

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ОК 18 Електричні вимірювання з основами метрології**

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 «**Електротехнічні системи електроспоживання**» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Укладач: Л.С.Червінський , Біла Церква: БНАУ, 2022. 20 с.

Розробник: Леонід Степанович Червінський , доктор техн. наук, професор


Робочу програму схвалено на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
Протокол № 1 від 29.08.2022 р.

Завідувач кафедри електроенергетики,  
електротехніки та електромеханіки, професор

 М. І. Трегуб

Схвалено методичною комісією агробіотехнологічного факультету  
Протокол № 1 від 31.08.2022 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	4
2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	4
3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТУ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 141 «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»	5
4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	5
5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ЕЛЕКТРИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ З ОСНОВАМИ МЕТРОЛОГІЇ»	6
6. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ	8
7. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	9
7.1. Лекції	9
7.2. Лабораторні заняття	10
7.3. Самостійна робота	11
7.4. Орієнтовна тематика індивідуальних та групових завдань	13
8. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	13
9. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ	14
10. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	15
11. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	15
12. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ	17
13. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	18

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з навчальним планом на 2022–2023 навчальний рік, на вивчення дисципліни «Електричні вимірювання з основами метрології» для денної форми навчання виділено всього 120 академічних годин (4 кредити ECTS), у т.ч. аудиторних – 56 години (лекції – 28, лабораторні роботи – 28), самостійна робота студентів – 64 годин.

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 – 2	Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Рік підготовки	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		3	4
Загальна кількість годин – 120		Семестр	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4,3		5	7
		Лекції	
	28 год.	6 год.	
	Лабораторні		
	28 год.	6 год.	
	Самостійна робота		
	64 год.	108 год.	
	Індивідуальні завдання:		
- год.			
Вид контролю:			
іспит	іспит		

**Метою вивчення** «Електричні вимірювання з основами метрології» полягає в вивченні студентами методик вибору обладнання для вимірювання електричних величин, самих методик вимірювання, методик обробки даних вимірювання, а також правил експлуатації вимірювальних приладів.

## 2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Електричні вимірювання з основами метрології» базується на знаннях таких дисциплін, як «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки».

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

#### Загальні компетентності

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

#### Спеціальні компетентності

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.

СК4. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Символ результатів навчання за спеціальностями відповідно до освітньо-професійної програми	Результати навчання з дисципліни
<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.	ПР01.1 Знання принципів схем електрообладнання і принципів роботи електротехнічних пристроїв та методів вимірювання електричних і неелектричних показників роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту.
<b>ПРН02.</b> Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.	ПР02.1 Знання і розуміння предмету і методу, засобів та цілей метрології. ПР02.2 Розуміння класифікації та методів вимірювань. ПР02.3 Знання алгоритмів виконання технології вимірювань. ПР02.4 Знання сучасних технічних засобів вимірювань та вміння оцінки похибки та обробки результатів.
<b>ПРР06.</b> Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	ПР06.1 Вміння застосовувати інформаційно-вимірювальні системи (ІВС), знання принципів взаємодії блоків ІВС та розуміння алгоритмів функціонування системи.
<b>ПРН18.</b> Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з	ПР18.1 Вміння знаходити інформацію про сучасну вимірювальну техніку та оволодіння прикладним програмним забезпеченням

сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.	вимірювальних систем.
--	-----------------------

## **5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Електричні вимірювання з основами метрології»**

### **Змістовий модуль 1. Основи метрології**

**Тема 1.1.** Вступ до метрології. Предмет, методи, засоби і основні напрями метрології.

- 1.1.1. Класифікація вимірювань
- 1.1.2. Алгоритм виконання вимірювальної процедури
- 1.1.3. Засоби вимірювання

**Тема 1.2.** Методи вимірювань

- 1.2.1. Метод зіставлення.
- 1.2.2. Метод одного збігу (метод ноніуса).
- 1.2.3. Метод подвійного збігу (метод коінциденції).
- 1.2.4. Метод зрівноваження.
- 1.2.5. Диференціальний метод (різницевий метод).

**Тема 1.3.** Похибки вимірювання

- 1.3.1. Похибки вимірювання за способом вираження. Приставки. Множники.
- 1.3.2. Похибки вимірювання за характером зміни,
- 1.3.3. Похибки вимірювання за причинною виникнення
- 1.3.4. Точність вимірювання.
- 1.3.5. Систематичні і випадкові похибки.
- 1.3.6. Правильність, збіжність та відтворюваність вимірювань.
- 1.3.7. Надмірна похибка і промах.

**Тема 1.4.** Обробка результатів вимірювань

- 1.4.1. Нормальний закон розподілу.
- 1.4.2. Середнє арифметичне.
- 1.4.3. Середнє квадратичне відхилення.
- 1.4.4. Подання результатів вимірювань в аналітичному вигляді. Правила округлювання результатів вимірювання та значення похибки.

### **Змістовий модуль 2. Електромеханічні та електричні вимірювальні прилади.**

**Тема 2.1.** Загальні принципи вимірювання електричних величин.

2.1.1. Електричні величини і одиниці їх вимірювання. Система SI. Вимірювальна техніка для сільського господарства. Іонометрія. Вимірювання ОВП. Кондуктометричні методи.

- 2.1.2. Класи точності електровимірювальних приладів.
- 2.1.3. Моменти, що діють на рухому частину вимірювального механізму.

**Тема 2.2.** Системи електровимірювальних приладів.

- 2.2.1. Магнітоелектрична система.
- 2.2.2. Електромагнітна система.

- 2.2.3. Електродинамічна система.
- 2.2.4. Індукційна система.
- 2.2.5. Теплова система.
- 2.2.6. Термоелектрична система.
- 2.2.7. Випрямна система.
- 2.2.8. Електростатична система.
- 2.2.9. Вібраційна система.
- 2.2.10. Логометри.

### **Тема 2.3. Прилади для вимірювання електричних величин.**

- 2.3.1. Амперметри.
- 2.3.2. Гальванометри.
- 2.3.3. Вольтметри.
- 2.3.4. Ватметри.
- 2.3.5. Частотоміри.
- 2.3.6. Фазометри.
- 2.3.7. Мостові засоби вимірювань.
- 2.3.8. Шунти.
- 2.3.9. Подільники напруги.
- 2.3.10. Омметри.
- 2.3.11. Самописці.
- 2.3.12. Осцилографи.
- 2.3.13. Умовні позначення, які наносяться на електровимірювальні прилади та допоміжні частини.
- 2.3.14. Індикатори.

### **Тема 2.4. Вимірювальні трансформатори.**

- 2.4.1. Трансформатори струму.
- 2.4.2. Трансформатори напруги.
- 2.4.3. Похибки, які вносяться вимірювальними трансформаторами.

### **Тема 2.5. Вимірювання потужності та електричної енергії**

- 2.5.1. Вимірювання активної потужності в трифазних колах.
- 2.5.2. Трифазні ватметри.
- 2.5.3. Вимірювання реактивної потужності.
- 2.5.4. Вимірювання електричної енергії індукційними лічильниками.

## 6. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	всього	у тому числі					всього	у тому числі				
		л	п	лб	інд	СРС		л	п	лб	інд	СРС
<i>Змістовий модуль 1. Основи метрології</i>												
<b>Тема 1.1</b>	14	2		2	5	5	15	1				14
<b>Тема 1.2</b>	16	4		4	4	4	15	1				14
<b>Тема 1.3.</b>	16	4		4	4	4	15			1		14
<b>Тема 1.4</b>	14	2		4	4	4	15	1		1		13
<b>Разом за модуль 1</b>	<b>60</b>	<b>12</b>		<b>14</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>60</b>	<b>3</b>		<b>2</b>		<b>55</b>
<i>Змістовий модуль 2. Електричні та електромеханічні вимірювальні прилади</i>												
<b>Тема 2.1</b>	14	4		4	3	3	12			1		11
<b>Тема 2.2</b>	14	4		4	3	3	13	1		1		11
<b>Тема 2.3</b>	12	4		2	3	3	12	1		1		10
<b>Тема 2.4</b>	10	2		2	3	3	12			1		11
<b>Тема 2.5</b>	10	2		2	3	3	11	1				10
<b>Разом за модуль 2</b>	<b>60</b>	<b>16</b>		<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>60</b>	<b>3</b>		<b>4</b>		<b>53</b>
<b>Всього годин</b>	<b>120</b>	<b>28</b>		<b>28</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>120</b>	<b>6</b>		<b>6</b>		<b>108</b>

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



## 7. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 7.1. Лекції

Тема і зміст лекції	К-ть годин
<b>Змістовий модуль 1. Основи метрології.</b>	
<b>Тема 1.1.</b> Вступ до метрології. Предмет, методи, засоби і основні напрями метрології. 1.1.1. Класифікація вимірювань. 1.1.2. Алгоритм виконання вимірювальної процедури. 1.1.3. Засоби вимірювання.	2
<b>Тема 1.2.</b> Методи вимірювань 1.2.1. Метод зіставлення. 1.2.2. Метод одного збігу (метод ноніуса). 1.2.3. Метод подвійного збігу (метод коінциденції). 1.2.4. Метод зрівноваження. 1.2.5. Диференціальний метод (різницевий метод).	4
<b>Тема 1.3.</b> Похибки вимірювання. 1.3.1. Похибки вимірювання за способом вираження. 1.3.2. Похибки вимірювання за характером зміни. 1.3.3. Похибки вимірювання за причинною виникнення. 1.3.4. Точність вимірювання. 1.3.5. Систематичні і випадкові похибки. 1.3.6. Правильність, збіжність та відтворюваність вимірювань. 1.3.7. Надмірна похибка і промах.	4
<b>Тема 1.4.</b> Обробка результатів вимірювань. 1.4.1. Нормальний закон розподілу. 1.4.2. Середнє арифметичне. 1.4.3. Середнє квадратичне відхилення. 1.4.4. Подання результатів вимірювань в аналітичному вигляді. Правила округлювання результатів вимірювання та значення похибки.	2
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>12</b>
<b>Змістовий модуль 2. Електромеханічні та електричні вимірювальні прилади.</b>	
<b>Тема 2.1.</b> Загальні принципи вимірювання електричних величин. 2.1.1. Електричні величини і одиниці їх вимірювання. 2.1.2. Класи точності електровимірювальних приладів. 2.1.3. Моменти, що діють на рухому частину вимірювального механізму.	4
<b>Тема 2.2.</b> Системи електровимірювальних приладів. 2.2.1. Магнітоелектрична система. 2.2.2. Електромагнітна система. 2.2.3. Електродинамічна система.	4

2.2.4. Індукційна система. 2.2.5. Теплова система. 2.2.6 Термоелектрична система. 2.2.7. Випрямна система. 2.2.8. Електростатична система 2.2.9. Вібраційна система.	
<b>Тема 2.3. Прилади для вимірювання електричних величин.</b> 2.3.1. Амперметри. 2.3.2. Гальванометри. 2.3.3. Вольтметри. 2.3.4. Ватметри. 2.3.5. Частотометри. 2.3.6. Фазометри. 2.3.7. Мостові засоби вимірювань. 2.3.8. Шунти. 2.3.9. Подільники напруги. 2.3.10. Омметри.	4
<b>Тема 2.4. Вимірювальні трансформатори.</b> 2.4.1. Трансформатори струму. 2.4.2. Трансформатори напруги. 2.4.3. Похибки, які вносяться вимірювальними трансформаторами.	2
<b>Тема 2.5. Вимірювання потужності та електричної енергії.</b> 2.5.1. Вимірювання активної потужності в трифазних колах. 2.5.2. Трифазні ватметри. 2.5.3. Вимірювання реактивної потужності. 2.5.4. Вимірювання електричної енергії індукційними лічильниками.	2
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>16</b>
<b>Усього годин за модулем 1 і модулем 2.</b>	<b>28</b>

## 7.2. Лабораторні роботи

<b>Тема і зміст лабораторних занять</b>	<b>Кільк. Годин</b>
<b>Змістовий модуль 1. Основи метрології</b>	
<b>Тема 1.1.</b> Регламентоване включення приладів магнітоелектричної системи в кола постійного струму і приладів електромагнітної системи в кола змінного струму. Повірка і тарування приладів.	2
<b>Тема 1.2.</b> Вимірювання активної потужності та коефіцієнта потужності в колах однофазного змінного струму	4
<b>Тема 1.3.</b> Вимірювання опорів мостами змінного струму	4
<b>Тема 1.4.</b> Підключення лічильників активної електричної енергії. Повірка лічильників	4
<b>Тема 1.5.</b> Вимірювання опорів електричного кола непрямыми	2

методами. Врахування класів точності приладів.	
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>14</b>
<b>Змістовий модуль 2. Електромеханічні та електричні вимірювальні прилади.</b>	
<b>Тема 2.1.</b> Вимірювання електричних величин потенціометром (компенсатором) постійного струму. Загальні принципи вимірювання електричних величин.	4
<b>Тема 2.2.</b> Дослідження роботи аналогового цифрового перетворювача. Алгоритми роботи АЦП.	4
<b>Тема 2.3.</b> Вимірювання активної та реактивної потужностей трифазових електроспоживачів у колах змінного струму.	2
<b>Тема 2.4.</b> Вимірювання температури електровимірювальними приладами.	2
<b>Тема 2.5.</b> Вимірювання частоти, фази, активної та реактивної потужності цифровими комбінованими приладами.	2
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>16</b>
<b>Усього годин за модулем 1 і модулем 2.</b>	<b>28</b>

### 7.3. Самостійна робота

Тема і зміст самостійної роботи	К-ть Годин
<b>Змістовий модуль 1. Основи метрології.</b>	
<b>Тема 7.3.1.</b> Загальні принципи вимірювань. Система одиниць СІ. 1.1. Правила вимірювань електричних величин. Техніка безпеки. 1.2. Послідовність виконання вимірювальної процедури. 1.3. Прилади вимірювання струму, напруги, потужності, частоти.	10
<b>Тема 7.3.2.</b> Методи вимірювання електричних величин 2.1. Метод зіставлення. 2.2. Метод одного збігу (метод ноніуса). 2.3. Метод подвійного збігу (метод коінциденції). 2.4. Метод зрівноваження. 2.5. Диференціальний метод (різницевий метод).	8
<b>Тема 7.3.3.</b> Види похибок результатів вимірювання. 3.1. Причини виникнення похибок вимірювання електричних та неелектричних величин різними типами приладів.	8

3.2. Похибки вимірювання за характером зміни. 3.3. Похибки вимірювання за причинною виникнення. 3.4. Клас точності приладів та показники точності вимірювання. 3.5. Систематичні і випадкові похибки. 3.6. Правильність, збіжність та відтворюваність вимірювань. 3.7. Причини надмірних похибок і промахів.	
<b>Тема 1.4. Методи обробки результатів вимірювань.</b> 4.1. Нормальний закон розподілу. 4.2. Середні значення результатів, відхилення та коефіцієнт варіації. 4.3. Подання результатів вимірювань в аналітичному вигляді. Правила округлювання результатів вимірювання та значення похибки.	8
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	34
<b>Змістовий модуль 2. Електромеханічні та електричні вимірювальні прилади.</b>	
<b>Тема 2.1. Основні методи вимірювання електричних величин.</b> 1.1. Електричні величини і одиниці їх вимірювання. 1.2. Методи зрівноважування моменти, що діють на рухому частину вимірювального механізму.	6
<b>Тема 2.2. Системи електровимірювальних приладів.</b> 2.1. Магнітоелектрична система. 2.2. Електромагнітна система. 2.2.3. Електродинамічна система. 2.2.4. Індукційна система. 2.2.5. Теплова система. 2.2.6. Термоелектрична система. 2.2.7. Випрямна система. 2.2.8. Електростатична система 2.2.9. Вібраційна система.	6
<b>Тема 2.3. Прилади для вимірювання електричних величин.</b> 2.3.1. Амперметри. 2.3.2. Гальванометри. 2.3.3. Вольтметри. 2.3.4. Ватметри. 2.3.5. Частотоміри. 2.3.6. Фазометри. 2.3.7. Мостові засоби вимірювань. 2.3.8. Шунти. 2.3.9. Подільники напруги. 2.3.10. Омметри.	6
<b>Тема 2.4. Вимірювальні трансформатори.</b> 2.4.1. Трансформатори струму. 2.4.2. Трансформатори напруги. 2.4.3. Похибки, які вносяться вимірювальними трансформаторами.	6
<b>Тема 2.5. Вимірювання потужності та електричної енергії.</b>	6

2.5.1. Вимірювання активної потужності в трифазних колах.	
2.5.2. Трифазні ватметри.	
2.5.3. Вимірювання реактивної потужності.	
2.5.4. Вимірювання електричної енергії індукційними лічильниками.	
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>30</b>
<b>Усього годин за модулем 1 і модулем 2.</b>	<b>64</b>

#### **7.4. Орієнтовна тематика індивідуальних та групових завдань**

1. Вимірювання опору ізоляції електричних машин, приладів, кабелів тощо.
2. Вимірювання опору контурів заземлення.
3. Вибір вимірювальних приладів за класом точності.
4. Подання результатів вимірювань в аналітичному вигляді.
5. Статистична обробка експериментальних даних.
6. Апроксимація експериментальних залежностей.
7. Визначення похибки вимірювання за способом вираження, за характером зміни, за причинною виникнення.
8. Визначення точності вимірювання.
9. Визначення систематичних, випадкових і надмірних похибок та промахів.
10. Визначення правильності, збіжності та відтворюваності вимірювань.
11. Методи обробки результатів вимірювань згідно законів розподілу.
12. Визначення середнього арифметичного та середнього квадратичного відхилення.

### **8. 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 комп'ютеризованої лабораторії з електричних вимірювань з основами метрології 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.

Лабораторні роботи проводяться у форми навчального заняття, за якої студент під керівництвом викладача проводить імітаційні експерименти чи досліді 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.

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

Поточний контроль з предмету «Електричні вимірювання з основами метрології» 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 іспиту, який включає результати поточного контролю (тематичного оцінювання, виконання ІНДЗ та модульного контролю) та результати іспиту, що проводиться у формі комп'ютерного тестування у системі дистанційного навчання Moodle.

## 10. 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.

## 11. 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	Задовільно	
64–74	D		
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 «екзамен»

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



## 12. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

### *Наочні засоби:*

1. Слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point;

### *Технічні засоби:*

Вимірювальне прилади:

1. Вимірювач електроустановок TELARIS 0100 PLUS ;
2. Вимірювальний прилад сонячної енергетики AMPROBE
3. Вимірювальні трансформатори напруги.
4. Вимірювальні трансформатори струму,
5. Вимірювач добротності E4-11;
6. Детектор прихованої проводки ТН-210 ;
7. Дозиметр;
8. Амперметри лабораторні (різні);
9. Ватметри лабораторні (різні);
10. Вольтметри лабораторні (різні);
11. Люксометр 3 в одному (світло. ультрафіолет. сонячна енергія) ТМ - 208 ;
12. Магазин калібрувальних ємності P5025 ;
13. Магазин калібрувальних опорів;
14. Мегомметр, тестер ізоляції DT5500.
15. Мегомметр;
16. Мілітесламетр МТП - 2000 ;
17. Моментомір;
18. Набір вимірювальних калібровочних шунтів,
19. Осцилограф універсальний С1-72.
20. Пірометр GM1651.
21. Прецизійний мультиметр цифровий UTM171E;
22. Прилад вимірювання опору заземлення;
23. Струмовимірювальні кліщі UN1-T UT233;
24. Тахометр оптичний UN1-T UT372;
25. Термометр електричний DET3R;

26. Тестер напруженості електричного та магнітного поля GM3120;
27. Установка пробійна універсальна "УПУ - 6" ;
28. Частотомір ЧЗ-34 с ячейкой ЯЗ4-51;
29. Лічильник електричної енергії 1фаз. НІК 2102-02 М1 ;
30. Лічильник електричної енергії 3фаз. НІК 2301-01 АТ.0000.0.11 ;  
Лічильник електричної енергії 3фаз. ЦЭ6804-U

## **14. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **Основна література**

1. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О. Квітка, С.В. Галько. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 256 с.

<https://www.google.com/search?channel=crow5&client=firefox-b->

2. Основи метрології та інформаційно-вимірювальної техніки [Текст]: методичні вказівки / Уклад.: М.В. Філіппова, О.В. Волошко, С.С. Заєць – К.: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2017. – 34 с.
3. Slaev, Valery A., Anna G. Chunovkina, and Leonid A. Mironovsky. Metrology and theory of measurement. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2019.
4. Leach, Richard, and Stuart T. Smith, eds. Basics of precision engineering. CRC Press, 2018.
5. Музиченко В.А., Сенчук М.М. Методичні вказівки до виконання практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Електричні вимірювання з основами метрології» для студентів ОР «Бакалавр» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», Біла Церква, 2022. - 43 с.
6. Л. С. Патрєва І. В. Каницька. Метрологія. Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти СВО «Бакалавр» освітньої спеціальності 152 « Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка » денної форми навчання Миколаїв: 2021.
7. Основи метрології та електричних вимірювань. Частина I : конспект лекцій / В. В. Кухарчук – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 148 с.

8. Нестерчук Д.М. Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології: навчально-методичний посібник для практичних занять. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 170 с.
9. Дудюк Д.Л., Максимів В.М., Оріховський Р.Я. Електричні вимірювання. Навчальний посібник – Львів: Афіша, 2003 – 272с.
- 10.Резніченко Т.П., Рубан О.В., Дащенко В.Г. Контрольно-вимірювальні прилади. (Лабораторний практикум) НАУ– К., 1996 – 130 с.
- 11.Кухарчук В. В., Кучерук В. Ю., Володарський Є. Т., Грабко В. В. Основи метрології та електричних вимірювань. – Херсон: Олді-плюс, 2017. – 538 с
12. Основи метрології та вимірювальної техніки: підруч. для вузів у 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін.; за ред. Б. Стадника. –Львів: вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2004. –Т. 1 : Основи метрології. –524 с. – Т. 2: Вимірювальна техніка. –656 с.
13. Методика повірки metrology.kiev.ua › files › MP\_ampmetr\_voltmetr

### Допоміжна література

1. Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність"
2. ДСТУ 2681-94 Метрологія, Терміни та визначення К., Держстандарт України, 1994.
3. ДСТУ 2682-94 Метрологічне забезпечення, Основні положення К., Держстандарт України, 1998.
4. ДСТУ 2708-94 Повірка засобів вимірювань, Організація і порядок проведення К., Держстандарт України, 1998.
5. ДСТУ 3215-95 Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки, Організація та порядок проведення К., Держстандарт України, 1998.
6. ДСТУ ІЕС 60051-1:2004 Прилади електровимірювальні аналогові показувальні прямої дії та допоміжні частини до них. Частина 1. Визначення та основні вимоги, загальні для всіх частин (ІЕС 60051-1:1997, IDT
7. База нормативних документів  
<http://csm.kiev.ua/nd/nd.php?b=1&l=25418>

## Інформаційні ресурси

1. Електровимірювальні прилади Каталог *simvolt.ua* › *elektrovimryuvaln-priladi*
2. Електровимірювальні прилади [Аналогові амперметри та вольтметри](#)[Цифрові амперметри та вольтметри серії ЦА\(В\)](#)[Цифрові амперметри та вольтметри серії ЦА\(В\)- LB](#)[Цифрові малогабаритні вимірювач](#) [iinfo@asko.ua](mailto:info@asko.ua)
3. ДОЧП ВАТ «Львівський завод електровимірювальних приладів». ”МІКРОПРИЛАД-07 [info@ua-region.info](mailto:info@ua-region.info)
4. Електровимірювальні прилади.  
[https://ukrelectronic.net/vimiryuvalni\\_priladi/elektrovimiryuvalni\\_priladi/](https://ukrelectronic.net/vimiryuvalni_priladi/elektrovimiryuvalni_priladi/)
5. Мультиметри. Каталог  
<https://industrial-solutions.com.ua/store/multimeters>

## Адреси сайтів в INTERNET

1. <https://studfile.net/preview/5259028/>
2. Бібліотеки України (каталоги і повні тексти) [http://www.e-catalog.name/x/x/x.exe?LNG=&C21COM=S&I21DBN=NBUV&P21DBN=NBUV&S21FMT=infow\\_wh&S21ALL=\(<.>К%3Dмеханізація<.>\)&Z21ID=&S21SRW=TIPVID&S21SRD=&S21STN=1&S21REF=10S21CNR=&S21CNR=20](http://www.e-catalog.name/x/x/x.exe?LNG=&C21COM=S&I21DBN=NBUV&P21DBN=NBUV&S21FMT=infow_wh&S21ALL=(<.>К%3Dмеханізація<.>)&Z21ID=&S21SRW=TIPVID&S21SRD=&S21STN=1&S21REF=10S21CNR=&S21CNR=20)
3. Наукова бібліотека Національного університету біоресурсів і природокористування України [http://irb.nubip.edu.ua/cgi-bin/irbis64r\\_14/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=NUBIP&P21DBN=NUBIP&S21STN=1&S21REF=5&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=S&S21STR=Механізація%20лісогосподарських%20робіт](http://irb.nubip.edu.ua/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=NUBIP&P21DBN=NUBIP&S21STN=1&S21REF=5&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=S&S21STR=Механізація%20лісогосподарських%20робіт)
4. [www.google.com.ua](http://www.google.com.ua) – пошуковий сервер
5. [www.nbu.gov.ua](http://www.nbu.gov.ua) – Національна бібліотека України ім. Вернадського