Аналітичний*

2.2. *Методи синтезу*

2.3. *Індуктивний метод*

2.4. *Дедуктивний метод*

3. Методи навчання за характером та рівнем самостійної розумової діяльності студентів.

3.1. *Дослідницький*

3.2. *Репродуктивний*

4. **Активні методи навчання** - використання технічних засобів навчання, групові дослідження використання опорних конспектів лекцій

5. **Інтерактивні технології навчання** - використання мультимедійних технологій

9. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання СКТС

2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)

3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів:

- рівень знань, продемонстрований на практичних, лабораторних та семінарських заняттях;

- результати виконання та захисту лабораторних робіт;

- експрес-контроль під час аудиторних занять;

- самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;

- результати тестування;

- письмові завдання при проведенні контрольних робіт;

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота								Разом за модулі та СРС	Атестація	Сума
Змістовий модуль 1 - 15 балів		Змістовий модуль 2 - 15 балів		Змістовий модуль 3 – 20 балів		Змістовий модуль 4 - 15 балів	С			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Р	15	85(70+15)	15
10	10	10	10	10	10	10	С			

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
69-74	D	задовільно	
60-68	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

II. Рекомендована література

1. Червінський Л.С., Сторожук Л.О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011 – 214 с.
2. Червінський Л.С. Оптичні технології в тваринництві / Л.С. Червінський. - К.: Наук, думка, 2003. - 230 с.
3. Іноземцев Г.Б. Електрофізичні та технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : курс лекцій / Іноземцев Г.Б., Червінський Л.С., Берега О.М. - К. : НАУ, 2006. - 124 с.