

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ****Національний авіаційний університет****Аерокосмічний факультет****Кафедра комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій**

УЗГОДЖЕНО

Декаан АКФ


  
 « 24 » 11 2023 р.

Микола КУЛИК

2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

  
 « 14 » 12 2023 р.

Анатолій ПОЧУХІН



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА****навчальної дисципліни****«Основи метрології, електричні вимірювання та прилади»**

Освітньо-професійна програма: «Енергетичний менеджмент»

Освітньо-професійна програма: «Електротехнічні системи електроспоживання»

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Форма навчання	Сем.	Усього (год. / кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна	4	135 / 4,5	34	17	17	67	ДЗ – 4с.	-	екзамен – 4с.
Заочна	4,5	135 / 4,5	6	4	4	121	К.р - 5с.	-	екзамен – 5с.

Індекс: НБ-1-141-1/21-2.1.10Індекс: НБ-1-141-2/21-2.1.10Індекс: НБ-1-141-2з/21-2.1.10



Система менеджменту якості.  
Робоча програма  
навчальної дисципліни  
«Основи метрології, електричні  
вимірювання та прилади»

Шифр  
документа

СМЯ НАУ  
РП 07.01.07-02-2023

Стор. 2 із 14

Робочу програму навчальної дисципліни «Основи метрології, електричні вимірювання та прилади» розроблено на основі освітньо-професійних програм «Енергетичний менеджмент», «Електротехнічні системи електроспоживання», навчальних та робочих навчальних планів №НБ-1-141-1/21, РБ-1-141-1/21, РБ-1-141-1/22, РБ-1-141-1/23, №НБ-1-141-2/21, РБ-1-141-2/21, РБ-1-141-2/22, РБ-1-141-2/23 та №НБ-1-141-2з/21, РБ-1-141-2з/21 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив:

професор кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій \_\_\_\_\_

Володимир КВАСНІКОВ

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Електротехнічні системи електроспоживання», спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» – кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій, протокол № 18 від «16» 10 2023 р.

Гарант освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ Сергій ЄГОРОВ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Володимир КВАСНІКОВ

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент», спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» – кафедри автоматизації та енергоменеджменту, протокол № 19 від «06» 11 2023 р.

Гарант освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ Сергій ІЛЬЄНКО

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Віктор ЗАХАРЧЕНКО

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради Аерокосмічного факультету, протокол № 3 від «24» 11 2023 р.

Заступник Голови НМРП \_\_\_\_\_ Микола СВИРИД

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник



## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	4
<b>1. Пояснювальна записка</b> .....	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни .....	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна .....	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна .....	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки .....	5
<b>2. Програма навчальної дисципліни</b> .....	5
2.1. Зміст навчальної дисципліни .....	5
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля .....	6
2.3. Тематичний план .....	9
2.4. Домашнє завдання.....	10
2.5. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН).....	11
2.6. Перелік питань для підготовки до екзамену .....	11
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни</b> .....	12
3.1. Методи навчання .....	12
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) .....	12
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет .....	12
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь</b> .....	13



## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Основи метрології, електричні вимірювання та прилади» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

## 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

### 1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Дана навчальна дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь з метрологічного забезпечення інженерних систем, що формують фахівця в області електротехнічних та світлотехнічних систем та технологій.

Метою викладання дисципліни є надання знань з основ метрології, принципів побудови засобів вимірювальної техніки, методів і методик вимірювань, критеріїв вибору і раціонального та безпечного застосування засобів вимірювальної техніки для вимірювання електричних і неелектричних величин, методів обробки і подання результатів вимірювання, метрологічного забезпечення виробництва, застосування стандартів і нормативно-технічних документів.

Завданням вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння методами вимірювання електричних та неелектричних фізичних величин;
- дослідження метрологічних характеристик засобів вимірювань;
- визначення похибок засобів вимірювань;

- опанування метрологічної термінології, теорії похибок, принципів дії та будови засобів вимірювальної техніки;

- опанування основних навичок раціонального обрання методів вимірювань і засобів вимірювальної техніки, вимірювання різноманітних електричних та неелектричних величин, опрацювання результатів вимірювань та подання їх у потрібних формах, виконання правил техніки безпеки при вимірюваннях;

- ознайомлення з основами метрологічного забезпечення сучасного виробництва;
- опанування основних положень системи стандартизації.

### 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

В результаті вивчення даної дисципліни студент набуває наступних основних навичок:

- оволодіти теоретичною базою з основ метрології: способами отримання вимірювальної інформації, системами одиниць фізичних величин, теорією похибок та способами їх усунення, поняттями єдності вимірювань, еталонів фізичних величин та способів їх відтворення;

- знати метрологічні характеристики засобів вимірювань фізичних величин, способи оцінки їх чутливості, динамічних характеристик, методи оцінки похибок вимірювань.

-оволодіти знаннями щодо метрологічних вимірювань різних фізичних величин; -оволодіти знаннями з основ стандартизації та сертифікації.

#### Програмні результати навчання

##### ОПП «Енергетичний менеджмент»

ПР2. 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.

ПР6. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.



ПР8. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР14. Розуміти принципи європейської демократії та поваги до прав громадян, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПР16. Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПР20. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем у галузі.

ПР22. Оволодіння робочими навичками працювати самостійно (кваліфікаційна робота), або в групі (лабораторні роботи, включаючи навички лідерства при їх виконанні), уміння отримати результат у рамках обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та унеможливлення плагіату.

#### *ОПП «Електротехнічні системи електроспоживання»*

ПРН2. 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.

ПРН18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

### **1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.**

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути такі **компетентності**:

- раціонально обирати і застосовувати стандартизовані методи та засоби вимірювання відповідних фізичних величин при встановлених вимогах до точності та достовірності вимірювань;
- враховувати особливості приладів під час визначення результатів вимірювань;
- дотримуючись правил безпеки, вимірювати різноманітні електричні та неелектричні фізичні величини, опрацьовувати результати вимірювань та подавати їх в потрібній формі;
- самостійно опановувати нову вимірювальну техніку, стандарти та іншу метрологічну нормативно-технічну документацію;
- оцінювати необхідні метрологічні характеристики електротехнічних та світлотехнічних систем;
- виконувати дослідження систем з використанням Electronic Workbench.

#### **Інтегральна компетентність**

ІК1. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризується комплексністю і невизначеністю умов.

#### *ОПП «Енергетичний менеджмент»*

#### **Загальні компетентності**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.



ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК7. Здатність працювати в команді.

ЗК8. Здатність працювати автономно.

ЗК11. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

#### **Фахові компетентності**

ФК1. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК7. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

*ОПП «Електротехнічні системи електроспоживання»*

#### **Загальні компетентності**

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

#### **Фахові компетентності**

ФК3. 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.

### **1.4. Міждисциплінарні зв'язки.**

Дана дисципліна базується на знаннях таких дисциплін, як «Вища математика», «Загальна фізика», «Обчислювальна техніка та алгоритмічні мови», та є базою для вивчення наступних дисциплін, а саме: «Електротехнічні матеріали», «Теоретичні основи електротехніки», «Техніка високих напруг», «Електричні системи та мережі», «Альтернативні джерела електричної енергії» та інших.

## **2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **2.1. Зміст навчальної дисципліни**

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля №1 «Похибки засобів вимірювальної техніки»

- навчального модуля №2 «Методи та засоби вимірювання електричних величин», кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

### **2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля**

#### **Модуль № 1 «Похибки засобів вимірювальної техніки»**

##### **Інтегровані вимоги модуля №1:**

У результаті вивчення модуля №1 студент повинен:

##### **Знати:**

- основні терміни та визначення в галузі метрологічного забезпечення електротехнічних та світлотехнічних систем;

- основи теорії похибок і опрацювання вимірювальної інформації.

##### **Вміти:**



- самостійно опанувати нову вимірювальну техніку, стандарти та іншу метрологічну нормативно-технічну документацію;
- оцінювати необхідні метрологічні характеристики електротехнічних та світлотехнічних систем;
- виконувати дослідження систем з використанням Electronic Workbench.

### **Тема 1. Вступ. Загальні відомості про метрологію.**

Метрологія – наука про вимірювання її функції та розділи. Основні етапи розвитку метрології. Загальні положення та основна термінологія. Основні відомості про одиниці фізичних величин та системи одиниць. Міжнародна система одиниць фізичних величин. Роль метрології та вимірювальної техніки у вирішенні завдань науково-технічного прогресу. Нормативні документи з метрології.

### **Тема 2. Види та методи вимірювань. Класифікація методів вимірювань.**

Метод безпосередньої оцінки та методи порівняння з мірою. Метод зрівноваження з регульованою мірою. Метод збігу та метод подвійного збігу. Нульовий, диференціальний та метод зіставлення. Планування та організація вимірювань. Основні етапи вимірювального експерименту. Завдання етапів підготовки та планування вимірювань. Пасивні та активні вимірювальні експерименти.

### **Тема 3. Похибки засобів вимірювальної техніки.**

Абсолютні та відносні похибки. Динамічні характеристики засобів вимірювань. Інструментальні та методичні. Статичні метрологічні характеристики. Основні та додаткові похибки, причини їх виникнення, границі допустимих основної та додаткової похибок. Адитивні і мультиплікативні похибки. Клас точності засобу вимірювання. Визначення границь допустимих похибок для різних засобів вимірювань.

### **Тема 4. Систематичні похибки засобів вимірювальної техніки.**

Абсолютна, відносна зведена похибки. Методичні та інструментальні похибки. Статичні, динамічні, адитивні, мультиплікативні, основні та додаткові похибки. Систематичні та випадкові похибки. Причини виникнення систематичних похибок та методи їх зменшення.

### **Тема 5. Випадкові похибки засобів вимірювальної техніки.**

Опис випадкових похибок за допомогою функцій розподілу. Закони розподілу випадкових похибок. Моменти випадкових похибок. Критерії визначення відповідності сукупності випадкових похибок нормальному закону розподілу. Оцінка результату багаторазових вимірювань. Оцінка середнього квадратичного відхилення. Оцінка середнього квадратичного відхилення результату спостереження та результату вимірювання. Довірчі границі випадкового відхилення результату спостереження. Довірчі границі результату вимірювання.

### **Тема 6. Обробка результатів багаторазових спостережень.**

Виявлення та виключення грубих помилок. Похибки непрямих вимірювань. Систематичні похибки непрямих вимірювань. Випадкові похибки непрямих вимірювань. Критерії незначних похибок.

### **Тема 7. Метрологічні характеристик засобів вимірювальної техніки.**

Нормування метрологічних характеристик. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологічна атестація, перевірка та ревізія засобів вимірювальної техніки. Акредітація вимірювальних і калібрувальних лабораторій. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання.

## **Модуль № 2 «Методи та засоби вимірювання електричних величин»**

### **Інтегровані вимоги модуля №2:**

У результаті вивчення модуля №2 студент повинен:

#### **Знати:**

- основні методи та засоби вимірювання фізичних величин;
- основні види, методи та засоби вимірювання фізичних величин;



- принципи побудови, властивості та способи застосування засобів вимірювальної техніки загально-технічного та спеціального призначення.

**Вміги:**

- раціонально обирати і застосовувати стандартизовані методи та засоби вимірювання відповідних фізичних величин при встановлених вимогах до точності та достовірності вимірювань;

- враховувати особливості приладів під час визначення результатів вимірювань;

- дотримуючись правил безпеки, вимірювати різноманітні електричні та неелектричні фізичні величини, опрацьовувати результати вимірювань та подавати їх в потрібній формі

**Тема 1. Вимірювання параметрів постійного та змінного струму за допомогою аналогових електромеханічних вимірювальних приладів.**

Міри електричних величин. Прилади магнітоелектричної, електромагнітної, електродинамічної та феродинамічної систем. Їх конструкція, принципи дії, переваги та недоліки. Авіаційні магнітоелектричні логометри. Електро та феродинамічні вимірювальні механізми. Індукційні лічильники електричної енергії в колах змінного струму. Умовні позначення на шкалах приладів.

**Тема 2. Електронні вольтметри постійного, змінного струму та універсальні.**

Особливості застосування електронних вольтметрів для вимірювання параметрів сигналів синусоїдальної та не синусоїдальної форми. Високочутливі вольтметри для вимірювання малих напруг. Піковий вольтметр та вольтметр середніх квадратичних значень.

**Тема 3. Вимірювальні мости та компенсатори.**

Умова рівноваги моста. Одинарний та подвійний мости. Вимірювання активних та реактивних опорів за допомогою мостів постійного та змінного струмів. Мости для вимірювання параметрів котушок індуктивності. Мости з автоматизованим процесом зрівноваження. Компенсатори постійного та змінного струмів.

**Тема 4. Вимірювання параметрів сигналів за допомогою електронно-променевого осцилографа.**

Електронно-променеві осцилографи та їх класифікація. Основні характеристики та параметри електронних осцилографів. Структурна схема типового електронного осцилографа. Вимірювання частоти, амплітуди та фазового зсуву за допомогою осцилографа.

**Тема 5. Цифрові засоби вимірювальної техніки.**

Загальні відомості про цифрові вимірювальні прилади. Основні принципи побудови цифрових вимірювальних приладів та їх узагальнена схема. Квантування за рівнем вимірювальної величини та дискретизація в часі. Аналогово-цифрове перетворення та похибки при дискретизації. Кодування результату аналогово-цифрового перетворення.

**Тема 6. Цифрові вольтметри.**

Структурні схеми цифрових вольтметрів та особливості застосування цифрового вольтметра. Принцип дії цифрового вольтметра час-імпульсного перетворення. Принцип дії цифрового вольтметра послідовного наближення. Цифровий вольтметр слідкувального зрівноваження.

**Тема 7. Цифровий осцилограф.**

Структурна схема цифрового осцилографа. Вимірювання параметрів сигналів за допомогою цифрового осцилографа. Особливості виникнення похибок у цифрових приладах. Вимірювання частоти та інтервалів часу цифровими осцилографами. Переваги цифрового осцилографа в порівнянні з аналоговим. Особливості застосування цифрового осцилографа.

**Тема 8. Вимірювання неелектричних величин електричними методами.**

Особливості вимірювання неелектричних величин. Генераторні вимірювальні перетворювачі неелектричних величин. Індукційні перетворювачі. П'єзоелектричні перетворювачі. Термоелектричні перетворювачі. Фотоелектричні перетворювачі. Параметричні вимірювальні перетворювачі неелектричних величин. Резистивні перетворювачі. Ємнісні перетворювачі. Індуктивні перетворювачі.





### 2.3. Тематичний план.

№ пор	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)									
		Денна форма навчання					Заочна форма навчання				
		Усього	Лекції	Прак. заняття	Лаб. заняття	СРС	Усього	Лекції	Прак. заняття	Лаб. заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Модуль №1 «Похибки засобів вимірювальної техніки»</b>											
1.1	Вступ. Роль метрології, та вимірювальної техніки у вирішенні завдань науково-технічного прогресу. Нормативні документи з метрології	4 семестр					4 семестр				
		6	2	2	-	2	7	-	-	-	7
1.2	Види та методи вимірювань. Забезпечення єдності вимірювань	6	4	-	-	2	8	2	-	-	6
1.3	Похибки засобів вимірювальної техніки	9	2	2	2	3	8	2	-	-	6
1.4	Систематичні похибки засобів вимірювальної техніки (ЗВТ)	9	2	2	2	3	7	-	-	-	7
1.5	Випадкові похибки. Стандартні закони розподілу. Зменшення впливу випадкових похибок на результат вимірювання	9	2	2	2	3	7	-	-	-	7
1.6	Нормування метрологічних характеристик ЗВТ. Державна система забезпечення єдності вимірювань	9	2	2	2	3	8	2	-	-	6
1.7.	Домашнє завдання	8	-	-	-	8	-	-	-	-	-
1.8	Модульна контрольна робота №1	14	2	-	-	12	-	-	-	-	-
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>70</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>39</b>
<b>Модуль №2 «Методи та засоби вимірювання електричних величин»</b>											
2.1	Вимірювання параметрів постійного та змінного струму за допомогою електромеханічних вимірювальних приладів	4 семестр					5 семестр				
		9	2	2	2	3	10	-	-	-	10
2.2	Електронні вольтметри постійного, змінного струму та універсальні	9	2	2	2	3	13	-	2	-	11
2.3	Вимірювання активних та реактивних опорів за допомогою мостів постійного та змінного струмів	6	2	-	2	2	13	-	-	2	11
2.4	Вимірювання параметрів сигналів за допомогою електронно-променевого осцилографа	9	2	2	2	3	13	-	-	2	11
2.5	Принципи побудови цифрових приладів. Цифрові вольтметри	8	4	-	1	3	10	-	-	-	10
2.6	Цифровий осцилограф	4	2	-	-	2	10	-	-	-	10
2.7	Вимірювання частоти, часових інтервалів за допомогою цифрових приладів. Похибки цифрових приладів	5	2	1	-	2	13	-	2	-	11
2.8	Контрольна (домашня) робота (ЗФН)	-	-	-	-	-	8	-	-	-	8
2.9	Модульна контрольна робота №2	15	2	-	-	13	-	-	-	-	-
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>65</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>31</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>82</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>135</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>67</b>	<b>135</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>121</b>



#### **2.4. Домашнє завдання.**

Домашнє завдання "Обробка результатів експериментальних досліджень" виконується в першому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студентів і є важливим етапом у засвоєнні навчального матеріалу, що викладається у семестрі.

Домашнє завдання виконується на основі навчального матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання студентами, і є складовою модуля №1 "Похибки засобів вимірювальної техніки".

Конкретна мета завдання міститься, в залежності від варіанту завдання, у вивченні та засвоєнні методів обробки результатів експериментальних досліджень в електротехніці, зокрема, результатів вимірювань. Студентам необхідно виконати завдання, пов'язані з обчисленням та графічною побудовою характеристик випадкових похибок вимірювань. Також потрібно виконати обробку випадкових даних, а саме: знайти оцінки математичного сподівання та дисперсії вибірки, обчислити довірчі інтервали за заданою довірчою ймовірністю, побудувати емпіричну функцію розподілу та гістограму, перевірити за критерієм згоди Пірсона несуперечність статистичних даних заданому теоретичному розподілу. Для двовимірної вибірки статистичних даних за методом найменших квадратів знайти параметри параболічної (другого порядку) регресії.

Виконання, оформлення та захист домашнього завдання здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання домашнього завдання, – до 8 годин самостійної роботи.

#### **2.5. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН).**

Контрольна (домашня) робота з дисципліни виконується у п'ятому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента.

Мета виконання кожної контрольної роботи – формувати у студентів глибокі професійні знання з теорії вимірювань, метрології, методів та принципів вимірювань.

Виконання, оформлення та захист контрольної (домашньої) роботи здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання контрольної складає 8 годин самостійної роботи.

#### **2.6. Перелік питань для підготовки до екзамену.**

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.



### 3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1. Методи навчання

В процесі проведення лекційних занять для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів під час вивчення дисципліни застосовуються наступні методи навчання: лекції з використанням мультимедійних презентацій, робота в групах.

#### 3.2. Рекомендована література

##### Базова література

3.2.1. Величко О.М., Коломієць Л.В., Гордієнко Т.Б. Основи метрології та метрологічна діяльність : підручник. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 576 с.

3.2.2. Кухарчук В.В., Кучерук В.Ю., Володарський Є.Г., Грабко В.В. Основи метрології та електричних вимірювань : підручник. – стереотип. вид.– Херсон : Олді-плюс, 2020. – 538 с.

3.2.3. Пізінцалі Л.В., Александровська Н.І., Добровольський В.В. Метрологія, стандартизація, системи якості. Практикум: навч. посібник. –стереотип. вид. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – 264 с.

3.2.4. Бичківський Р.В. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: Підручник. - Львів: Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2002. - 560 с.

3.2.5. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка. Підручник. - Львів, вид. „Бескид Біт”, 2003. - 544 с.

3.2.6. «Метрологія, вимірювання і контроль якості» / В. І. Лавренюк, І. В. Лавренюк, І. І. Гнатенко. - К.: КНЕУ, 2017. - 352 с.

3.2.7. «Метрологія, стандартизація та сертифікація» / Г. І. Березін, А. В. Клокун, В. П. Стахів. - К.: КНЕУ, 2019. - 482 с.

3.2.8. Карпенко, А.А., Плаксин, А.Н., Терещенко, О.Ю. Метрологія, стандартизація та сертифікація: навч. посіб. - К.: Центр учбової літератури, 2020. - 332 с.

3.2.9. Коваль, М.І., Максимова, І.Ю., Глібов, О.Г. Метрологія, стандартизація та сертифікація: підручник для вищих навчальних закладів. -К.: Центр учбової літератури, 2018. – 288 с.

3.2.10. Васілевський О.М., Кучерук В.Ю. Основи теорії невизначеності вимірювань: навч. посібник. – вид. стер. – Херсон : Олді-плюс, 2018. – 224 с.

3.2.11. Васілевський О.М., Кучерук В.Ю., Володарський С.Т. Непевність результатів вимірювань, контролю та випробувань : підручник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 352 с.

##### Допоміжна література

3.2.12. ДСТУ 2681-94 Державний стандарт України. Метрологія. Терміни та визначення.

3.2.13. ЗАКОН УКРАЇНИ Про метрологію та метрологічну діяльність (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 30, ст.1008) {з змінами, внесеними згідно із Законами № 124-VIII від 15.01.2015, ВВР, 2015, № 14, ст.96, № 2119-VIII від 22.06.2017, ВВР, 2017, № 34, ст.370, № 2189-VIII від 09.11.2017, ВВР, 2018, № 1, ст.1, № 2740-VIII від 06.06.2019, ВВР, 2019, № 28, ст.116, № 1060-IX від 03.12.2020, ВВР, 2021, № 22, ст.196, № 1089-IX від 16.12.2020}

3.2.14. ДСТУ 2709-94. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення

3.2.15. Національний стандарт України. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. ДСТУ 2708:2006.

3.2.16. International System of Units (SI): The International System of Units, 9th edition.

3.2.17. Буриченко М.Ю., Поліщук Ю.К. та інші. Метрологія та електро-вимірювальна техніка. Лабораторні роботи - К.: КМУЦА, 1999 - 126 с.

#### 3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет

3.3.1. <https://er.nau.edu.ua/>

3.3.2. <http://www.lib.nau.edu.ua/elbook/>

3.3.3. [http://publish.vntu.edu.ua/txt/Kuharchuk\\_OsnMetrTaElekVym\\_455-0.pdf](http://publish.vntu.edu.ua/txt/Kuharchuk_OsnMetrTaElekVym_455-0.pdf)

3.3.4. [http://4exam.info/book\\_141.html](http://4exam.info/book_141.html)

3.3.5. [http://kii.donntu.edu.ua/kaf/kaf\\_im/electromechanika/docs/OMEV1.pdf](http://kii.donntu.edu.ua/kaf/kaf_im/electromechanika/docs/OMEV1.pdf)

3.3.6. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30052>



#### 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Мах кількість балів		Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
<b>4 семестр</b>			<b>5 семестр</b>		
<b>Модуль № 1 «Похибки засобів вимірювальної техніки»</b>			<b>Модуль № 2 «Методи та засоби вимірювання електричних величин»</b>		
Виконання та захист лабораторних робіт	36×4=12	–	Виконання та захист лабораторних робіт	36×5=15	156×2=30
Виконання завдань на практичних заняттях	26×5=10	–	Виконання завдань на практичних заняттях	26×4=8	56×2=10
Виконання та захист домашнього завдання	15	–	Виконання контрольної (домашньої) роботи (ЗФН)	–	20
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	<i>22 бали</i>	–	<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	<i>14 балів</i>	–
Виконання модульної контрольної роботи №1	10	–	Виконання модульної контрольної роботи №2	10	–
<b>Усього за модулем №1</b>	<b>47</b>	–	<b>Усього за модулем №2</b>	<b>33</b>	–
<b>Усього за модулями №1, №2</b>				<b>80</b>	<b>60</b>
<b>Семестровий екзамен</b>				<b>20</b>	<b>40</b>
<b>Усього за дисципліною</b>				<b>100</b>	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку. (Додаток 1)

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума підсумкової семестрової модульної та **екзаменаційної** рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS. (Додаток 2).

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.6. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.



Додаток 1

Відповідність оцінок у балах оцінкам за національною шкалою

(рекомендовані значення)

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	
3	4	5	6	7	8	9	9-10	10-11	12-13	13-14	14-15	Відмінно
2,5	3	4	5	6	6-7	7-8	8	9	10-11	11-12	12-13	Добре
2	2,5	3	4	4-5	5	6	6-7	7-8	8-9	9-10	9-11	Задовільно
Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
15-16	16-17	17-18	17-19	18-20	19-21	20-22	21-23	22-24	23-25	24-26	25-27	Відмінно
12-14	13-15	14-16	15-16	15-17	16-18	17-19	18-20	18-21	19-22	20-23	20-24	Добре
10-11	10-12	11-13	12-14	12-14	13-15	13-16	14-17	15-17	15-18	16-19	16-19	Задовільно
Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
26-28	26-29	27-30	28-31	29-32	30-33	31-34	32-35	33-36	34-37	34-38	35-39	Відмінно
21-25	22-25	23-26	23-27	24-28	25-29	26-30	27-31	27-32	28-33	29-33	29-34	Добре
17-20	18-21	18-22	19-22	19-23	20-24	20-25	21-26	22-26	22-27	23-28	24-28	Задовільно
Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
36-40	37-41	38-42	39-43	40-44	41-45	42-46	43-47	43-48	44-49	45-50	46-51	Відмінно
30-35	31-36	32-37	32-38	33-39	34-40	35-41	35-42	36-42	37-43	38-44	38-45	Добре
24-29	25-30	25-31	26-31	27-32	27-33	28-34	28-34	29-35	30-36	30-37	31-37	Задовільно
Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
47-52	48-53	49-54	50-55	51-56	51-57	52-58	53-59	54-60	55-61	56-62	57-63	Відмінно
39-46	40-47	41-48	41-49	42-50	43-50	44-51	44-52	45-53	46-54	47-55	47-56	Добре
31-38	32-39	32-40	33-40	34-41	34-42	35-43	36-43	36-44	37-45	37-46	38-46	Задовільно
Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
58-64	59-65	60-66	60-67	61-68	62-69	63-70	64-71	65-72	66-73	67-74	68-75	Відмінно
48-57	49-58	50-59	50-59	51-60	52-61	53-62	53-63	54-64	55-65	56-66	56-67	Добре
38-47	39-48	40-49	40-49	41-50	41-51	42-52	43-52	43-53	44-54	44-55	45-55	Задовільно
Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	
68-76	69-77	70-78	71-79	72-80	73-81	74-82	75-83	76-84	77-85	77-86	78-87	Відмінно
57-67	58-68	59-69	59-70	60-71	61-72	62-73	62-74	63-75	64-76	65-76	65-77	Добре
46-56	46-57	47-58	47-58	48-59	49-60	49-61	50-61	50-62	51-63	52-64	52-64	Задовільно

Додаток 2

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
1-34		F	Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом)



Система менеджменту якості.  
Робоча програма  
навчальної дисципліни  
«Основи метрології, електричні  
вимірювання та прилади»

Шифр  
документа

СМЯ НАУ  
РП 07.01.07-02-2023

Стор. 14 із 14

(Ф 03.02 – 01)

### АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки
1	03.02	14.12.23	Редоренко К.А.		

(Ф 03.02 – 02)

### АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище, ім'я, по батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище, ім'я, по батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				