

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

 Наталя Савченко

« 30 » серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Електричні вимірювання

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці

(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2024 рік**



## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)	
Кількість кредитів – 4,5	<b>Галузь знань</b> <u>14 Електрична інженерія</u> (шифр і найменування)	Обов'язкова	
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>	
Кількість змістовних модулів – 2	<b>Спеціальність</b> <u>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u> (код і найменування)	2024/2025	
Індивідуальне завдання (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 64 /135	<b>Освітня програма</b> <u>Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці</u> (найменування)	<u>3-й</u>	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 2		<b>Лекції*</b>	32 годин
	<b>Практичні, семінарські*</b>	16 годин	
	<b>Лабораторні*</b>	16 годин	
	<b>Самостійна робота</b>	71 годин	
	<b>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</b>	<b>Вид контролю</b>	модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:  
64/71

\*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета:** формування у студентів знань та практичних навичок для розробки та експлуатації приладів для електричних вимірювань.

**Завдання:** вивчення конструкцій, принципів дії електричних вимірювальних приладів та областей їх застосування.

### **Компетентності, які набуваються**

#### **Загальні компетентності:**

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК07. Здатність працювати в команді та автономно.

#### **Фахові компетентності**

- ФК02. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки, а також комп'ютерне програмне забезпечення для аналізу і синтезу комп'ютерно-інтегрованих систем управління.
- ФК03. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій.
- ФК04. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
- ФК13. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.
- ФК14. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.
- ФК15. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

#### **Очікувані результати навчання:**

- ПРН02. 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.

- ПРН05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- ПРН06. Знати математику, фізику, механіку, електроніку та мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем управління в енергетиці.
- ПРН22. Вміти самостійно вчитися, опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

**Пререквізити:** Вища математика, Фізика.

**Кореквізити:** Теоретичні основи електротехніки.Ч.1, Технічна механіка, Електроосвітлювальні установки.

**Постреквізити:** Електричні апарати, Електричні системи та мережі, Електрична частина станцій і підстанцій, Електропривід та системи керування Ч1 та Ч2, Основи електропостачання.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

##### **Змістовний модуль 1.**

##### **Тема 1. Основні поняття та визначення. Характеристики засобів вимірювань.**

Діапазон вимірювань, похибки засобів вимірювань, варіації показів, чутливість до вхідної величини, споживана потужність, швидкодія, час встановлення показів і надійність. Вплив характеристик на результати вимірювань.

##### **Тема 2. Еталони та міри електричних величин.**

Еталони, взірцеві та робочі засоби вимірювань. Міри ЕРС. Міри електричного опору. Міри індуктивності та взаємної індуктивності. Міри ємності.

##### **Тема 3. Вимірювальні перетворювачі електричних величин.**

Схеми вмикання шунта і додаткового опору. Схема резистивних дільників напруги. Вимірювальні трансформатори струму і напруги.

##### **Тема 4. Загальна характеристика аналогових вимірювальних приладів прямого перетворення.**

Структурна схема електромеханічних приладів прямого перетворення. Динаміка рухомої частини електромеханічних вимірювальних механізмів. Загальне рівняння шкали. Перехідні характеристики вимірювального механізму.

##### **Тема 5. Загальні вузли електромеханічних вимірювальних механізмів.**

Відліковий пристрій, пристрої для створення протидійного і заспокоючого моментів, пристрій для встановлення рухомої частини.

#### **Тема 6. Магнітоелектричні вимірювальні механізми.**

Основні схеми вимірювальних механізмів. Умовні позначення, що наносяться на аналогові електромеханічні вимірювальні прилади. Створення обертального моменту у вимірювальному механізмі магнітоелектричних приладів. Рівняння шкали, залежність кута повороту рухомої частини приладу від вимірюваної величини струму  $I$ .

#### **Тема 7. Електромагнітні вимірювальні механізми.**

Створення обертального моменту в електромагнітних вимірювальних механізмах. Залежність кута повороту рухомої частини приладу від вимірюваної величини струму  $I$ .

#### **Тема 8. Електродинамічні та феродинамічні вимірювальні механізми.**

Будова електродинамічного вимірювального механізму. Обертальний момент в електродинамічних і феродинамічних вимірювальних механізмах. Ватметри електродинамічної та феродинамічної системи. Вимірювання потужності в колах постійного та змінного струму.

#### **Тема 9. Індукційні вимірювальні механізми.**

Індукційні вимірювальні механізми. Лічильники. Індукційний двопоточний вимірювальний механізм. Розрахунок обертального моменту.

#### **Тема 10. Вимірювання електричних величин методом порівняння з мірою.**

Метод протиставлення. Диференціальний метод. Метод заміщення. Метод співпадань. Вимірювальні містки постійного струму. Подвійний місток.

#### **Тема 11. Вимірювальні містки змінного струму. Компенсаційні кола.**

Схеми містків змінного струму для вимірювання ємності та індуктивності. Реактивні та повні опори. Рівняння рівноваги в комплексній формі. Узагальнена схема компенсаційного кола. Схема високоточного потенціометра з застосуванням накладання струмів.

#### **Тема 12. Цифрові вимірювальні прилади. Основні поняття та визначення.**

Аналогова і цифрова форми представлення інформації. Модуляція (кодування), дискретизація і квантування. Системи числення і коди. Двійковий код.

Двійково-десятичний код.

#### **Тема 13. Методи перетворення аналогових сигналів у код.**

Метод послідовного рахунку. Метод порозрядного урівноваження. Метод одночасного зчитування.

#### **Тема 14. Структура , основні вузли цифрових вимірювальних пристроїв.**

Структурна схема ЦВП. Тригери і лічильні пристрої. Дешифратори. Знакові індикатори. Компаратори. Цифро-аналогові перетворювачі.

### **Тема 15. ЦВП для вимірювання інтервалу часу та частоти. Цифрові вольметри постійного струму.**

Функціональна схема вимірювача інтервалу часу. Структурна схема вимірювача частоти. Функціональна схема час-імпульсного вольтметра. Функціональна схема число-імпульсного вольтметра. Структурна схема кодо-імпульсного вольтметра.

### **Тема 16. Цифрові осцилографи. Цифрові мультиметри. Застосування мікропроцесорів у вимірювальній техніці.**

Структурна схема цифрового осцилографа. Структурна схема цифрового мультиметра. Функціональна схема цифрового процесорного приладу.

## **4. Структура навчальної дисципліни**

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	С. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Змістовний модуль 1.</b>					
Тема 1. Основні поняття та визначення. Характеристики засобів вимірювань.	6	2			4
Тема 2. Еталони та міри електричних величин.	6	2			4
Тема 3. Вимірювальні перетворювачі електричних величин.	10	2	4		4
Тема 4. Загальна характеристика аналогових вимірювальних приладів прямого перетворення.	10	2	4		4
Тема 5. Загальні вузли електромеханічних вимірювальних механізмів.	6	2			4
Тема 6. Магнітоелектричні вимірювальні механізми.	10	2		4	4
Тема 7. Електромагнітні вимірювальні механізми.	10	2		4	4

Тема 8. Електродинамічні та феродинамічні вимірювальні механізми.	10	2		4	4
Модульний контроль	2				2
<b>Змістовий модуль № 2</b>					
Тема 9. Індукційні вимірювальні механізми.	6	2			4
Тема 10. Вимірювання електричних величин методом порівняння з мірою.	10	2	4		4
Тема 11. Вимірювальні містки змінного струму. Компенсаційні кола.	10	2	4		4
Тема 12. Цифрові вимірювальні прилади. Основні поняття та визначення.	6	2			4
Тема 13. Методи перетворення аналогових сигналів у код.	6	2			4
Тема 14. Структура , основні вузли цифрових вимірювальних пристроїв.	7	2			5
Тема 15. ЦВП для вимірювання інтервалу часу та частоти. Цифрові вольметри постійного струму.	7	2			5
Тема 16. Цифрові осцилографи. Цифрові мультиметри. Застосування мікропроцесорів у вимірювальній техніці.	11	2		4	5
Модульний контроль	2				2
<b>Усього годин</b>	<b>135</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>71</b>

## **5. Теми семінарських занять**

Не передбачено навчальним планом



## 6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок додаткових опорів та шунтів для мультиметра.	4
2	Розрахунок вимірювальних трансформаторів струму і напруги.	4
3	Розрахунок вимірювального містка постійного струму.	4
4	Розрахунок вимірювального містка змінного струму.	4
	<b>Разом</b>	16

## 7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вимірювання опору методом амперметра вольтметра та за допомогою містка постійного струму.	4
2	Визначення індуктивності котушки, ємності конденсатора і закону Ома для кола змінного струму.	4
3	Вимірювання потужності змінного струму та зсуву фаз між струмом і напругою.	4
4	Дослідження згасаючих коливань у коливальному контурі	4
	<b>Разом</b>	16

## 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні поняття та визначення. Характеристики засобів вимірювань.	4
2	Еталони та міри електричних величин.	4
3	Вимірювальні перетворювачі електричних величин.	4
4	Загальна характеристика аналогових вимірювальних приладів прямого перетворення.	4
5	Загальні вузли електромеханічних вимірювальних механізмів.	4
6	Магнітоелектричні вимірювальні механізми.	4
7	Електромагнітні вимірювальні механізми.	4
8	Електродинамічні та феродинамічні вимірювальні механізми.	4
9	Індукційні вимірювальні механізми.	4

10	Вимірювання електричних величин методом порівняння з мірою.	4
11	Вимірювальні містки змінного струму. Компенсаційні кола.	4
12	Цифрові вимірювальні прилади. Основні поняття та визначення.	4
13	Методи перетворення аналогових сигналів у код.	4
14	Структура, основні вузли цифрових вимірювальних пристроїв.	5
15	ЦВП для вимірювання інтервалу часу та частоти. Цифрові вольметри постійного струму.	5
16	Цифрові осцилографи. Цифрові мультиметри. Застосування мікропроцесорів увимірювальній техніці.	5
	Модульний контроль	4
	<b>Разом</b>	<b>71</b>

### 9. Індивідуальне завдання

Не передбачено навчальним планом.

### 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

### 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

### 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Виконання і захист практичних робіт	0...2	4	0...16
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	4	0...16
Модульний контроль	0...18	1	0...18
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Виконання і захист практичних робіт	0...2	4	0...16
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	4	0...16
Модульний контроль	0...18	1	0...18
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Білет для іспиту складається з двох теоретичних запитань та практичної задачі. Максимальна кількість балів за кожне питання до 35 балів (сума – 100 балів). Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

### **Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру**

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі лабораторні та практичні роботи.

**Добре (75-89).** Показати тверді знання, захистити всі лабораторні та практичні роботи на оцінку "добре"

**Відмінно (90-100).** захистити всі лабораторні та практичні роботи з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Безпомилково захищати всі лабораторні та практичні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

### **Шкала оцінювання: бальна і традиційна**

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### **13. Методичне забезпечення**

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Електричні вимірювання».  
[https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1EJnJId0WEE22OjkTR3pHPvMQ1H7y\\_6I2](https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1EJnJId0WEE22OjkTR3pHPvMQ1H7y_6I2).
2. Навчально-методичний комплекс дисципліни:  
<https://mentor.khai.edu>

### **14. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Блецкан Д.І., Горват А.А., Кабацій В.М. Електричні вимірювання: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / За редакцією професора Д. І. Блецкана.– Ужгород.: ВАТ “Видавництво “Закарпаття”, 2008. – 400 с.;

2. Вступ до техніки вимірювань. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І.Д. Шовкун, О.В. Семеновська, Т.А. Саурова – Електронні текстові данні (1 файл: 3317 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 147 с.

3. Нестерчук Д.М. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О.Квітка, С.В.Галько. – Мелітополь: Виданвищо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 206 с.

### **Допоміжна**

1. Навчальний посібник до самостійного вивчення курсу "Основи метрології і електричних вимірювань" для студентів спеціальності 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” денної та заочної форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2017. - 141 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. Сайт університету <http://www.khai.edu>
2. Сайт кафедри <http://www.k305.edu>