

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра електропостачання ім. проф. В. М. Синькова

  
  
«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Директор ННІ ЕАЕ  
Віктор КАПЛУН  
2023 р.

«СХВАЛЕНО»  
на засіданні кафедри електропостачання  
ім. проф. В.М. Синькова  
Протокол № 12 від 14 червня 2023 р.  
В.о. завідувача кафедри  
Олександр ГАЙ

«РОЗГЛЯНУТО»  
Гарант ОП «Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані технології»,  
д.т.н., професор кафедри автоматики та  
робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка  
Наталія ЗАЄЦЬ

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Метрологія, технологічні вимірювання і прилади**

Спеціальність 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: доц. Гай О.В., асист. Ликтей В.В.

Київ – 2023 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра електропостачання ім. проф. В. М. Синькова

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Директор ННІ ЕАЕ

\_\_\_\_\_ Віктор Каплун

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**«СХВАЛЕНО»**

на засіданні кафедри електропостачання

ім. проф. В.М. Синькова

Протокол № 12 від 14 червня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Олександр Гай

**«РОЗГЛЯНУТО»**

Гарант ОП «Автоматизація та

комп'ютерно-інтегровані технології»,

д.т.н., професор кафедри автоматики та

робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка

\_\_\_\_\_ Наталія Заєць

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Метрологія, технологічні вимірювання і прилади**

Спеціальність 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: доц.Гай О.В., асист. Ликтей В.В.

Київ – 2023 р.

**1. Опис навчальної дисципліни**  
**Метрологія, технологічні вимірювання і прилади**  
(назва)

|  |   |           |                       |
|--|---|-----------|-----------------------|
| <b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній ступінь</b>          |   |           |                       |
| Освітній ступінь   | Бакалавр  |           |                       |
| Спеціальність  | 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології |           |                       |
| Освітня програма   | Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології       |           |                       |
| <b>Характеристика навчальної дисципліни</b>                                      |   |           |                       |
| Вид  | Обов'язкова   |           |                       |
| Загальна кількість годин   | 240   |           |                       |
| Кількість кредитів ECTS  | 8   |           |                       |
| Кількість змістових модулів  | 4   |           |                       |
| Курсовий проект (робота)<br><small>(якщо є в робочому навчальному плані)</small> | «Цифровий засіб вимірювання»<br><small>(назва)</small>    |           |                       |
| Форма контролю   | залік, екзамен  |           |                       |
| <b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>       |   |           |                       |
|  | денна форма навчання                                      |           | заочна форма навчання |
| Рік підготовки   |   |           |                       |
| 2021 рік вступу  | 2022/2023   | 2023/2024 |                       |
| 2022 рік вступу  | 2023/2024   | 2024/2025 |                       |
| Семестр  | 4   | 5         |                       |
| Лекційні заняття   | 15  | 15        |                       |
| Практичні заняття  | 15  | 15        |                       |
| Лабораторні заняття  | 15  | 15        |                       |
| Самостійна робота  | 75  | 75        |                       |
| Індивідуальні завдання   |   |           |                       |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання:                              |   |           |                       |
| аудиторних   | 3   | 3         |                       |
| самостійної роботи студента –  | 5   | 5         |                       |

**2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

*Метою дисципліни є засвоєння основних принципів та методів вимірювання фізичних величин, методів опрацювання результатів вимірювання та методів підвищення точності вимірювання.*

*Завданням дисципліни є підготовка студентів до самостійної інженерної діяльності на основі знань принципів та методів вимірювання фізичних величин, методів та засобів вимірювання технологічних параметрів, методів опрацювання результатів вимірювання та підвищення точності вимірювання, методів перевірки та розрахунки метрологічних характеристик засобів вимірювання, методів обґрунтування та вибору вимірювальних комплексів за необхідними метрологічними характеристиками, методів розрахунку вимірювальних схем вторинних приладів.*

Дисципліна “Метрологія, технологічні вимірювання та прилади” належить до спеціальних профільюючих дисциплін і забезпечує формування знань та вмінь фахівців з метрології і вимірювань необхідних для кваліфікованого метрологічного обслуговування виробництва і є складовою серед загально технічних дисциплін та визначає рівень професійної підготовки майбутніх фахівців із спеціальності 151 – Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології.

Курс забезпечує стабільні базові теоретичні знання в області метрології, статистичного опрацювання результатів вимірювання, вміння та навички знаходження ефективних альтернатив при пошуку засобів вимірювання для вирішення конкретної задачі автоматизації технологічного процесу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:** основні положення законодавчої та прикладної метрології; основи теорії та конструкції приладів; методи і засоби вимірювання електричних та магнітних величин; загальні положення і методикою державної атестації та повірки засобів вимірювань.

**вміти:** точно формулювати метрологічні задачі; вибирати методи та засоби електричних вимірювань; виконувати вимірювання і оцінювати результати з урахуванням вимог до їх точності і вірогідності; використовувати результати вимірювань в практичній діяльності; володіти навичками виконання вимірювального експерименту; технікою вимірювань, методами оцінки результатів вимірювання та їх точності; методикою повірки основних засобів вимірювання, а також державної атестації.

Набуття компетентностей:

**інтегральна компетентність (ІК):** Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

**загальні компетентності (ЗК):** ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**фахові компетентності спеціальності (ФК):** ФК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

**Програмні результати навчання (ПРН):** ПРН2. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації; ПРН7. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПРН8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

### 3. Програма та структура навчальної дисципліни

#### ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА ТЕХНІКИ ВИМІРЮВАНЬ

##### Тема лекційного заняття 1. Вступ. Метрологія – наука про вимірювання.

Основні поняття: фізичної величини та її одиниці, основне рівняння вимірювання, істинні та дійсні значення вимірюваної величини, результати вимірювання. Основні характеристики якості проведених вимірювань. Поняття систем фізичних величин, міжнародна система одиниць СІ.

##### Тема лекційного заняття 2. Класифікація вимірювань. Принципи та методи вимірювань.

Класифікація вимірювань: статичні, динамічні, прямі, непрямі (опосередковані, сукупні та сумісні) і інші. Принципи та методи вимірювань. Вимірювання методами безпосередньої оцінки та порівняння з мірою (заміщенням, повного зрівноважування та диференційним). Поняття єдності та метрологічного забезпечення вимірювань. Технічні основи метрологічного забезпечення вимірювань.

##### Тема лекційного заняття 3. Засоби вимірювання (ЗВ).

Основні визначення. Елементи ЗВ та основні операції перетворення. Сигнали (аналоговий та дискретний) вимірювальної інформації. Структурні схеми ЗВ. Основні види ЗВ : міра, еталон, вимірювальні перетворювачі (первинні, передавальні та нормувальні) і вимірювальні: прилади, установки та системи. Основні метрологічні характеристики ЗВ, які визначаються при його метрологічній атестації. Перевірка та державні випробовування засобів вимірювання. Види перевірок.

##### Тема лекційного заняття 4. Похибки вимірювань

Основні визначення. Загальна класифікація похибок. Принципи та критерії оцінювання похибок. Математична модель похибки засобу вимірювань. Нормовані значення похибок. Клас точності ЗВ. Визначення систематичної (ССП) та випадкової (ВСП) складових похибки. Інтегральний та диференційний закони розподілу. Способи зменшення систематичної та випадкової похибок вимірювань. Різновиди вимірювань. Оцінка похибки непрямих вимірювань.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТА КОНСТРУКЦІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

### Тема лекційного заняття 5. Прилади порівняння. Електронні прилади. Допоміжні вимірювальні перетворювачі.

Основні характеристики вимірювальних перетворювачів. Основні терміни та визначення. Класифікація вимірювальних перетворювачів (ВП). Основні статистичні характеристики. Динамічні характеристики вимірювальних перетворювачів. Динамічні характеристики ВП. Динамічні похибки ВП. Методи та засоби формування вхідних електричних сигналів вимірювальних перетворювачів. Основні схеми підключення датчиків. Схеми формування параметричних ВП. Потенціометричні схеми. Мостові схеми формування сигналів параметричних вимірювальних перетворювачів. Мостові схеми підключення ВП. Мостові схеми змінного струму. Вплив завад на вимірювальні ланцюги. Завади та їх види. Способи зменшення завад на вимірювальні прилади.

### Тема лекційного заняття 6. Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи

Основи побудови приладів аналогової групи. Методи перетворення аналогового сигналу в цифровий. Електромеханічні вимірювальні прилади. Магнітоелектричні вимірювальні прилади. Електромагнітні вимірювальні прилади. Електродинамічні вимірювальні прилади. Електростатичні вимірювальні прилади. Прилади індукційної системи.

### Тема лекційного заняття 7. Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.

Загальні положення. Класифікація цифрових вимірювальних пристроїв. Види і застосування цифрових вимірювальних пристроїв. Властивості і характеристики цифрових вимірювальних пристроїв. Цифрові вимірювальні пристрої просторового кодування. Цифрові вимірювальні пристрої число-імпульсного кодування.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ЦИФРОВІ ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ.

### Тема лекційного заняття 8. Цифрові засоби вимірювань. Цифрові лічильники електричної енергії, частотоміри. Принцип дії, будова та метрологічні характеристики однофазних і трифазних лічильників електроенергії.

Загальні положення. Тригери. Лічильники імпульсів. Компаратори. Шифратори і дешифратори. Мультиплексори і демюльтиплексори. Цифро-аналогові перетворювачі. Елементи пам'яті. Знакові індикатори. Аналого-цифрові перетворювачі. Класифікація аналого-цифрових перетворень. Число-імпульсне перетворення. Частотно-імпульсне перетворення. Зважувальне перетворення.

### Тема лекційного заняття 9. Цифрові засоби вимірювань. Цифрові вольтметри, мультаметри

Принцип дії, будова та метрологічні характеристики цифрових вольтметрів, мультаметрів.

Тема лекційного заняття 10. Інформаційно - вимірювальні системи (ІВС)

Загальні відомості про інформаційно-вимірювальні системи. Класифікація інформаційно-вимірювальних систем. Структурні та функціональні особливості побудови інформаційно-вимірювальних систем. Поняття вимірювальної інформації, вимірювальних сигналів. Види вимірювальних сигналів. Види інформаційних каналів, їх математичні моделі та характеристики. Системи передачі даних. Показники якості систем зв'язку. Узагальнені схеми передачі даних. Структурні схеми передачі інформації. Джерело сигналу, повідомлення. Кодування джерела інформації. Кодування в каналах зв'язку. Модуляція. Канали зв'язку. Отримувач інформації. Демодуляція. Декодер. Класифікація сигналів. Перешкоди в неперервному каналі. Загальна характеристики дискретних каналів. Моделі дискретних каналів. Швидкість передачі інформації в каналах зв'язку.

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ВИМІРЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЕЛИЧИН.**

Тема лекційного заняття 11. Загальні принципи вимірювання електричних величин.

Загальна характеристика електромеханічних приладів для прямих вимірювань напруги. Вимірювальні трансформатори струму та напруги. Компенсаційний метод вимірювання різниці потенціалів в колах постійного струму. Компенсатори синусоїдної напруги. Зрівноважені та незрівноважені одинарні мости постійного струму. Диференціальні схеми вимірювань (трансформаторні мости). Вимірювальні генератори та підсилювачі. Калібратори, однозначні міри та магазини. Аналогові електронні прилади для вимірювання постійної та синусоїдної напруги, струму та опору.

Тема лекційного заняття 12. Вимірювання магнітного потоку, магнітної індукції і напруженості магнітного поля.

Конструкції вимірювальних перетворювачів магнітного поля. Вимірювання магнітної індукції та напруженості магнітного поля. Магніточутливі інтегральні напівпровідникові перетворювачі магнітного поля. Оцінювання метрологічних параметрів частотних перетворювачів магнітного поля.

Тема лекційного заняття 13. Типові структурні схеми засобів вимірювання неелектричних величин прямого та зрівноважувального перетворення.

Типові структурні схеми засобів вимірювання неелектричних величин прямого та зрівноважувального перетворення. Характеристика механічних пружних перетворювачів. Реостатний перетворювач та його статична характеристика. Конструкція і принцип дії тензорезистивних перетворювачів.

Тема лекційного заняття 14. Принцип дії, характеристики та будова типових ПВП

Принцип роботи, будова, типи та використання в промисловості. Схеми підключення. Ємнісні вимірювальні перетворювачі. Основні характеристики

ємнісних ВП. Ємнісні датчики положення та переміщення. П'єзоелектричні ВП. Схеми підключення п'єзоелектричних ВП.

Тема лекційного заняття 15. Методи та засоби вимірювання температури, тиску, рівня

Основні задачі технологічних вимірювань і загальний підхід до їх застосування. Методи і технологія вимірювань. Термометри опору (металеві та напівпровідникові) і термоелектричні перетворювачі. Принцип дії, склад та схеми вторинних приладів (мостів, потенціометрів, магнітоелектричних приладів і нормувальних перетворювачів), які працюють в комплектах з термометрами опору та термопарами, їх використання в промисловості. Засоби вимірювання тиску: манометри, барометри, рідинні та поплавкові, пружинні, сильфонні, мембранні та ін.. Гідростатичні, п'єзометричні та буйкові рівнеміри. Принцип роботи, будова та використання. Електричні рівнеміри: ємнісні, акустичні, ультразвукові, радарні, радіаційні і інші.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістовних модулів і тем  | Кількіст годин |              |    |     |        |      |              |   |    |     |     |      |
|---|----------------|--------------|----|-----|--------|------|--------------|---|----|-----|-----|------|
|   | Денна форма    |              |    |     |        |      | Заочна форма |   |    |     |     |      |
|   | усього         | у тому числі |    |     |        |      | у тому числі |   |    |     |     |      |
|   |                | лекції       | пр | лаб | Ін к.п | с.р. | усього       | л | п  | лаб | ін. | с.р. |
| 1   | 2              | 3            | 4  | 5   | 6      | 7    | 8            | 9 | 10 | 11  | 12  | 13   |
| <b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА ТЕХНІКИ ВИМІРЮВАНЬ</b>       |                |              |    |     |        |      |              |   |    |     |     |      |
| <b>Тема 1.</b><br>Вступ. Метрологія – наука про вимірювання.              | 14             | 2            | 2  | 2   |        | 8    |              |   |    |     |     |      |
| <b>Тема 2.</b><br>Класифікація вимірювань. Принципи та методи вимірювань. | 15             | 2            | 2  | 2   |        | 9    |              |   |    |     |     |      |
| <b>Тема 3.</b> Засоби вимірювання (ЗВ)                                    | 14             | 2            | 2  | 2   |        | 8    |              |   |    |     |     |      |
| <b>Тема 4.</b><br>Похибки результатів вимірювання                         | 17             | 2            | 3  | 3   |        | 9    |              |   |    |     |     |      |
| <b>Разом за змістовним модулем 1.</b>                                     | 60             | 8            | 9  | 9   |        | 34   |              |   |    |     |     |      |



| ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТА КОНСТРУКЦІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИБАДІВ                      |            |           |           |           |   |           |   |   |    |    |    |    |
|---|------------|-----------|-----------|-----------|---|-----------|---|---|----|----|----|----|
| 1   | 2          | 3         | 4         | 5         | 6 | 7         | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| <b>Тема 5.</b><br>Прилади порівняння.<br>Електронні прилади.<br>Вимірювальні перетворювачі    | 20         | 2         | 2         | 2         |   | 14        |   |   |    |    |    |    |
| <b>Тема 6.</b><br>Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи                      | 20         | 2         | 2         | 2         |   | 14        |   |   |    |    |    |    |
| <b>Тема 7.</b><br>Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.                   | 20         | 3         | 2         | 2         |   | 13        |   |   |    |    |    |    |
| <b>Разом за змістовним модулем 2.</b>   | 60         | 7         | 6         | 6         |   | 41        |   |   |    |    |    |    |
| <b>ВСЬОГО ЗА 4 СЕМЕСТР</b>  | <b>120</b> | <b>15</b> | <b>15</b> | <b>15</b> |   | <b>75</b> |   |   |    |    |    |    |
| ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3. ЦИФРОВІ ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ  |            |           |           |           |   |           |   |   |    |    |    |    |
| 1   | 2          | 3         | 4         | 5         | 6 | 7         | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| <b>Тема 8.</b> Цифрові засоби вимірювань. Цифрові лічильники електричної енергії, частотоміри | 20         | 2         | 2         | 2         |   | 14        |   |   |    |    |    |    |
| <b>Тема 9.</b><br>Цифрові засоби вимірювань.<br>Цифрові вольтметри, мультиметри               | 20         | 2         | 2         | 2         |   | 14        |   |   |    |    |    |    |
| <b>Тема 10.</b> Інформаційно-вимірювальні системи (ІВС)                                       | 20         | 2         | 2         | 2         |   | 14        |   |   |    |    |    |    |
| <b>Разом за змістовним модулем 1.</b>   | 60         | 6         | 6         | 6         |   | 42        |   |   |    |    |    |    |
| ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 4. ВИМІРЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЕЛИЧИН.                                       |            |           |           |           |   |           |   |   |    |    |    |    |
| 1   | 2          | 3         | 4         | 5         | 6 | 7         | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| <b>Тема 11.</b> Загальні принципи вимірювання електричних величин.                            | 10         | 2         | 2         | -         |   | 6         |   |   |    |    |    |    |

| 1   | 2          | 3         | 4         | 5         | 6 | 7          | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|------------|-----------|-----------|-----------|---|------------|---|---|----|----|----|----|
| <b>Тема 12.</b><br>Вимірювання магнітного потоку, магнітної індукції і напруженості магнітного поля.                          | 13         | 2         | 2         | 3         |   | 6          |   |   |    |    |    |    |
| <b>Тема 13.</b> Типові структурні схеми засобів вимірювання неелектричних величин прямого та зрівноважувального перетворення. | 13         | 2         | 2         | 2         |   | 7          |   |   |    |    |    |    |
| <b>Тема 14.</b> Принцип дії, характеристики та будова типових ПВП   | 13         | 2         | 2         | 2         |   | 7          |   |   |    |    |    |    |
| <b>Тема 15.</b> Методи та засоби вимірювання температури, тиску, рівня  | 11         | 1         | 1         | 2         |   | 7          |   |   |    |    |    |    |
| <b>Разом за змістовним модулем 2.</b>   | 60         | 9         | 9         | 9         |   | 33         |   |   |    |    |    |    |
| <b>ВСЬОГО ЗА 5 СЕМЕСТР</b>  | <b>120</b> | <b>15</b> | <b>15</b> | <b>15</b> |   | <b>75</b>  |   |   |    |    |    |    |
| <b>Всього за курс</b>   | <b>240</b> | <b>30</b> | <b>30</b> | <b>30</b> |   | <b>150</b> |   |   |    |    |    |    |

### 5. Темі лабораторних занять.

| №з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|------|---|-----------------|
| №1   | Вивчення і повірка приладів магнітоелектричної і електромагнітної систем                                | 2               |
| № 2  | Вимірювання активної потужності і коефіцієнта потужності в однофазному колі змінного струму             | 2               |
| № 3  | Вимірювання опорів мостами постійного струму  | 2               |
| №4   | Повірка індукційного однофазного лічильника активної енергії  | 2               |
| №5   | Вимірювання опорів електричного кола непрямыми методами   | 2               |
| №6   | Вимірювання ємності, індуктивності та взаємно індуктивності приладами порівняння. Мости змінного струму | 2               |
| №7   | Вимірювання індуктивностей і ємностей непрямыми методами  | 2               |
| № 8  | Вимірювання електричних величин потенціометром(компенсатором) постійного струму                         | 2               |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| № 9          | Перевірка технічних трансформаторів струму та вимірювальних клещів   | 2         |
| № 10         | Дослідження роботи аналого-цифрового перетворювача (АЦП)   | 2         |
| № 11         | Вимірювання активної потужності електричної мережі змінного струму за допомогою трифазного лічильника з використанням вимірювальних трансформаторів. | 2         |
| № 12         | Вимірювання реактивної потужності в колах трифазного струму  | 2         |
| № 13         | Вимірювання температури електровимірювальними приладами  | 2         |
| № 14         | Вимірювання активної потужності в колах трифазного струму  | 2         |
| № 15         | Дослідження лічильника електричної енергії фірми ЕЛВІН.  | 2         |
| <b>Разом</b> |  | <b>30</b> |

## 6. Теми самостійної роботи

| № п/п                      | Назва теми  | Кількість годин |
|----------------------------|---|-----------------|
| 1                          | Вступ. Метрологія – наука про вимірювання.  | 8               |
| 2                          | Класифікація вимірювань. Принципи та методи вимірювань.   | 9               |
| 3                          | Засоби вимірювання (ЗВ)   | 8               |
| 4                          | Похибки результатів вимірювання   | 9               |
| 5                          | Прилади порівняння. Електронні прилади. Вимірювальні перетворювачі  | 14              |
| 6                          | Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи  | 14              |
| 7                          | Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.   | 13              |
| <b>Всього за 4 семестр</b> |   | <b>75</b>       |
| 8                          | Цифрові засоби вимірювань. Цифрові лічильники електричної енергії, частотоміри                                | 14              |
| 9                          | Цифрові засоби вимірювань. Цифрові вольтметри, мультиметри  | 14              |
| 10                         | Інформаційно -вимірювальні системи (ІВС)  | 14              |
| 11                         | Загальні принципи вимірювання електричних величин.  | 6               |
| 12                         | Вимірювання магнітного потоку, магнітної індукції і напруженості магнітного поля.                             | 6               |
| 13                         | Типові структурні схеми засобів вимірювання неелектричних величин прямого та зрівноважувального перетворення. | 7               |
| 14                         | Принцип дії, характеристики та будова типових ПВП   | 7               |
| 15                         | Методи та засоби вимірювання температури, тиску, рівня  | 7               |
| <b>Всього за 5 семестр</b> |   | <b>75</b>       |
| <b>ВСЬОГО ЗА КУРС</b>      |   | <b>150</b>      |

## 7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Привести класифікацію вимірювань.
2. Принцип та метод вимірювань.
3. Структурні схеми засобів вимірювання (ЗВ).

4. Привести класифікацію ЗВ.
5. Загальні принципи вимірювання електричних величин
6. Обґрунтування вибору методу, засобів і схеми вимірювання електричних величин.
7. Вимірювання активної і реактивної потужності в однофазних колах змінного струму.
8. Вимірювання активної потужності в трифазних трьохпровідних колах змінного струму.
9. Вимірювання реактивної потужності в трифазних чотирипровідних колах змінного струму.
10. Вимірювання реактивної потужності в трифазних трьохпровідних колах змінного струму.
11. Вимірювання реактивної потужності в трифазних чотирипровідних колах змінного струму.
12. Вимірювання показників якості електричної енергії.
13. Вимірювання параметрів електричних сигналів.
14. Загальні принципи вимірювання магнітних величин.
15. Методи і засоби вимірювання магнітного потоку.
16. Методи і засоби вимірювання магнітної індукції.
17. Методи і засоби вимірювання напруженості магнітного поля.
18. Визначення статичних і динамічних характеристик магнітних матеріалів.
19. Вимірювання і оцінка втрат в магнітопроводах електричних машин.
20. Загальні питання і принципи вимірювання неелектричних величин електричними засобами.
21. Вимірювальні перетворювачі неелектричних величин в електричні.
22. Методи і засоби вимірів механічних зусиль, напруг і деформацій.
23. Методи і засоби вимірювання обертових моментів.
24. Методи і засоби вимірювання тиску.
25. Методи і засоби вимірювання лінійних і кутових переміщень.
26. Методи і засоби вимірювання рівнів.
27. Методи і засоби вимірювання витрати рідини.
28. Методи і засоби вимірювання температури.
29. Термометри опору.
30. Термоелектричні термометри.
31. Пірометри.
32. Методи і засоби вимірювання вологості повітря.
33. Методи і засоби вимірювання вологості зерна і зернопродуктів.
34. Методи і засоби вимірювання складу і властивостей газів.
35. Методи і засоби вимірювання складу і властивостей рідин.
36. рН-метри (для вимірювання кислотності ґрунту).
37. Методи і засоби визначення жирності молока.
38. Системи термометрії на тваринницьких об'єктах.
39. Системи термо-вологіметрії для споруджень захищеного ґрунту.
40. Терези й електронні високовимірювальні пристрої.
41. Лічильники газу.

42. Лічильники теплоти.

43. Лічильники води.

У даному переліку наведені приклади тестових завдань

|   |   |
|---|---|
|   | <b>Питання 1.</b> Який метод вимірювання необхідно обрати для вимірювання лінійних струмів в трифазному трипровідному колі змінного струму при симетричному характері навантаженні? |
| 1 | метод одного амперметра   |
| 2 | метод трьох амперметрів   |
| 3 | метод двох амперметрів метод трьох амперметрів, які включені через два вимірювальних транс-форматора струму   |
| 4 | метод трьох амперметрів, які включені через два вимірювальних трансформатора струму   |

|   |   |
|---|---|
|   | <b>Питання 2.</b> Як вмикається вольтметр та додатковий резистор для вимірювання напруги у колах постійного та змінного струму? |
| 1 | безпосередньо   |
| 2 | послідовно  |
| 3 | паралельно  |
| 4 | послідовно до джерела живлення  |

|   |  |
|---|--|
|   | <b>Питання 3.</b> Який метод вимірювання реалізується при безпосередньому паралельному включенні аналогового чи цифрового вольтметра до споживача? |
| 1 | метод прямого вимірювання напруги  |
| 2 | метод опосередкованого вимірювання напруги   |
| 3 | метод прямого вимірювання струму   |
| 4 | метод прямого вимірювання потужності   |

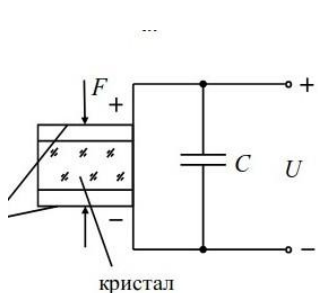
|   |  |
|---|--|
|   | <b>Питання 4.</b> Який метод вимірювання необхідно обрати для вимірювання лінійної напруги в трифазному три провідному колі змінного струму при несиметричному навантаженні? |
| 1 | метод трьох вольтметрів  |
| 2 | метод одного вольтметра  |
| 3 | метод двох вольтметрів   |
| 4 | метод трьох вольтметрів, які включені через два вимірювальних трансформатора напруги   |

|   |   |
|---|---|
|   | <b>Питання 5.</b> Принцип дії яких первинних вимірювальних перетворювачів ґрунтується на явищі тензоефекту? |
| 1 | електромагнітних первинних перетворювачів   |
| 2 | Тензорезистивних первинних перетворювачів   |
| 3 | п'єзоелектричних первинних перетворювачів   |
| 4 | ємнісних первинних перетворювачів   |

|   |   |
|---|---|
|   | <b>Питання 6.</b> Вимірювальний прилад, який оброблює, перетворює електричну інформацію, яка надходить з первинного вимірювального перетворювача, а також надає візуальну інформацію щодо неелектричної вимірюваної величини, має назву ... |
| 1 | вторинний вимірювальний прилад  |
| 2 | цифровий вимірювальний прилад   |
| 3 | параметричний первинний вимірювальний перетворювач  |
| 4 | генераторний первинний вимірювальний перетворювач   |

|   |  |
|---|--|
|   | <b>Питання 7.</b> За допомогою яких приладів реалізують методи безпосередньої оцінки для вимірювання параметрів R, C, L? |
| 1 | за допомогою електронних перетворювачів  |
| 2 | за допомогою амперметрів, вольтметрів та ватметрів   |
| 3 | за допомогою цифрових вимірювачів R, C, L  |

|   |  |
|---|--|
|   | <b>Питання 8.</b> Первинний перетворювач, у якому вимірювальна неелектрична величина перетворюється у різні параметри електричних кіл – опір, ємність, індуктивність та частоту, має назву ... |
| 1 | генераторний первинний вимірювальний перетворювач  |
| 2 | параметричний первинний вимірювальний перетворювач   |
| 3 | тепловий генераторний вимірювальний перетворювач   |
| 4 | оптичний первинний вимірювальний перетворювач  |

|   |   |
|---|---|
|   | <p><b>Питання 9.</b> Схема якого первинного вимірювального перетворювача наведена на рисунку?</p>  |
| 1 | ємнісного   |
| 2 | індукційного  |
| 3 | п'єзоелектричного   |
| 4 | індуктивного  |

|   |   |
|---|---|
|   | <p><b>Питання 10.</b> Як градуують більшість засобів вимірювальної техніки змінних струмів і напруги?</p> |
| 1 | у амплітудних значеннях   |
| 2 | у миттєвих значеннях для синусоїдної форми кривої струму та напруги                                       |
| 3 | у середньовипрямлених значеннях   |
| 4 | у середньоквадратичних (діючих) значеннях для синусоїдної форми кривої струму та напруги                  |

|   |  |
|---|--|
|   | <p><b>Питання 11.</b> Визначте активну потужність, Вт, трифазного три провідного кола змінного струму, якщо при застосуванні методу двох ватметрів результати вимірювань за показаннями приладів дорівнюють: <math>P_{P1}=400</math> Вт, <math>P_{P2}=300</math> Вт.</p> |
| 1 | 700 Вт   |
| 2 | 400 Вт   |
| 3 | 300 Вт   |
| 4 | 200 Вт   |

|   |  |
|---|--|
|   | <p><b>Питання 12.</b> За допомогою яких приладів реалізують опосередковані вимірювання потужності у колах постійного та змінного струму?</p> |
| 1 | амперметрів і вольтметрів  |
| 2 | ватметрів  |
| 3 | фазометрів   |
| 4 | вимірювальних мостів   |

|   |  |
|---|--|
|   | <p><b>Питання 13.</b> Який метод необхідно обрати для одночасного вимірювання як активної, так й реактивної потужності в трифазному три-провідному колі при симетричному та несиметричному характері навантаження?</p> |
| 1 | метод двох ватметрів   |
| 2 | метод одного ватметра  |
| 3 | метод трьох ватметрів  |
| 4 | Метод амперметра і вольтметра  |

|   |   |
|---|---|
|   | <p><b>Питання 14.</b> До однофазного кола змінного струму включений феродинамічний ватметр, дві котушки якого розраховані на силу струму 5 А та на напругу 150 В, зі шкалою на 150 поділок. Прилад включений через вимірювальні трансформатори струму 50/5 і напруги 500/100. Визначте активну потужність кола, Вт, якщо відлік приладу дорівнює «45»</p> |
| 1 | 11250 Вт  |
| 2 | 225 Вт  |
| 3 | 2250 Вт   |
| 4 | 1125 Вт   |

|   |  |
|---|--|
|   | <p><b>Питання 15.</b> Якими приладами здійснюються вимірювання та облік електричної енергії у колах змінного струму промислової частоти?</p> |
| 1 | фазометрами  |
| 2 | електронними лічильниками електроенергії   |
| 3 | електродинамічними та феродинамічними лічильниками електроенергії  |
| 4 | індукційними лічильниками електроенергії   |

|    |   |
|----|---|
|    | <p><b>Питання 16.</b> Максимальне номінальне значення струму електромагнітних амперметрів прямого вмикавання становить:</p> |
| 1. | 200 мА  |
| 2. | 100 А   |
| 3. | 200 А   |
| 4. | 50 мА   |

|    |   |
|----|---|
|    | <p><b>Питання 18.</b> Яка похибка визначається за формулою?</p> $\delta = \frac{\Delta X}{X_d} \cdot 100\%$ |
| 1. | абсолютна   |
| 2. | відносна  |
| 3. | систематична  |
| 4. | зведена   |

## 8. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

## 9. Форми контролю

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

### Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточний контроль  |                    | Рейтинг з навчальної роботи<br>R HP | Підсумкова атестація | Загальна кількість балів |
|--------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Семестр 4          |                    |                                     |                      |                          |
| Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 |                                     |                      |                          |
| 0-100              | 0-100              | 0-70                                | 0-30 залік           | 0-100                    |
| Семестр 5          |                    |                                     |                      |                          |
| Змістовий модуль 3 | Змістовий модуль 4 |                                     |                      |                          |
| 0-100              | 0-100              | 0-70                                | 0-30 екзамен         | 0-100                    |

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |   |
|--|-------------|--|---|
|  |             | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики         | для заліку  |
| 90 – 100                                     | <b>A</b>    | відмінно   | Зараховано  |
| 82-89  | <b>B</b>    | добре  |   |
| 74-81  | <b>C</b>    |  |   |
| 64-73  | <b>D</b>    |  |   |
| 60-63  | <b>E</b>    | задовільно   |   |
| 35-59  | <b>FX</b>   | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 0-34   | <b>F</b>    | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

## 10. Методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.
4. Лабораторні установки з електричної частини станцій і підстанцій.
5. Інтернет-ресурси.

## 11. Рекомендована література

### Основна

1. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 05.06.2014 р. № 1314-VII (в редакції від 03.12.2020р.) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text> (дата звернення: 02.01.2024 р.).
2. Величко О.М., Коломієць Л.В., Гордієнко Т.Б. Основи метрології та метрологічна діяльність: підручник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. 576 с.
3. Солтис І.В., Деревянчук О.В. Основи метрології: навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2021. 152 с.
4. Кухарчук В.В. Основи метрології та електричних вимірювань. Частина I: конспект лекцій. Вінниця : ВНТУ, 2020. 148 с.
5. Васілевський О.М., Кучерук В.Ю., Володарський С.Т. Непевність результатів вимірювань, контролю та випробувань : підручник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 352 с.
6. Патрєва Л.С., Каницька І.В. Метрологія. Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти СВО «Бакалавр» освітньої спеціальності 152 « Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка » денної форми навчання. Миколаїв. 2021. 106 с.

### Додаткова

1. Нестерчук Д.М. Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології: навчально-методичний посібник для практичних занять. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 170 с.
2. Мотало В.П. Інформаційно-вимірювальні технології. Терміни та означення. Глосарій (словник основних термінів). Львів : Видавництво НУ “Львівська політехніка”, 2020. 32 с.
3. Гнусов Ю.В., Тулупов В.М., Пересічанський В.В. Метрологія та вимірювання: навч. посіб. Харків : Харків. нац. ун-т внутр. справ., 2019. 125 с.

| Стандарти    |  |
|--------------|--|
| ДСТУ 2267-93 | Вироби електротехнічні. Терміни та визначення  |
| ДСТУ 2313-93 | Електроприводи. Терміни та визначення  |
| ДСТУ 2465-94 | Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стьйкість до магнітних полів частоти мережі. Технічні вимоги і методивипробувань |



|  |   |
|--|---|
| ДСТУ 2625-94                                   | Сумісність технічних засобів електромагнітна.<br>Стійкість до загасаючого змінного магнітного поля.<br>Технічні вимоги і методивипробувань                            |
| ДСТУ 2626-94                                   | Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до імпульснономагнітного поля. Технічні вимоги і методи випробуваньI  |
| ДСТУ 2793-94                                   | Сумісність технічних засобів електромагнітна.<br>Стійкість допотужних електромагнітних завад.<br>Загальні положення   |
| ДСТУ 2794-94                                   | Сумісність технічних засобів електромагнітна. Знак відповідності. Форма, розміри та технічні вимоги   |
| ДСТУ 2815-94                                   | Електричні й магнітні кола та пристрої. Терміни та визначення   |
| ДСТУ 3120-95                                   | Електротехніка. Літерні позначення основних величин   |
| ДСТУ 2843-94                                   | Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення  |
| ДСТУ 2993-95<br>(ГОСТ 2933-93)<br>ДСТУ 3122-95 | Апарати електричні низьковольтні. Методи випробувань<br><br>Установки для компенсації реактивної потужності конденсаторні.<br>Терміни та визначення                   |
| ДСТУ 3343-96                                   | Сумісність технічних засобів електромагнітна.<br>Стійкість доелектромагнітних полів від високовольтних ліній електропередавання. Технічні вимоги і методи випробувань |
| ДСТУ 3344-96                                   | Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до розрядівстатичної електрики від транспортних засобів. Технічні вимоги і методи випробувань                 |
| ДСТУ 3466-96                                   | Якість електричної енергії. Терміни та визначення   |
| ДСТУ 3494-96<br>(ГОСТ 27803-97)                | Електроприводи регульовані для верстатобудування та робототехніки. Загальні технічні вимоги   |

## 12. Інформаційні ресурси

<http://www.kmu.gov.ua> - Кабінет Міністрів України.

<http://www.portal.rada.gov.ua> – Верховна Рада України.

<https://elearn.nubip.edu.ua/> - навчально-інформаційний портал НУБіП України.

<http://www.nbuiv.gov.ua/> - національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського.

<http://www.amu.in.ua/journ> - журнал «Метрологія та прилади».