

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра інженерії енергосистем

ЗАТВЕРДЖЕНО
ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження
“5” червня 2025 р.“

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**
«Метрологія і електричні вимірювання»

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма «Інжиніринг електроенергетичних систем з
відновлюваними джерелами»

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники: старший викладач, к.т.н., Ликтей Вікторія Володимирівна
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Опис навчальної дисципліни «Метрологія і електричні вимірювання»

(до 1000 друкованих знаків)

Дисципліна «Метрологія і електричні вимірювання» є базовою для підготовки фахівців у галузі електроенергетики. Вона охоплює основи метрології, теоретичні та практичні аспекти вимірювання електричних величин, принципи побудови вимірювальних приладів та систем. Особливу увагу приділено питанням точності, надійності та стандартизації вимірювань у системах з відновлюваними джерелами енергії. Студенти вивчають методи контролю параметрів електроенергетичних систем, засоби автоматизації вимірювальних процесів, а також набувають навичок використання сучасних вимірювальних приладів у практиці інжинірингу. Дисципліна формує професійні компетентності щодо забезпечення якості та ефективності функціонування електроенергетичних об'єктів з урахуванням вимог сучасних стандартів.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	бакалавр	
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітня програма	Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	КР	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	2 курс (2024р.)	
Семестр	4	
Лекційні заняття	30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	- год.	год.
Лабораторні заняття	60 год.	год.
Самостійна робота	30 год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	6 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета: засвоєння основних принципів та методів вимірювання фізичних величин, методів опрацювання результатів вимірювання та методів підвищення точності вимірювання.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): 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 характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

загальні компетентності (ЗК): ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. ЗК8. Здатність працювати автономно.

спеціальні (фахові) компетентності (СК): СК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки. СК4. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. СК7. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання. СК9. Здатність до усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

Програмні результати навчання (ПРН): 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. ПРН5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ПРН10. Знаходити необхідну інформацію в науковотехнічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПРН16. Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень. ПРН18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	тижн і	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 1. <i>Теоретичні основи метрології та засобів вимірювальної техніки</i>													
Тема 1. Загальні відомості про метрологію та електричні вимірювання.	1	8	2		4		2						
Тема 2. Класифікація вимірювань. Принципи та методи вимірювань.	1	8	2		4		2						
Тема 3. Засоби	1	8	2		4		2						

вимірювальної техніки.													
Тема 4. Похибки вимірювання.	1	9	2		4		3						
Тема 5. Нормування метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки.	1	9	2		4		3						
Тема 6. Опрацювання результатів вимірювань.	1	9	2		5		2						
Тема 7. Метрологічна повірка засобів вимірювальної техніки.	1	9	2		5		2						
Разом за модулем 1	60		14		30		16						
Модуль 2. Електричні вимірювальні прилади, системи та методи													
Тема 1. Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи.	1	8	2		4		2						
Тема 2. Вимірювальні перетворювачі електричних величин.	1	8	2		4		2						
Тема 3. Прилади порівняння. Вимірювальні мости та вимірювальні компенсатори.	1	8	2		4		2						
Тема 4. Цифрові вимірювальні прилади. Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.	1	8	2		4		2						
Тема 5. Інформаційно - вимірювальні системи.	1	8	2		4		2						
Тема 6. Вимірювання неелектричних величин електричними методами.	1	9	2		5		2						
Тема 7. Методи та засоби вимірювання температури, тиску, рівня, витрати.	2	11	4		5		2						
Разом за модулем 2	60		16		30		14						
Усього годин	120		30		60		30						
Курсовий робота													
Усього годин	120		30		60		30						

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальні відомості про метрологію та електричні вимірювання.	2
2	Класифікація вимірювань. Принципи та методи вимірювань.	2
3	Засоби вимірювальної техніки.	2
4	Похибки вимірювання.	2
5	Нормування метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки.	2
6	Опрацювання результатів вимірювань.	2
7	Метрологічна повірка засобів вимірювальної техніки.	2
8	Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи.	2
9	Вимірювальні перетворювачі електричних величин.	2
10	Прилади порівняння. Вимірювальні мости та вимірювальні компенсатори.	2
11	Цифрові вимірювальні прилади. Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.	2
12	Інформаційно -вимірювальні системи.	2
13	Вимірювання неелектричних величин електричними методами.	2
14	Методи та засоби вимірювання температури, тиску, рівня, витрати.	4

4. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження класу точності аналогових вимірювальних приладів.	4
2	Розширення меж виміру, розрахунок додаткових опорів і шунтів.	6
3	Вимір амплітуди сигналу.	4
4	Вибір параметрів елементів електричних схем методом вольтметра і амперметра.	6
5	Вимір параметрів елементів електричних схем мостовим методом.	6
6	Вимір параметрів елементів електричних кіл резонансним методом.	4
7	Вимірювання деформації, температури (тензорезистор та терморезистор, термопара).	6
8	Вивчення цифрового осцилографа.	4
9	Вимір потужності.	4
10	Вимірювання частоти та інтервалів часу.	6
11	Вимірювання зсуву фаз.	4

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок похибок та запис кінцевого результату вимірювання одноразових прямих вимірювань при відомому класі точності ЗВ	10
2	Розрахунок похибок та запис кінцевого результату вимірювання при непрямих опосередкованих одноразових та багаторазових вимірюваннях	20

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;

- захист лабораторних/практичних, розрахункових/графічних робіт, проєктів;
- пірінгове оцінювання, самооцінювання;
- виконання експрес-контрольних завдань (на початку або в кінці заняття);
- модульний контроль знань.

7. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- кейс-метод;
- метод проєктного навчання;
- метод перевернутого класу, змішаного навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Теоретичні основи метрології та засобів вимірювальної техніки		
Лабораторна робота 1. Дослідження класу точності аналогових вимірювальних приладів.	ПРН2, ПРН5, ПРН10, ПРН16, ПРН18 Здобуто знання з теоретичних основ метрології та електричних вимірювань, засвоєно принципи роботи аналогових вимірювальних приладів та методи визначення їх класу точності. Опановано методи розширення меж вимірювань струму та напруги шляхом розрахунку шунтів і додаткових опорів, а також принципи підбору елементів для вимірювальних схем. Набуто практичних навичок вимірювання амплітуд сигналів та параметрів електричних елементів (опір, індуктивність, ємність) за допомогою методів прямого вимірювання, мостових та резонансних методів. Сформовано вміння використовувати вольтметр-амперметрний метод для визначення характеристик елементів електричних схем з урахуванням метрологічних вимог. Освоєно методику розрахунку похибок вимірювань та правильного оформлення результатів згідно з вимогами стандартів. Розвинено здатність самостійно працювати з вимірювальним обладнанням, нормативно-технічною документацією, аналізувати достовірність результатів вимірювань та приймати обґрунтовані рішення при оцінюванні точності. Удосконалено навички дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки при роботі з	10
Лабораторна робота 2. Розширення меж виміру, розрахунок додаткових опорів і шунтів.		10
Лабораторна робота 3. Вимір амплітуди сигналу.		10
Лабораторна робота 4. Вибір параметрів елементів електричних схем методом вольтметра і амперметра.		10
Лабораторна робота 5. Вимір параметрів елементів електричних схем мостовим методом.		10
Лабораторна робота 6. Вимір параметрів елементів електричних кіл резонансним методом.		10
Самостійна робота 1. Розрахунок похибок та запис кінцевого результату вимірювання		10

одноразових прямих вимірювань при відомому класі точності 3В	електровимірювальними приладами.	
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Електричні вимірювальні прилади, системи та методи		
Лабораторна робота 1. Вимірювання деформації, температури (тензорезистор та терморезистор, термопара).	ПРН2, ПРН5, ПРН10, ПРН16, ПРН18 Здобуто знання щодо принципів дії та особливостей використання первинних вимірювальних перетворювачів фізичних величин, зокрема тензорезисторів, терморезисторів і термопар. Опановано методику підключення та використання цифрового осцилографа для візуалізації електричних сигналів, вимірювання амплітуди, частоти, тривалості імпульсів і часових інтервалів. Набуто практичних навичок вимірювання активної, реактивної та повної потужності в електричних колах змінного струму, з урахуванням фазових зсувів та типів навантаження. Сформовано вміння вимірювати частоту сигналів, часові інтервали та зсув фаз з використанням сучасних електронних приладів і аналізувати результати вимірювань. Освоєно методику оцінювання похибок при непрямих (опосередкованих) вимірюваннях, зокрема одноразових і багаторазових, та правильного оформлення результатів у відповідності до вимог метрології. Розвинено здатність до самостійного аналізу похибок вимірювань та вибору оптимальних засобів вимірювань відповідно до вимог точності й умов експлуатації. Удосконалено навички дотримання вимог нормативних документів, охорони праці та техніки безпеки при проведенні електровимірювань.	10
Лабораторна робота 2. Вивчення цифрового осцилографа.		10
Лабораторна робота 3. Вимір потужності.		10
Лабораторна робота 4. Вимірювання частоти та інтервалів часу.		10
Лабораторна робота 5. Вимірювання зсуву фаз.		10
Самостійна робота 1. Розрахунок похибок та запис кінцевого результату вимірювання при непрямих опосередкованих одноразових та багаторазових вимірюваннях		20
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	(M1 + M2)/2*0,7 ≤ 70	
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100	
Курсова робота		100

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=4100>);
- Лут. М. Т., Рубан О.В. Метрологія, технологічні вимірювання і прилади: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: ТОВ "Компринт", 2018. 192 с.
- Лут. М. Т., Рубан О.В., Ващишин С.Д. Метрологія і електричні вимірювання: Лабораторний практикум. К.: ТОВ "Компринт", 2018. 189 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Мазуренко О. Є., Руденко Л. І. Електричні вимірювання та прилади: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2016. 260 с.
2. Філіпенко А. І., Калашніков І. Г. Метрологія та електричні вимірювання: навчальний посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. 216 с.
3. Швець І. А. Електричні вимірювання та основи метрології: навч. посібник. Львів: ЛНТУ, 2018. 212 с.
4. Ткачук Т. М., Василюк І. С. Метрологія, стандартизація і сертифікація: навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ, 2019. 234 с.
5. Капітонова Ю. М. Метрологія та електричні вимірювання: навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ, 2020. 180 с.
6. Гавриленко А. А. Електричні вимірювання: навчальний посібник для ВНЗ. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 198 с.
7. Наконечний Ю. О. Основи метрології та вимірювань: навчальний посібник. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. 210 с.
8. Гуменюк В. А., Мартинюк О. Б. Основи метрології та електричних вимірювань: навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2020. 228 с.
9. Олексюк М. П., Кравець В. В. Метрологія та взаємозамінність: навч. посібник. Чернівці: ЧНУ, 2017. 200 с.
10. Сидоренко Ю. С., Панасюк В. О. Електричні вимірювання та метрологія: навчальний посібник. Суми: СумДУ, 2018. 192 с.