

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ОК 25 Техніка високих напруг**

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	14 Електрична інженерія
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ	Перший (бакалаврський)
ФАКУЛЬТЕТ	<u>Агробіотехнологічний</u>


м. Біла Церква, 2022

Робоча програма з навчальної дисципліни «Техніка високих напруг» для здобувачів вищої освіти агробіотехнологічного факультету за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Укладач: Музиченко В. А. – Біла Церква: БНАУ, 2022. – 19 с.


Розробник: Музиченко Володимир Андрійович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
Протокол від 29 серпня 2022 року №1.

Завідувач кафедри електроенергетики,  
електротехніки та електромеханіки, професор  / М.І.Трегуб

Схвалено науково-методичною комісією агробіотехнологічного факультету  
факультету  
(Протокол №1 від 31 серпня 2022 р.)

Голова науково-методичної комісії, доцент  /В.С. Хахула

Гарант ОП 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», доктор технічних наук, професор  /М. І. Трегуб

## ЗМІСТ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	3
2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	4
3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	5
4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНІКА ВИСОКИХ НАПРУГ»	5
5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ	7
6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	10
6.1. Лекції	10
6.2. Практичні заняття	11
6.3. Самостійна робота	12
6.4. Орієнтовна тематика індивідуальних та групових завдань	14
7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	14
8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ	15
9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	15
10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	16
11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ	17
12. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	18

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з навчальним планом на 2022–2023 навчальний рік, на вивчення дисципліни «Техніка високих напруг» для денної форми навчання виділено 120 академічних годин (4 кредити ECTS), у т.ч. аудиторних – 48 години (лекції – 16, практичні заняття – 16, лабораторні – 16), самостійна робота студентів – 72 години.

Опис навчальної дисципліни за показниками та формами навчання наведено в таблиці:

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Основний потік	Заочне відділення
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 4	Галузь знань 14 Електрична інженерія	Нормативна	
Змістових модулів – 4	Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Рік підготовки	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		3	4
Загальна кількість годин - 120		Семестр	
		6	8
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4,5	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти	Лекції	
		16 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		16 год.	3 год.
		Лабораторні	
		16 год.	3 год.
		Самостійна робота	
		72 год.	108 год.
		Індивідуальні завдання:	
		- год.	
Вид контролю:			
Залік	Залік		

**Метою вивчення** «Техніка високих напруг» є формування у студентів базових знань з основ теорії електрофізичних процесів, що відбуваються в електротехнічному обладнанні при дії на них високих напруг та сильних електромагнітних полів, способів протидії негативному впливу грозових і комутаційних перенапруг на функціональні характеристики ізоляційних конструкцій високовольтного електрообладнання, координації і методів профілактичного контролю і випробування ізоляції різних типів енергетичного електрообладнання, специфіки застосування високовольтних установок та апаратів в технологічних процесах агропромислового комплексу.

## 2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Техніка високих напруг» базується на знаннях таких дисциплін, як «Електроенергетичні системи та мережі», «Електричні вимірювання з основами метрології», «Теоретичні основи електротехніки»

## 3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТУ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 141 "ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА"

### Загальні компетентності:

ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК08. Здатність працювати автономно.

### Спеціальні компетентності:

СК02. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

СК03. 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.

## 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Програмний результат навчання відповідно до стандарту вищої освіти спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Результати навчання з дисципліни "Техніка високих напруг"
<b>ПРН01.</b> 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.	РН01.1 Розуміння принципів роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту і уміння запобігати наслідкам дії високовольтних розрядів та перенапруг на людей, тварин та електрообладнання.
<b>ПРН05.</b> Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	РН05.1 Знання основ теорії електромагнітного поля, методів розрахунку електричних кіл та уміння розраховувати величини перенапруг в перехідних процесах і енергетичні показники коронних розрядів

<p><b>ПРН07.</b> Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.</p>	<p>РН07. Вміння аналізувати електромагнітні процеси у високовольтному електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні та прогнозувати наслідки дії високих напруг.</p>
<p><b>ПРН12.</b> Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень.</p>	<p>РН12. Розуміння основних принципів і завдань технічної та екологічної безпеки при роботі на високовольтних електроустановках і вміння використовувати засоби електробезпеки</p>
<p><b>ПРН17.</b> Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.</p>	<p>РН17. Вміння розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування високовольтного електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.</p>

## **5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Техніка високих напруг**

**Змістовий модуль 1. Фізичні процеси високовольтних розрядів та види перенапруг в електричних мережах**

#### **Тема 1. Розряди в газах**

Загальні відомості щодо техніки високих напруг. Електричний розряд у вакуумі.

Електричний розряд у газах. Фізична природа корони, особливості коронного розряду на постійній і змінній напрузі. Вольт-амперні характеристики коронного розряду. Втрати енергії при коронуванні. Розряд у повітрі вздовж поверхні ізоляторів. Розряд уздовж провідної і забрудненої поверхні ізолятора. Особливості розвитку розряду в газових проміжках при прикладанні імпульсної напруги.

#### **Тема 2 Розряди в рідинах та твердих діелектриках**

Фізична природа та особливості високовольтних розрядів рідких та твердотілих діелектриках за постійної та змінної напруги. Електричний розряд у рідких діелектриках. Електричний розряд у твердих діелектриках.

#### **Тема 3. Виникнення перенапруг та системи захисту**

Загальна характеристика перенапруг. Визначення перенапруги. Класифікація перенапруг. Грозові перенапруги. Блискавка, як джерело грозових перенапруг. Етапи утворення блискавки. Грозозахист об'єктів електроенергетики. Блискавковідводи. Зона захисту блискавковідводів різних типів. Захисні апарати та пристрої. Захисні проміжки. Трубчасті (повітряні) розрядники. Вентильні розрядники. Магнітовентильні розрядники. Нелінійні обмежувачі напруг.

#### **Тема 4. Види перенапруг в електричних мережах**

Комутаційні перенапруги в електричних мережах, загальна характеристика.

Перенапруги перехідного процесу при комутаціях: при ввімкненні розімкненої лінії, при автоматичному повторному ввімкненні.

Перенапруги перехідного процесу при комутаціях: при відключенні конденсаторів та ненавантажених ліній, при відключенні великих струмів, при відключенні малих індуктивних струмів, при переміжних замиканнях на землю.

Квазістаціонарні перенапруги. Підвищення напруги в кінці розімкненої лінії.

Усталені перенапруги при коротких замиканнях. Перенапруги промислової частоти при неповнофазних режимах роботи.

**Змістовий модуль 2. Високовольтні ізоляційні конструкції та випробувальні установки**

### **Тема 1. Високовольтні ізоляційні конструкції та випробувальні установки.**

Ізоляція повітряних ліній електропередачі та відкритих розподільчих пристроїв. Лінійні ізолятори. Прокідні ізолятори. Ізоляція силових трансформаторів. Ізоляція силових конденсаторів. Ізоляція силових кабелів.

### **Тема 2. Високовольтні випробувальні установки.**

Високовольтні випробувальні установки, випробування та вимірювання.

Вимірювання напруг і струмів в високовольтних установках. Загальні характеристики електростатичних вольтметрів, іскрових вольтметрів, що застосовуються для вимірювання високих напруг.

Принципи роботи осцилографів, схеми їхнього підключення через ємнісні подільники напруги та коаксіальні шунти.

### **Тема 3. Високовольтні установки в АПК**

Сфера застосування високовольтних електротехнологічних установок в АПК.

Озонна обробка. Класифікація технологічних процесів в рослинництві, що використовують озон. Технічні характеристики цих озонаторів.

Електроаерозолі. Електроогорожі. Технічні характеристики електроогорож.

Вплив аероіонної обробки на лежкість рослинної продукції. Сепарація насіння.

Електрокоронні сепаратори. Електростатичні сепаратори. Електроімпульсні технології. Генератори імпульсних струмів. Методика їх розрахунку.

Розрахунок розрядного кола. Розрахунок зарядного кола. Електрогідравлічний ефект. Дія електроіскрових розрядів на рослинні об'єкти. Електрофільтри.

Техніка безпеки при роботі з високовольтним обладнанням. Вимоги до джерел високої напруги, що живлять електрокоронні іонізатори. Розрахунок потужності та робочої напруги джерела живлення електрокоронного іонізатора.

Розрахунок помножувача напруги для джерела живлення аероіонізатора.



## 5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лб	інд	ср		л	п	лб	інд	ср
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Розряди в газах, рідинах та твердих діелектриках.</b>												
Тема 1.1.	16	2	2	2	2	8	18	1			2	15
Тема 1.2.	16	2	2	2	2	8	14	1		1	2	10
Тема 1.3.	16	2	2	2	2	8	14	1		1	2	10
Тема 1.4.	16	2	2	2	2	8	13		1		2	10
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>64</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>59</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>45</b>
<b>Змістовий модуль 2. Перенапруги в електричних мережах</b>												
Тема 2.1.	16	2	2	2	2	8	19	1	1		2	15
Тема 2.2.	17	2	2	2	3	8	20	1	1		3	15
Тема 2.3.	23	4	4	4	3	8	22	1		1	3	17
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>61</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>47</b>
<b>Всього</b>	<b>120</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>56</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>92</b>

Примітка: л – лекції, п – практичні заняття, лб – лабораторна робота; інд – індивідуальні завдання, СРС – самостійна робота студентів.

## 6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Лекції

Тема і зміст лекції	К-ть годин
<b>Змістовий модуль 1. Фізичні процеси високовольтних розрядів та види перенапруг в електричних мережах</b>	
<b>Тема 1.1. Розряди в газах</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Загальні відомості щодо техніки високих напруг.</li><li>2. Електричний розряд у вакуумі.</li><li>3. Електричний розряд у газах.</li><li>4. Фізична природа корони, особливості коронного розряду на постійній і змінній напрузі.</li><li>5. Вольт-амперні характеристики коронного розряду.</li><li>6. Втрати енергії при коронуванні.</li><li>7. Розряд у повітрі вздовж поверхні ізоляторів.</li></ol>	2
<b>Тема 1.2 Розряди в рідинах та твердих діелектриках</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Фізична природа та особливості високовольтних розрядів.</li><li>2. Розряди за постійної та змінної напруги в рідких діелектриках.</li><li>3. Розряди за постійної та змінної напруги в твердих діелектриках.</li></ol>	2
<b>Тема 1.3. Виникнення перенапруг та системи захисту</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Загальна характеристика перенапруг.</li><li>2. Визначення перенапруги.</li><li>3. Класифікація перенапруг.</li><li>4. Грозові перенапруги.</li><li>5. Грозозахист об'єктів електроенергетики.</li><li>6. Блискавковідводи.</li><li>7. Зона захисту блискавковідводів різних типів.</li><li>8. Захисні апарати та пристрої.</li><li>9. Захисні проміжки.</li><li>10. Вентильні розрядники.</li><li>11. Магнітовентильні розрядники.</li><li>12. Нелінійні обмежувачі напруг.</li></ol>	2
<b>Тема 1.4. Види перенапруг в електричних мережах</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Комутаційні перенапруги в електричних мережах, загальна характеристика.</li><li>2. Перенапруги перехідного процесу при комутаціях: при ввімкненні розімкненої лінії, при автоматичному повторному ввімкненні.</li><li>3. Перенапруги перехідного процесу при комутаціях: при відключенні конденсаторів та ненавантажених ліній, при відключенні великих струмів, при відключенні малих індуктивних струмів, при переміжних замиканнях на землю.</li><li>4. Квазістаціонарні перенапруги.</li><li>5. Підвищення напруги в кінці розімкненої лінії.</li></ol>	2

6. Усталені перенапруги при коротких замиканнях.	
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	8
<b>Змістовий модуль 2. Високовольтні ізоляційні конструкції та випробувальні установки</b>	
<b>Тема 2.1. Високовольтні ізоляційні конструкції та випробувальні установки.</b> 1. Ізоляція силових кабелів. 2. Лінійні ізолятори. 3. Прокідні ізолятори. 4. Ізоляція силових трансформаторів. 5. Ізоляція силових конденсаторів.	2
<b>Тема 2.2. Високовольтні випробувальні установки.</b> 1. Вимірювання напруг і струмів в високовольтних установках. 2. Вимірювальні високовольтні прилади 3. Високовольтні випробувальні установки, випробування та вимірювання.	2
<b>Тема 2.3. Високовольтні установки в АПК</b> 1. Сфера застосування високовольтних електротехнологічних установок в АПК. 2. Озонна обробка, класифікація технологічних процесів в рослинництві, що використовують озон. Технічні характеристики озонаторів. 3. Електроаерозолі. 4. Електроогорожі. Технічні характеристики електроогорож. 5. Вплив аероїонної обробки на лежкість рослинної продукції. Сепарація насіння. Електрокоронні та електростатичні сепаратори. 6. Електроімпульсні технології. Генератори імпульсних струмів та методика їх розрахунку. Розрахунок розрядного та зарядного кола, електрогідралічний ефект.	4
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	8
<b>Усього годин за модулями 1 та 2</b>	16

## 6.2. Практичні заняття

Тема і зміст практичного заняття	К-ть годин
<b>Змістовий модуль 1. Фізичні процеси високовольтних розрядів та види перенапруг в електричних мережах</b>	
<b>Тема 1.1. Розряди в газах</b> Розрахунок енергетичних показників процесу коронного розряду в газовому середовищі. Розрахунок втрат енергії при коронуванні.	2
<b>Тема 1.2 Розряди в рідинах та твердих діелектриках</b> Вивчення будови рідинних розрядних установок. Розрахунок опору шару рідини при коронуванні.	2

<b>Тема 1.3. Виникнення перенапруг та системи захисту</b> Вивчення будови пристроїв систем захисту від перенапруг. Розрахунок захисної зони грозозахисних пристроїв.	2
<b>Тема 1.4. Види перенапруг в електричних мережах</b> Розрахунок величини перенапруги в електричних мережах до 1000	2
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	8
<b>Змістовий модуль 2. Високовольтні ізоляційні конструкції та випробувальні установки</b>	
<b>Тема 2.1. Високовольтні ізоляційні конструкції та випробувальні установки.</b> Вивчення будови та класифікації ізоляторів ліній повітряних ліній електропередач та силових кабельних ліній.	2
<b>Тема 2.2. Високовольтні випробувальні установки.</b> Вивчення будови та принципів роботи установок для випробовування ізоляційних виробів та матеріалів.	2
<b>Тема 2.3. Високовольтні установки в АПК</b> Вивчення будови та принципів роботи озонаторів, електроогорож, електростатичних та електрокоронних сепараторів, стимуляторів, установок аероіонної обробки рослинної продукції.	4
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	8
<b>Усього годин за модулями 1 та 2</b>	16

### 6.3 Лабораторні роботи

Тема і зміст лабораторної роботи	К-ть годин
<b>Змістовий модуль 1. Фізичні процеси високовольтних розрядів та види перенапруг в електричних мережах</b>	
<b>Тема 1.1. Розряди в газах</b> Отримання вольт-амперних характеристик коронного розряду в повітряному середовищі. Вимірювання потужності енерговитрат при коронуванні.	2
<b>Тема 1.2 Розряди в рідинах та твердих діелектриках</b> Дослідження розрядів за постійної та змінної напруги в рідких та твердих діелектриках.	2
<b>Тема 1.3. Виникнення перенапруг та системи захисту</b> Вимірювання перенапруг в лініях 0,4 кВ. Вимірювання опору заземлення блискавковідводів.	2
<b>Тема 1.4. Види перенапруг в електричних мережах</b> Дослідження перенапруги перехідного процесу при відключенні малих індуктивних струмів, при переміжних замиканнях на землю.	2
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	8
<b>Змістовий модуль 2. Високовольтні ізоляційні конструкції та випробувальні установки</b>	

<b>Тема 2.1. Високовольтні ізоляційні конструкції та випробувальні установки.</b> Перевірка опору ізоляції силових кабелів та прохідних ізоляторів. Перевірка пробійної напруги трансформаторної оливи.	<b>2</b>
<b>Тема 2.2. Високовольтні випробувальні установки.</b> Вимірювання високовольтної напруги за допомогою трансформатора напруги і контрольно-вимірювальних приладів.	<b>2</b>
<b>Тема 2.3. Високовольтні установки в АПК</b> Дослідження роботи різних типів аероіонізаторів та озонаторів. Порівняння їх енергетичних показників. Дослідження Дослідження роботи електрокоронних та електростатичних сепараторів.	<b>4</b>
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>8</b>
<b>Усього годин за модулями 1 та 2</b>	<b>16</b>

#### 6.4. Самостійна робота

<b>Тема і зміст самостійної роботи</b>	<b>К-ть годин</b>
<b>Змістовий модуль 1. Фізичні процеси високовольтних розрядів та види перенапруг в електричних мережах</b>	
<b>Тема 1.1. Розряди в газах</b> Розряд уздовж провідної і забрудненої поверхні ізолятора. Особливості розвитку розряду в газових проміжках при прикладанні імпульсної напруги.	<b>10</b>
<b>Тема 1.2. Розряди в рідинах та твердих діелектриках</b> Електричний розряд у рідких діелектриках. Електричний розряд у твердих діелектриках.	<b>10</b>
<b>Тема 1.3. Виникнення перенапруг та системи захисту</b> Блискавка, як джерело грозових перенапруг. Етапи утворення блискавки. Трубочасті (повітряні) розрядники.	<b>10</b>
<b>Тема 1.4. Види перенапруг в електричних мережах</b> Перенапруги в електромережах від атмосферних розрядів. Перенапруги промислової частоти при неповнофазних режимах роботи.	<b>10</b>
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>40</b>
<b>Змістовий модуль 2. Високовольтні ізоляційні конструкції та випробувальні установки</b>	
<b>Тема 2.1. Високовольтні ізоляційні конструкції та випробувальні установки.</b> Ізолятори повітряних ліній електропередачі та відкритих розподільчих пристроїв. Ізоляція силових конденсаторів.	<b>10</b>
<b>Тема 2.2. Високовольтні випробувальні установки.</b> Загальні характеристики електростатичних вольтметрів, іскрових вольтметрів, що застосовуються для вимірювання високих напруг. Принципи роботи осцилографів, схеми їхнього підключення через ємнісні подільники напруги та коаксіальні шунти.	<b>11</b>

<b>Тема 2.3. Високовольтні установки в АПК</b> Дія електроіскрових розрядів на рослинні об'єкти. Електрофільтри. Техніка безпеки при роботі з високовольтним обладнанням. Вимоги до джерел високої напруги, що живлять електрокоронні іонізатори. Розрахунок потужності та робочої напруги джерела живлення електрокоронного іонізатора. Розрахунок помножувача напруги для джерела живлення аероіонізатора.	<b>11</b>
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	32
<b>Усього годин за модулями 1 та 2</b>	72

### **6.5. Орієнтовна тематика індивідуальних**

1. Залежність розрядних напруг зовнішньої ізоляції від атмосферних перенапруг.
2. Розрахунок гірлянди ізоляторів.
3. Визначення перенапруг та захист від них в мережах з ізольованою нейтраллю.
4. Конструкції та принципи роботи високовольтної ізоляції електрообладнання, електричних апаратів, та струмоведучих частин.
5. Напрями розвитку методів діагностики діелектричної міцності ізоляції.
6. Розрахунок вольт-амперних характеристик коронного розряду.
7. Вольт-секундні характеристики ізоляторів.

## **7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

Методи навчання ґрунтуються на принципах студентоцентризму та індивідуально-особистісного підходу; реалізуються через навчання на основі досліджень, посилення творчої спрямованості у формі комбінації лекцій, практичних занять, самостійної роботи з використанням елементів дистанційного навчання, в тому числі в системі Moodle. Використання віртуальної компютеризованої лабораторії з техніки високих напруг дозволяє студентам набути навичок для роботи у реальній лабораторії і виконувати роботи більш якісно.

Використання мультимедійного обладнання на лекційних та практичних заняттях дозволяє в реальному часі слідкувати за процесом вимірювання в аудиторії.

Під час лекційного курсу застосовуються слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point, роздатковий матеріал, дискусійне обговорення проблемних питань.

Практичні заняття проводяться у вигляді семінарів-практикумів з виконанням ситуаційних та розрахункових завдань – індивідуальних та в групах; конференцій; ділових та рольових ігор.

Лабораторні роботи проводяться у форми навчального заняття, за якої студент під керівництвом викладача проводить імітаційні експерименти чи дослідження з метою підтвердження окремих теоретичних положень та набуває практичних навичок роботи з лабораторним устаткуванням, обладнанням, обчислювальною технікою, вимірювальною апаратурою, методикою експериментальних досліджень.

У разі дистанційного і змішаного навчання використовуються навчальна

платформа Moodle Білоцерківського НАУ, онлайн-платформи ZOOM, Microsoft Team, Google Meet, електронна пошта, мобільні додатки Viber, Telegram.

Самостійна робота студентів (СРС) виконується за технологією групового навчання під керівництвом рівного (Peer-led team learning), оцінка рівних (Peer assessment). Алгоритм:

1. Студенти отримують завдання для групової СРС та критерії оцінювання. Термін виконання — 2 тижні. Кількість груп залежить від суті завдання.

2. Студенти мають розподілити функції між учасниками групи (керівні, виконавчі, технічна підтримка тощо); сформувані комунікаційну стратегію; визначитися з лідером; підготувати матеріал для презентації; забезпечити, щоб усі члени групи володіли інформацією на достатньому для проведення дискусії рівні.

3. Оцінювання: студенти отримують бали за кожним критерієм з обґрунтуванням, загальна сума множиться на кількість студентів у групі, що працювала над проектом, а потім колективно (усі учасники групи, які присутні на занятті, де презентують результати, мають погодити рішення!) розподіляють бали відповідно до внеску кожного учасника.

Студент може брати участь у виконанні завдання і не бути присутнім на презентаційній частині, якщо його функції як члена групи не вимагають присутності.

## **8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ**

Поточний контроль з предмету «Техніка високих напруг» включає тематичне оцінювання та модульний контроль.

Тематичне оцінювання аудиторної та самостійної роботи студентів здійснюється на основі отриманих ними поточних оцінок за усні та письмові відповіді з предмету, самостійні, практичні та контрольні роботи.

Поточний контроль за виконанням ІНДЗ здійснюється відповідно до графіку виконання завдання.

Модульний контроль проводиться у формі комп'ютерного тестування.

Кількість отриманих балів з кожного виду навчальних робіт за різними формами поточного контролю виставляється студентам у журнал академічної групи та електронний журнал після кожного контрольного заходу.

Підсумковий контроль навчальної діяльності студентів здійснюється у формі заліку за результатами поточного контролю (тематичного оцінювання, виконання ІНДЗ та модульного контролю) і не передбачає обов'язкової присутності студентів. Результати заліку оприлюднюються в журналі академічної групи до початку екзаменаційної сесії.

## **9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

Оцінка за лекційне заняття виставляється за активність студента в дискусії, якість конспекту.

Оцінку на практичному занятті студент отримує за виконані практичні роботи, командні проекти, зроблені доповіді, презентації, реферати, есе, активність під час дискусій.

Під час модульного контролю засобами оцінювання результатів навчання з

дисципліни є стандартизовані комп'ютерні тести.

## 10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль успішності здобувачів вищої освіти здійснюється за чотирирівневою шкалою – «2», «3», «4», «5».

### Критерії оцінювання результатів навчання за чотирирівневою шкалою

Бали	Критерії оцінювання
«Відмінно»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано завдання. Водночас здобувач вищої освіти має продемонструвати вміння аналізувати і оцінювати явища, факти і процеси, застосовувати наукові методи для аналізу конкретних ситуацій, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів, докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Добре»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано 75 % завдань. Водночас здобувач вищої освіти виявляє навички аналізувати і оцінювати явища, факти і події, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів та докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Задовільно»	Отримують за роботу, в якій правильно виконано 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти невиявив вміння аналізувати і оцінювати явища, факти та недостатньо обґрунтував твердження та висновки, недостатньо орієнтується у навчальному матеріалі.
«Незадовільно»	Отримують за роботу, в якій виконано менш як 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти демонструє невміння аналізувати явища, факти, події, робити самостійні висновки та їх обґрунтувати, що свідчить про те, що студент не оволодів програмним матеріалом.

Підсумкова оцінка з дисципліни виставляється за 100-бальною шкалою. Вона обчислюється як середнє арифметичне значення (САЗ) всіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням їх у бали за такою формулою:

$$БПК = \frac{САЗ \times \max ПК}{5},$$

де *БПК* – бали з поточного контролю; *САЗ* – середнє арифметичне значення усіх отриманих студентом оцінок (з точністю до 0,01); *max ПК* – максимально можлива кількість балів з поточного контролю.

Відсутність студента на занятті у формулі приймається як «0».



## Шкала оцінювання успішності здобувачів вищої освіти

За 100-бальною шкалою	За шкалою ECTS	За національною шкалою	
		іспит	залік
90–100	A	Відмінно	Зараховано
82–89	B	Добре	
75–81	C		
64–74	D	Задовільно	
60–63	E		
35–59	FX	Незадовільно (не зараховано) з можливістю повторного складання	
1–34	F	Незадовільно (не зараховано) з обов'язковим повторним вивченням	

### Розподіл балів, що присвоюється здобувачам вищої освіти за підсумкового контролю «залік»

Види робіт	Лекції	Практичні заняття	Лабораторна робота	Самостійна робота	Модульний контроль	ІНДЗ	Екзамен	Загальний бал
Максимально можлива кількість балів	10	10	10	10	20	10	30	100

### 11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

1. Стенд комплектної трансформаторної підстанції КТП 10/0,4 кВ;
2. Оперативні штанги до 10кВ;
3. Розрядники 10кВ;
4. Керамічні та скляні ізолятори 0,4...10 кВ;
5. Високовольтні запобіжники ПТ 111-10-16-315У1, ПН-011-10У1, ПТ111-10-8-20У1;
6. Шафа керування ПЗТ.5102-12Б2М;
7. Шафа автоматичного керування ШАУ-АВУ1;
8. Конденсаторна батарея компенсування реактивної потужності на підстанції (конденсатор КЕК 2-1,05-125-2У1);
9. Високовольтні розрядники РВС,
10. Трансформатори струму 10/0,4 кВт потужністю 100кВА та 400 кВА (ТГ 1020К-У2; Т-066У3);
11. Вимикачі лінійні оливові та елегазові
12. Проточний озонатор з частотою напруги 10кГц;
13. Установка для стимуляції пророщування насіння;

Вимірювальні прилади:

1. Вимірювальні трансформатори напруги.

2. Вимірювальні трансформатори струму,
3. Вимірювач електроустановок TELARIS 0100 PLUS (2021 р);
4. Мегомметр, тестер ізоляції DT5500.
5. Струмовимірювальні кліщі UN1-Т UT233;
6. Установка пробійна універсальна "УПУ - 6" ;
7. Тестер напруженості електричного та магнітного поля GM3120;  
Частотомір ЧЗ-34 с ячейкой ЯЗ4-51.

## **12. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **Основна література**

1. Техніка високих напруг: Курс лекцій: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. Б. Абрамов, В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, О. Р. Проценко Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 345 с.
2. Василець С. В., Василець К. С. Техніка високих напруг: навчальний посібник . – Рівне : НУВГП, 2018. – 187 с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/25808>
3. Farouk A. M. Rizk, Giao N. Trinh High voltage engineering. Boca Raton, Florida, USA : CRC Press, Taylor & Francis Group, 2014. 804 p.
4. Акімов О.І., Сушко Д.Л. Техніка високих напруг. Ізоляція та перенапруги в пристроях електропостачання і електричної тяги залізничного транспорту: Навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 217 с.
5. Конспект лекцій з дисципліни «Техніка високих напруг» : методичні вказівки для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» й спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / укл. : О. О. Вакуленко. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. – 180 с.
6. Методичні вказівки до виконання практичних завдань та самостійної роботи з дисципліни " Основи автоматики та мікропроцесорної техніки " для студентів ОР «Бакалавр» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Безкровний М.Ф., Трегуб М.І. Біла Церква, 2022. - 42 с.
7. Лабораторний практикум з дисципліни «Техніка високих напруг»: методичні вказівки ОО Вакуленко - 2017 - [elartu.tntu.edu.ua](http://elartu.tntu.edu.ua)
8. Arora R., Mosch W. High voltage and electrical insulation engineering. Hoboken, New Jersey, USA : John Wiley & Sons, Inc., 2011. 392 p.
9. Музиченко В. А. Обробка сільськогосподарської продукції в полі коронного розряду. – К.: Аграр. наука, 2019. – 176 с.
10. Рой В. Ф. Техніка високих напруг : навч. посіб. / В. Ф. Рой. – Харків : ХНУМГ , 2012. – 145 с.
11. Вимірювання високих напруг і великих струмів / Навчальний посібник для студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Техніка та електрофізика високих напруг» // Укладачі: Бржезицький В. О., Проценко О. Р., Лапоша М. Ю. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 133с.

12. Конспект лекцій з дисципліни «Техніка високих напруг» : методичні вказівки для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» й спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / укл. : О. О. Вакуленко. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. – 180 с.

13. Михайлів В. І. Техніка високих напруг : конспект лекцій / В. І. Михайлів, В. М. Черноус. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. – 235 с.

#### **Додаткова література**

1. Електронна версія навчального посібника: В. С. Собчук «Техніка та електрофізика високих напруг», Вінниця. ВДГУ, 2003, – 86 с.

2. Електронна версія лабораторного практикуму: В. С. Собчук «Техніка та електрофізика високих напруг», Вінниця. ВДГУ, 2002, – 81 с.

3. Електронна версія навчального посібника: В. С. Собчук «Грозозахист електротехнічних комплексів», Вінниця. ВНТУ, 2005, – 111 с.

4. Електронна версія методичних вказівок і контрольних завдань з дисципліни: «Техніка та електрофізика високих напруг», Вінниця. ВНТУ, 2005, – 16 с.

#### **Інформаційні ресурси**

1. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>

2. Енергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>

3. <http://any-book.org/download/68591.html/>