

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

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

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**
«Метрологія, технологічні вимірювання і прилади»

Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка
Освітня програма «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»
ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження
Розробники: старший викладач, к.т.н., Ликтей Вікторія Володимирівна
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни «Метрологія, технологічні вимірювання і прилади»

(до 1000 друкованих знаків)

Дисципліна спрямована на формування у студентів базових знань з метрології, методів вимірювання та використання вимірювальних приладів у системах автоматизації та робототехніки. Вивчаються основи теорії похибок, державної системи забезпечення єдності вимірювань, класифікація і принципи роботи засобів вимірювальної техніки, методи калібрування та стандартизації. Розглядаються сучасні технології вимірювання фізичних величин (тиску, температури, витрати, рівня, електричних параметрів тощо) та інтеграція датчиків і приладів у комп'ютерно-інтегровані системи керування. Особлива увага приділяється вибору засобів вимірювань для задач автоматизації, аналізу їх точності, надійності та сумісності з програмно-апаратними платформами.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь				
Освітній ступінь	бакалавр			
Спеціальність	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка			
Освітня програма	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»			
Характеристика навчальної дисципліни				
Вид	обов'язкова			
Загальна кількість годин	210			
Кількість кредитів ECTS	7			
Кількість змістових модулів	4			
Курсовий проект	КП			
Форма контролю	залік / екзамен			
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти				
	Форма здобуття вищої освіти			
	денна		заочна	
Курс (рік підготовки)	2, 3 курс (2024р.)		2, 3 курс (2024р.)	
Семестр	4	5	4	5
Лекційні заняття	15 год.	15 год.	год.	год.
Практичні, семінарські заняття	15 год.	15 год.	год.	год.
Лабораторні заняття	30 год.	30 год.	год.	год.
Самостійна робота	45 год.	45 год.	год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	4 год.	4 год.		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 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. ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних

технологій. ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел. ЗК6. Навички здійснення безпечної діяльності. спеціальні (фахові) компетентності (СК): СК2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях. СК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій. СК5. 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. СК8. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

Програмні результати навчання (ПРН): ПРН2. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації. ПРН6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій. 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. ПРН11. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма								заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Основи метрології та техніки вимірювань														
Тема 1. Вступ. Метрологія – наука про вимірювання.	2	14	2	2	4		6							
Тема 2. Класифікація вимірювань. Принципи та методи вимірювань.	2	13	2	2	4		5							

Тема 3. Засоби вимірювання (ЗВ)	2	14	2	2	4		6						
Тема 4. Похибки результатів вимірювання	2	12	2	1	4		5						
Разом за змістовим модулем 1	53		8	7	16		22						
Змістовий модуль 2. Основи теорії та конструкції вимірювальних приладів													
Тема 5. Прилади порівняння. Електронні прилади. Вимірювальні перетворювачі	2	15	2	2	4		7						
Тема 6. Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи	2	18	2	3	5		8						
Тема 7. Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.	3	19	3	3	5		8						
Разом за змістовим модулем 2	52		7	8	14		23						
Усього годин	105		15	15	30		45						
Змістовий модуль 3. Цифрові засоби вимірювань													
Тема 8. Цифрові засоби вимірювань. Цифрові лічильники електричної енергії, частотоміри	2	17	2	2	4		9						
Тема 9. Цифрові засоби вимірювань. Цифрові вольтметри, мультиметри	2	18	2	2	5		9						
Тема 10. Інформаційно - вимірювальні системи (ІВС)	2	17	2	2	5		8						
Разом за змістовим модулем 3	52		6	6	14		26						
Змістовий модуль 4. Вимірювання технологічних величин													
Тема 11. Загальні принципи вимірювання електричних величин.	1	11	2	1	4		4						

Тема 12. Вимірювання магнітного потоку, магнітної індукції і напруженості магнітного поля.	2	11	2	2	3		4						
Тема 13. Типові структурні схеми засобів вимірювання неелектричних величин прямого та зрівноважувального перетворення.	2	10	2	2	3		3						
Тема 14. Принцип дії, характеристики та будова типових ПВП	2	11	2	2	3		4						
Тема 15. Методи та засоби вимірювання температури, тиску, рівня	2	10	1	2	3		4						
Разом за змістовим модулем 4	53		9	9	16		19						
Усього годин	105		15	15	30		45						
Курсовий проект з дисциплін "Електроніка та мікропроцесорна техніка" та "Метрологія, технологічні вимірювання і прилади	15												
			-	-	-		-		-	-	-		-
Усього годин	210		30	30	60		90						

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Метрологія – наука про вимірювання.	2
2	Класифікація вимірювань. Принципи та методи вимірювань.	2
3	Засоби вимірювання (ЗВ)	2
4	Похибки результатів вимірювання	2
5	Прилади порівняння. Електронні прилади. Вимірювальні перетворювачі	2
6	Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи	2
7	Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.	2
8	Цифрові засоби вимірювань. Цифрові лічильники електричної енергії, частотоміри	2
9	Цифрові засоби вимірювань. Цифрові вольтметри, мультиметри	2

10	Інформаційно - вимірювальні системи (ІВС)	2
11	Загальні принципи вимірювання електричних величин.	2
12	Вимірювання магнітного потоку, магнітної індукції і напруженості магнітного поля.	2
13	Типові структурні схеми засобів вимірювання неелектричних величин прямого та зрівноважувального перетворення.	2
14	Принцип дії, характеристики та будова типових ПВП	2
15	Методи та засоби вимірювання температури, тиску, рівня	2

4. Темати лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження класу точності аналогових вимірювальних приладів	4
2	Розширення меж виміру вольтметра і амперметра, розрахунок додаткових опорів і шунтів	4
3	Вимір амплітуди сигналу	4
4	Вимір параметрів елементів електричних схем методом вольтметра і амперметра	4
5	Вимір параметрів елементів електричних схем мостовим методом	4
6	Вимір параметрів елементів електричних кіл резонансним методом	4
7	Вимірювання деформації, температури (тензорезистор, терморезистор, термопара).	4
8	Вимір потужності	2
Всього за 4 семестр		30
9	Вивчення цифрового осцилографа	4
10	Вимірювання частоти та інтервалів часу.	4
11	Вимірювання зсуву фаз	4
12	Вимірювання електричних величин потенціометром (компенсатором) постійного струму	4
13	Перевірка технічних трансформаторів струму та вимірювальних клещів	4
14	Дослідження роботи аналого-цифрового перетворювача (АЦП)	4
15	Вимірювання температури електровимірювальними приладами	4
16	Дослідження лічильника електричної енергії фірми ЕЛВІН.	2
Всього за 5 семестр		30

5. Темати самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Класифікація вимірювань. Принципи та методи	10

	вимірювань.	
2	Засоби вимірювання (ЗВ)	10
3	Похибки результатів вимірювання	5
4	Прилади порівняння. Електронні прилади. Вимірювальні перетворювачі	10
5	Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи	5
6	Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.	5
Всього за 4 семестр		45
7	Цифрові засоби вимірювань. Цифрові лічильники електричної енергії, частотоміри	10
8	Цифрові засоби вимірювань. Цифрові вольтметри, мультиметри	5
9	Інформаційно - вимірювальні системи (ІВС)	5
10	Загальні принципи вимірювання електричних величин.	5
11	Вимірювання магнітного потоку, магнітної індукції і напруженості магнітного поля.	5
12	Типові структурні схеми засобів вимірювання неелектричних величин прямого та зрівноважувального перетворення.	5
13	Принцип дії, характеристики та будова типових ПВП	5
14	Методи та засоби вимірювання температури, тиску, рівня	5
Всього за 5 семестр		45

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист лабораторних/практичних, розрахункових/графічних робіт, проектів;
- 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 електровимірювальними приладами.	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 одноразових прямих вимірювань при відомому класі точності ЗВ		10
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	10
Лабораторна робота 2. Вивчення цифрового осцилографа.		10
Лабораторна робота 3. Вимір потужності.		10

Лабораторна робота 4. Вимірювання частоти та інтервалів часу.	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 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	$(M1 + M2)/2 * 0,7 \leq 70$	
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	
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=3101>);

- Лут. М. Т., Рубан О.В. Метрологія, технологічні вимірювання і прилади: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: ТОВ "Компринт", 2018. 192 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.