

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Одеський національний технологічний університет**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Основи метрології та електричні вимірювання**

Обов'язкова навчальна дисципліна

Мова навчання – українська

Освітньо-професійна програма «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»

Код та найменування спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Шифр та найменування галузі знань 14 «Електрична інженерія»

Ступінь вищої освіти бакалавр

Розглянуто, схвалено та затверджено  
Методичною радою університету

РОЗРОБЛЕНО ТА ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ: кафедрою екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології Одеського національного технологічного університету

РОЗРОБНИКИ: ст.викладач кафедри ЕТтаПЕ, к.т.н., Івченко Д.О.

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології

Протокол від «09» серпня 2022 р. №1

Завідувач кафедри

ПІДПИСАНО

Юрій СЕМЕНЮК

Розглянуто та схвалено методичною радою зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія»

Голова ради

ПІДПИСАНО

Петро ОСАДЧУК

Гарант освітньої програми

ПІДПИСАНО

Борис КОСОЙ

Розглянуто та схвалено Методичною радою університету

Протокол від «22» вересня 2022 р. №1

Секретар Методичної ради  
університету

ПІДПИСАНО

Валерій МУРАХОВСЬКИЙ

## ЗМІСТ

1	Пояснювальна записка.....	4
1.1	Мета та завдання навчальної дисципліни .....	4
1.2	Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти.....	4
1.3	Міждисциплінарні зв'язки.....	5
1.4	Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС.....	5
2	Зміст дисципліни:.....	5
2.1	Програма змістових модулів.....	5
2.2	Перелік практичних занять.....	7
2.3	Перелік завдань до самостійної роботи.....	8
3	Критерії оцінювання результатів навчання.....	8
4	Інформаційне забезпечення.....	9

## 1. Пояснювальна записка

### 1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Основи метрології та електричні вимірювання» є: формування у майбутніх бакалаврів навичок постановки і вирішення завдань електричних вимірювань в установках нетрадиційної та відновлюваної енергетики.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи метрології та електричні вимірювання» є :

підготовка студентів до професійної та наукової діяльності, прищеплення навичок самостійного розв'язання конкретних завдань для безпосереднього використання в НДРС, курсовому і дипломному проектуванні.

В результаті вивчення курсу «Основи метрології та електричні вимірювання» студенти повинні:

#### **знати :**

- найбільш поширені засоби вимірювання електричних величин в установках відновлюваної та нетрадиційної енергетики;

- принципи дії, властивості, характеристики засобів вимірювання електричних величин

- методи розрахунку похибок електричних вимірювань

#### **вміти :**

- вибирати вимірювальні прилади для установок відновлюваної та нетрадиційної енергетики;

- проводити вимірювання робочих параметрів установок;

- обробляти результати вимірювань.

### 1.2. Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Основи метрології та електричні вимірювання» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в [Стандарті вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»](#) та [освітньо-професійній програмі «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»](#) підготовки бакалаврів.

#### *Загальні компетентності:*

ЗК2. Базові знання в галузі метрології, необхідні для освоєння професійно-орієнтованих дисциплін

ЗК5. Здатність до застосування знань на практиці

ЗК7. Мати дослідницькі навички

ЗК15. Потенціал до подальшого навчання

*Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:*

ФК2. Базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів в області нетрадиційної та відновлюваної енергетики

ФК3. Базові знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації об'єктів нетрадиційної та відновлюваної енергетики, устаткування та обладнання

ФК15. Уміння аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення

*Програмні результати навчання:*

ПРН6. Застосувати системний підхід, інтегруючи знання з інших дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти під час розв'язання інженерних задач за обраною спеціалізацією та проведення досліджень.

ПРН8. Здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел.

ПРН15. Володіти та застосовувати науково-методичний інструментарій в практичній діяльності.

### 1.3. Міждисциплінарні зв'язки

Попередні – «Вища математика», «Загальна фізика», «Інженерна графіка», послідовні – «Методи оптимізації енергосистем», «Експериментальні методи дослідження сонячних енергосистем», «Акумулявання енергії», «Нетрадиційні способи та засоби видобутку електричної енергії» та ін.

### 1.4. Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС

Навчальна дисципліна викладається на 2 курсі у 1 семестрі для денної та заочної форм навчання

Кількість кредитів – 4, годин - 120

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні	практичні
денна	40	24		16
заочна				
Самостійна робота, годин	Денна - 80		Заочна -	

## 2. Зміст навчальної дисципліни

### 2.1. Програма змістовних модулів

#### Змістовий модуль 1: Основи метрології

№ тем и	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	<u>Метрологія – наука про вимірювання</u> <i>Основні поняття метрології. Поняття про фізичну величину.</i> <i>Систематизація фізичних величин</i> <u>Основне рівняння вимірювання. Класифікація вимірювань</u> <i>Основне рівняння вимірювання. Класифікація вимірювань</i>	2	

№ теми	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
2.	<u>Засоби вимірювальної техніки</u> Вимірювальні пристрої. Засоби вимірювань. Методи вимірювань	2	
3.	<u>Похибки вимірювань</u> Класифікація похибок вимірювання. Класифікація систематичних похибок. Способи вилучення систематичних похибок. Випадкові похибки. Оцінювання випадкових похибок прямих вимірювань	2	
4.	<u>Властивості засобів вимірювань</u> Статичні метрологічні характеристики. Похибки засобів вимірювань. Нормування похибок засобів вимірювання. Повірка засобів вимірювальної техніки	2	

### Змістовий модуль 2: Аналогові засоби вимірювання

№ теми	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
5.	<u>Електромеханічні вимірювальні прилади</u> Узагальнена структурна схема вимірювального механізму <u>Магнітоелектричні засоби вимірювання</u> Магнітоелектричний амперметр. Магнітоелектричний логометр. Магнітоелектричний вольтметр	2	
6.	<u>Електромагнітні та електростатичні вимірювальні прилади</u> Електромагнітний вимірювальний механізм. Електростатичні вольтметри <u>Електродинамічні вимірювальні прилади</u> Електродинамічний вимірювальний механізм. Електродинамічний амперметр. Електродинамічний вольтметр. Електродинамічний ватметр	2	
7.	<u>Вимірювання струмів і напруг</u> Вимірювання струмів. Вимірювання напруг. Вимірювальні трансформатори змінного струму та напруги	2	
8.	<u>Вимірювання потужності</u> Вимірювання активної потужності в трифазних колах. Вимірювання в симетричному колі. Вимірювання реактивної потужності. Вимірювання потужності опосередкованим методом <u>Облік електричної енергії</u> Індукційний лічильник електричної енергії. Нормування похибок лічильника	2	

### Змістовий модуль 3: Електронні засоби вимірювання

№ теми	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
9.	<u>Електронні вольтметри</u> Електронні вольтметри постійних напруг. Електронні вольтметри змінних напруг <u>Електронні ватметри</u> Електронний ватметр з квадраторами. Електронний ватметр з сенсорами Холла	2	

№ тем и	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
10.	<u>Електронні частотоміри і фазометри</u> Електронні частотоміри. Суть методу заряду і розряду конденсатора. Електронний конденсаторний частотомір. Електронні фазометри. Електронний фазометр час-імпульсного перетворення	2	
11.	<u>Мостові засоби вимірювання</u> Міст Уїтстона. Загальна теорія мостових схем. Вимірювальні мости постійного струму. Одинарний (чотириплечий) міст постійного струму. Подвійний (шестиплечий) міст постійного струму. Вимірювальні мости змінного струму. Мости для вимірювання ємності. Мости для вимірювання параметрів котушок індуктивності. Автоматичний міст постійного струму	2	
12.	<u>Компенсаційні засоби вимірювання</u> Компенсатори постійного струму. Дві схеми компенсації напруги. Компенсатор постійного струму. Компенсатори змінного струму <u>Осцилографи</u> Світлопроменевий осцилограф. Електронно-променевий осцилограф. Вимірювання параметрів сигналів. Метод каліброваних шкал	2	
	<b>Разом</b>	<b>24</b>	

## 2.2. Перелік практичних занять

№ з/п	Назва практичного заняття	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	<u>Загальні відомості про метрологію та електричні вимірювання</u> Основні поняття метрології; Класифікація ЗВТ та методів вимірювання	2	
2.	<u>Похибки вимірювань</u> Похибки та невизначеність вимірювання; Подання результатів вимірювання; Оцінка похибок прямих вимірювань; Оцінка похибок опосередкованих вимірювань; Методичні похибки вимірювання електричних величин	2	
3.	<u>Міри електричних величин</u> Еталони та міри	2	
4.	<u>Масштабні перетворювачі струму і напруги</u> Шунти та додаткові опори; Вимірювальні трансформатори струму та напруги	2	
5.	<u>Вимірювання параметрів електричних сигналів</u> Загальні відомості про аналогові електровимірювальні засоби вимірювальної техніки Дискретизація та квантування; Аналогово-цифрові перетворювачі	2	
6.	<u>Електровимірювальні прилади</u> Основні характеристики ЗВТ; Повірка та калібрування ЗВТ; ЗВТ магнітоелектричної системи; ЗВТ електромагнітної системи; ЗВТ електродинамічної системи; ЗВТ феродинамічної системи; ЗВТ індукційної системи; ЗВТ електростатичної системи; Електронні ЗВТ; Мікропроцесорні пристрої	2	

№ з/п	Назва практичного заняття	Кількість годин	
		денна	заочна
7.	<i>Вимірювання параметрів електричних кіл Мостові вимірювальні схеми; Вимірювання потужності в трьохфазних мережах</i>	2	
8.	<i>Інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) Загальні принципи побудови і функціонування ІВС; Автоматична система контролю та обліку енергії</i>	2	
	<b>Всього</b>	<b>16</b>	

### 2.3. Перелік завдань до самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	<i>Опрацювання лекційного матеріалу</i>	10	
2.	<i>Підготовка до практичних</i>	15	
3.	<i>Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції</i>	15	
4.	<i>Виконання індивідуальних навчально- дослідних завдань</i>	29	
	<b>Всього</b>	<b>69</b>	

### 3. Критерії оцінювання результатів навчання

Види контролю: поточний, підсумковий – *диф.залик*.

#### Нарахування балів за виконання змістового модуля

Вид роботи, що підлягає контролю	Оцінні бали		Форма навчання							
	min	max	Кільк. робіт, од-ць	денна		заочна		Кільк робіт, од-ць	Сумарні бали	
				min	max	min	max			
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<b>Змістовий модуль 1: Основи метрології.</b>										
Робота на лекціях	1	2	6	6	12					
Виконання практичних завдань	4	8	3	12	24					
Опрацювання тем, не винесених на лекції	1	2	3	3	6					
Підготовка до практичних завдань	1	2	3	3	6					
Виконання індивідуальних завдань	16	22	1	16	22					
Проміжна сума				40	60					
Модульний контроль у поточному семестрі	20	40	1	20	40					
Оцінка за змістовий модуль 1	–	–	–	60	100					



Вид роботи, що підлягає контролю	Оцінні бали		Форма навчання					
			денна			заочна		
	min	max	Кільк. робіт, од-ць	Сумарні бали		Кільк. робіт,	Сумарні бали	
min				max	min		max	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Змістовий модуль 2: Аналогові засоби вимірювання.</b>								
Робота на лекціях			6	6	12			
Виконання практичних завдань			3	12	24			
Опрацювання тем, не винесених на лекції			3	3	6			
Підготовка до практичних завдань			3	3	6			
Виконання індивідуальних завдань			1	16	22			
Проміжна сума				40	60			
Модульний контроль у поточному семестрі			1	20	40			
Оцінка за змістовий модуль 2			–	60	100			
<b>Змістовий модуль 3: Електронні засоби вимірювання.</b>								
Робота на лекціях	1	2	6	6	12			
Виконання практичних завдань	4	8	3	12	24			
Опрацювання тем, не винесених на лекції	1	2	3	3	6			
Підготовка до практичних завдань	1	2	3	3	6			
Виконання індивідуальних завдань	16	22	1	16	22			
Проміжна сума				40	60			
Модульний контроль у поточному семестрі	20	40	1	20	40			
Оцінка за змістовий модуль 3	–	–	–	60	100			
Разом з дисципліни			60...100					

#### 4. Інформаційні ресурси

##### Базові (основні):

1. Електричні вимірювання [Текст] : навч. посіб. / Д. Л. Дудюк, В. М. Максимів, Р. Я. Оріховський. — Вид. 2-ге, випр. — Львів : Афіша, 2003. — 272 с. — МОН. Мова: Українська Шифр: 621.3(075) Авторський знак: Д81
2. Основи електричних вимірювань [Текст] : підручник / О. Г. Шаповаленко, В. М. Бондар. — Київ : Либідь, 2002. — 320 с. Мова: Українська Шифр: 621.3(075) Авторський знак: Ш24
3. Метрологія, технологічні вимірювання та прилади [Електронний ресурс] : навч. посіб. / В. Г. Муратов. — Вид. 3-е, допов. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 390 с. Мова: Українська Шифр: 006(075) Авторський знак: М91
4. Метрологія та основи вимірювань [Текст] : навч. посіб. / В. Д. Цюцюра, С. В. Цюцюра. — Київ : Знання-Прес, 2003. — 180 с. — (Вища освіта ХХІ століття). Мова: Українська Шифр: 006(075) Авторський знак: Ц98
5. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація [Текст] : навч.

посіб. / С. В. Цюцюра, В. Д. Цюцюра. — 3-тє вид., стер. — Київ : Знання, 2006. — 242 с. — (Вища освіта ХХІ століття). Мова: Українська Шифр: 006(075) Авторський знак: Ц98

#### **Допоміжна**

1. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація [Текст] : навч. посіб. / С. В. Цюцюра, В. Д. Цюцюра. — 3-тє вид., стер. — Київ : Знання, 2006. — 242 с. — (Вища освіта ХХІ століття). Мова: Українська Шифр: 006(075) Авторський знак: Ц98

2. Електричні і радіотехнічні вимірювання [Текст] : посібник для пед. працівників та учнів проф.-техн. навч. закладів / А. М. Гуржій, Н. І. Поворознюк. — Київ : Навч. книга, 2002. — 287 с. Мова: Українська Шифр: 621.3(075) Авторський знак: Г95

3. Вимірювальні перетворювачі (сенсори) [Текст] : підручник / В. М. Ванько, Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук ; за ред. Є. С. Поліщука, В. М. Ванька ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2015. — 584 с. Мова: Українська Шифр: 621.3(075) Авторський знак: В47

4. Метрологія та вимірювальна техніка [Текст] : підручник / Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець та ін.; за ред. Є. Поліщука. — Львів : Бескид Біт, 2003. — 544 с. Мова: Українська Шифр: 006(075) Авторський знак: М54