

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ ПІДРОЗДІЛ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
«НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ»

ВІДДІЛЕННЯ ТЕХНІЧНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ТА ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ
Кафедра автоматизації та електроінженерії



ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора

навчально-виховної роботи

Т.В. Шеїн

2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТРОЛОГІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ І ПРИЛАДИ

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

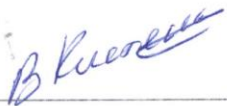
Робоча програма з дисципліни **«Метрологія, технологічні вимірювання та прилади»** для студентів спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології складена відповідно до варіативної частини освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напряму «Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології». Дисципліна відноситься до циклу професійної і практичної підготовки.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є принципи та методи вимірювання фізичних величин, методи та сучасні засоби вимірювання технологічних параметрів, методи опрацювання результатів вимірювання та підвищення точності вимірювання, методи перевірення та розрахунки метрологічних характеристик засобів вимірювання, методи обґрунтування та вибору вимірювальних комплексів за необхідними метрологічними характеристиками, методи розрахунку вимірювальних схем первинних вимірювальних перетворювачів та вторинних приладів.

Розробник: Якубінська Л.Г., викладач кафедри автоматизації та електроінженерії.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматизації та електроінженерії

Протокол від «29» серпня 2019 р. № 01.

Завідувач кафедри  (В.Г. Кістень)
«29» серпня 2019 р.

Схвалено начальсько-методичною радою відділення технічно-енергетичних систем та засобів автоматизації

Протокол від «29» серпня 2019 р. № 01.

Голова начальсько-методичної ради  (О.Г. Ландик)
«29» серпня 2019 р.

Опис навчальної дисципліни «Метрологія, технологічні вимірювання і прилади»

Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування	
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Освітній ступінь	Бакалавр	
Мова навчання	Українська	
Характеристика навчальної дисципліни		
Статус		Нормативна
Загальна кількість годин		189
Кількість кредитів ECTS		6
Кількість змістових модулів		4
Форма контролю		Екзамен (6 семестр)
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	1	
Семестр	1,2	
Лекційні заняття	54	
Семінарські, практичні заняття	22	
Лабораторні заняття	26	
Самостійна робота	78	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		
аудиторних	2	
самостійної роботи студента –	3	

Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліни, що передують вивченню дисципліни «Метрологія, технологічні вимірювання і прилади»	Дисципліни, в яких використовуються матеріали дисципліни «Метрологія, технологічні вимірювання і прилади»
Вища математика Фізика Хімія Теорія ймовірності Електроніка і мікропроцесорна техніка	Проектування систем автоматизації Автоматизація технологічних процесів Програмно-технічні комплекси і промислові контролери

Структура навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин				
	денна форма				
	у тому числі				
	усього	лекції	прат.	лаб.	сам. роб.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1					
1. Вступ. Метрологія та метрологічна діяльність Предмет та задачі дисципліни. Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність. Метрологія – наука про вимірювання. Основні поняття: фізичної величини та її одиниці, основне рівняння вимірювання, істинні та дійсні значення вимірюваної величини, результати вимірювання (кориговані та не кориговані). Основні характеристики якості проведених вимірювань. Поняття систем фізичних величин, міжнародна система одиниць СІ.	8	2	2		4
2. Класифікація вимірювань /статичні, динамічні, прямі, непрямі (опосередковані, сукупні та сумісні) і інші/. Принципи та методи вимірювань. Поняття єдності та метрологічного забезпечення вимірювань. Технічні основи метрологічного забезпечення вимірювань.	6	2			4
3. Класифікація методів вимірювання. Вимірювання методами безпосередньої оцінки та порівняння з мірою (заміщенням, повного зрівноважування та диференційним).	6	2			4
4. Засоби вимірювальної техніки 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.	6	2			4
5. Основні метрологічні характеристики ЗВ, які визначаються при його метрологічній атестації. Дистанційні системи передачі сигналів вимірювальної інформації, їх будова та характеристики точності. Умовні позначення на шкалах вимірювальних приладів.	10	2	2	2	4
Всього за 1 модулем	36	10	4	2	20

Змістовий модуль 2					
6. Невизначеність вимірювань Похибки вимірювань, їх класифікація та математична модель. Фактори, які впливають на процес формування похибок вимірювання. Абсолютна та відносна похибки. Статична та динамічна похибки.	6	2			4
7. Опрацювання результатів вимірювання. Оцінка похибок прямих та опосередкованих вимірювань. Нормовані значення похибок. Форми запису кінцевого результату вимірювань. Критерії оцінки промахів. Правила округлення значень похибок обробка результатів вимірювання.	8	2	2		4
8. Похибки засобів вимірювання. Адитивна та мультиплікативна складові похибок приладів. Класи точності засобів вимірювання. Метрологічне обґрунтування вибору ЗВ.	6	2	2		2
9. Структура та функції метрологічної служби України. Метрологічний нагляд і державна система забезпечення єдності вимірювань. Міжнародні організації зі стандартизації. Міжнародна електротехнічна комісія. Міжнародна організація законодавчої метрології. Еталони один. фіз. величин.	8	2	2		4
10. Державна система промислових приладів і засобів автоматизації (ДСП). Повірка та державні випробовування засобів вимірювання, види перевірок. Методи і засоби повірки. Метрологічна атестація засобів вимірювання.	4	2			2
11. Основи теорії та конструкції вимірювальних механізмів і приладів. Електромеханічні вимірювальні прилади. Основи теорії приладів аналогової групи. Конструктивні особливості, вузли та деталі приладів. Магнітоелектричні прилади: принцип дії, будова, рівняння перетворення та характер шкали. Магнітоелектричні прилади з перетворювачами.	6	2		2	2
12. Електромагнітні прилади, будова та принципи дії. Астатичні прилади. Електродинамічні прилади. Індукційні механізми та прилади. Будова та принцип дії лічильників електричної енергії.	8	2		4	2
13. Вимірювальні прилади зрівноважувального перетворення. Мости. Одинарні та подвійні мости постійного струму. Будова, принцип дії, умови рівноваги. Застосування мостів.	6	2		2	2
Всього за 2 модулем	52	16	6	8	22
Разом за 1 семестр	88	26	10	10	42

2 семестр					
Змістовий модуль 3					
14. Електронні та реєстраційні прилади Електронні вольтметри постійного та змінного струму. Електронні частотоміри. Електронні фазометри. Вимірювання електричної енергії електронними лічильниками.	10	2		4	2
15. Електронно-променеві осцилографи. Вимірювання параметрів електричних сигналів за допомогою лінійної і синусоїдної розгортки.	4	2		2	2
16. Цифрові засоби вимірювань Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання (ЦЗВ). Принципи перетворювання дискретних сигналів. Основні вузли і елементна база сучасних ЦВП.	4	2			2
17. Цифрові засоби вимірювань Цифрові вольтметри, мультиметри, лічильники електричної енергії, частотоміри, мости постійного і змінного струму.	10	2		4	4
18. Обладнання сполучення і допоміжні вимірювальні перетворювачі Обладнання для розширення меж вимірювання: шунти, додаткові резистори, вимірювальні трансформатори струму і напруги.	6	2	2		2
19. Вимірювання електричних величин Електричні величини і одиниці їх вимірювання. Загальні принципи вимірювання електричних величин. Вимірювання струму і напруги в колах постійного та змінного струму промислової та підвищеної частоти. Вимірювання опорів ізоляції електрообладнання і заземлення обладнання.	8	2		2	4
20. Вимірювання електричних величин Вимірювання потужності. Облік електричної енергії в колах постійного струму. Включення ватметрів і лічильників через вимірювальні трансформатори струму і напруги.	8	2	2		4
Всього за 3 модулем	50	14	4	12	20

Змістовий модуль 4					
21. Вимірювання неелектричних величин у с.г. виробництві. Загальні питання вимірювання неелектричних величин електричними засобами. Структурна схема вимірювального кола. Вимірювальні перетворювачі неелектричних величин.	4	2			2
22. Вимірювання температури. Загальні положення. Температурні шкали. Класифікація методів та засобів вимірювання температури. Термометри опору. Принцип дії термоелектричних термометрів. Пірометри.	10	2	2	2	2
23. Вимірювання тиску. Загальні положення. Види та одиниці вимірювання тиску. Класифікація методів та засобів вимірювання тиску. Рідинні, деформаційні та вагові манометри. Манометри електричні та спеціального призначення.	8	2	2	2	2
24. Вимірювання рівня рідин та сипких матеріалів. Загальні положення. Класифікація рівнемірів. Сигналізатори рівня. Гідростатичні та п'єзометричні рівнеміри. Ємнісні рівнеміри. Кондуктометричні сигналізатори рівня. Особливості використання рівнемірів. Визначення рівня сипких матеріалів.	4	2			2
25. Вимірювання витрат та кількості речовин. Класифікація витратомірів. Принцип роботи засобів вимірювання витрати та маси сипких матеріалів. Магніто-індукційні витратоміри.	8	2	2		4
26. Контроль фізичних властивостей речовин. Вимірювання густини рідин. класифікація та характеристика густиномірів. Вимірювання в'язкості речовин. Вимірювання вологості. Аналізатори складу рідин та газів. Вимірювальні схеми рН-метрів.	8	2	2		2
27.	5	2			3
Всього за 4 модулем	51	14	8	4	25
Разом за 2 семестр	101	28	12	16	45
Усього годин	180	54	22	26	78

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Год.
1	Ознайомлення з ДСТУ 3651-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. застосування теорії розмірностей; вивчення одиниць системи СІ, вияв залежності між похідними і основними одиницями СІ.	2
2	Визначення метрологічних характеристик засобів вимірювання	2
3	Обробка результатів багаторазових вимірювань	2
4	Розрахунок похибок та запис кінцевого результату вимірювання одноразових прямих вимірювань при відомому класу точності ЗВ	2
5	Розрахунок похибок та запис кінцевого результату вимірювання при непрямих опосередкованих одноразових та багаторазових вимірюваннях.	2
6	Розрахунок шунтів і додаткових опорів	2
7	Розрахунок вимірювальних трансформаторів струму і напруги	2
8	Класифікація приладів для вимірювання температури	2
9	Розрахунки параметрів термометрів опору та манометрів і обчислення їх похибок.	2
10	Методи вимірювання витрати газу і рідини	2
11	Методи вимірювання вологості	2
Всього		22

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Год.
1	Вивчення умовних позначень на шкалах аналогових електромеханічних вимірювальних приладів.	2
2	Вивчення і застосування аналогових електромеханічних вим. приладів.	2
3	Вимірювання струму і напруг в колах постійного та змінного струмів	2
4	Вимірювання потужності.	2
5	Вивчення і застосування мостів постійного і змінного струму	2
6	Вимірювання параметрів електричних сигналів електронними вимірювальними приладами.	2
7	Вимірювання опору ізоляції і заземлюючих пристроїв.	2
8	Вивчення органів керування електронно-променевого осцилографа.	2
9	Вивчення і застосування електронно-променевого осцилографа у вимірюваннях за допомогою лінійної розгортки.	2
10	Вимірювання напруги цифровими вольтметрами	2
11	Вимірювання параметрів електричних сигналів цифровими мультиметрами.	2
12	Вимірювання температури.	2
13	Вимірювання тиску.	2
Всього		26

2. Мета і задачі дисципліни, її місце у навчальному процесі

Метою дисципліни є надання студентам знань з основ метрології і вимірювальної техніки, засвоєння ними основних принципів та методів вимірювання фізичних величин та технологічних параметрів, методів опрацювання результатів вимірювання та методів підвищення точності вимірювання, автоматизації метрологічної діяльності при виконанні організаційних робіт та досліджень у сфері метрології та метрологічної діяльності, використання нормативних документів, пов'язаних з вимірюваннями та їх застосуванням.

3. Очікувані результати навчання з дисципліни

Здобувач вищої освіти повинен вміти застосовувати знання про основні принципів та методів вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик..

Майбутній фахівець повинен мати наступні компетенції:

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.

4. Критерії оцінки знань студентів з дисципліни

Критерії оцінки виконання навчальних завдань є одним з основних способів перевірки знань, умінь і навичок студентів з дисципліни “ Метрологія, технологічні вимірювання і прилади ”. При оцінці завдань за основу слід брати повноту і правильність їх виконання. Необхідно враховувати такі вміння і навички студентів:

- диференціювати, інтегрувати та уніфікувати отримані знання;
- викладати матеріал логічно й послідовно;
- користуватися довідковою літературою.

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{\text{ДР}}$	Рейтинг штрафний $R_{\text{ШТР}}$	Підсумкова атестація (екзамен)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1,2	Змістовий модуль 3,4					
0-100	0-100	0-70	0-10	0-5	0-30	0-100

Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання у Ніжинському агротехнічному коледжі» навчальний матеріал дисципліни “Метрологія, технологічні вимірювання і прилади” поділено на 4 змістові модулі, обсягом 1,25, 1,5 1,25 і 1,25 кредитів ECTS відповідно.

Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи. Кожний змістовий модуль теж оцінюється за 100 бальною шкалою. На рейтинг з навчальної роботи

за рішенням циклової комісії може впливати рейтинг з додаткової роботи - до 10 балів і рейтинг штрафний (з від'ємним знаком) - до 5 балів.

Рейтинг студента з навчальної роботи $R_{НР}$ визначається за формулою

$$R_{НР} = \frac{0,7 (R_{ОМ}^{(1)} \cdot 1,5 + R_{ОМ}^{(2)} \cdot 1,5 + R_{ОМ}^{(3)} \cdot 1,5 + R_{ОМ}^{(4)} \cdot 1,5)}{6} + R_{ДР} - R_{ШТР},$$

де $R_{ОМ}^{(i)}$ – рейтингові оцінки відповідно 1-го, 2-го, 3-го та 4-го змістового модулів за 100-бальною шкалою;

1,5– кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

6 – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни;

$R_{ДР}$, $R_{ШТР}$ – відповідно рейтинг з додаткової роботи і рейтинг штрафний.

Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ додається до $R_{НР}$ і не може перевищувати 10 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням циклової комісії за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{НР}$. Він визначається лектором і вводиться рішенням циклової комісії для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи.

Студенти, які набрали з навчальної роботи 60 і більше балів, можуть не складати екзамен, а отримати екзаменаційну оцінку “автоматично”, відповідно до набраної кількості балів, переведених в національну оцінку та оцінку ECTS. У такому випадку рейтинг студента з дисципліни $R_{ДИС}$ дорівнює його рейтингу з навчальної роботи

$$R_{ДИС} = R_{НР}.$$

Якщо студент бажає підвищити свій рейтинг і покращити оцінку з дисципліни, він має пройти семестрову атестацію – скласти екзамен. Останню в обов'язковому порядку проходять студенти, які з навчальної роботи набрали менше, ніж 60 балів. Для допуску до атестації студент має набрати не менше 60 балів з кожного змістового модуля, а загалом – не менше, ніж 42 бали з навчальної роботи.

Рейтинг студента з атестації $R_{АТ}$ визначається за 100-бальною шкалою. Якщо на екзамені з дисципліни студент набрав менше 60 балів, то вони йому не зараховуються – не додаються до набраних балів з навчальної роботи, і за студентом зберігається рейтинг (оцінка), визначений за наведеною вище формулою.

В іншому випадку рейтинг студента з дисципліни $R_{ДИС}$ обчислюється за формулою

$$R_{ДИС} = R_{НР} + 0,3 \cdot R_{АТ}.$$

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	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Національна оцінка записується у залікову книжку студента, а оцінка ECTS - журнал рейтингової оцінки знань студента.

5. Засоби оцінювання та діагностування

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання дисципліни “ Метрологія, технологічні вимірювання і прилади ” є екзамен, реферати, презентації результатів виконаних завдань та досліджень, презентації та виступи на наукових заходах, захист лабораторних робіт. У процесі навчання дисципліни використовуються наступні форми контролю:

- поточний контроль: усне опитування (індивідуальне, фронтальне, групове);
- модульний контроль: комп'ютерне тестування, виконання практичних завдань;
- захист лабораторних робіт;
- підсумковий контроль: екзамен з елементами тестування.

6. Методи демонстрування результатів навчання:

Письмові звіти за темами лабораторно-практичних робіт.

7. Рекомендована література

Основна:

1. Базієвський С.Д. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. -К.: Видавничий дім «Слово», 2006.
1. Дудюк Д.Л., Максимів В.М., Оріховський Р.Я. Електричні вимірювання. Навчальний посібник – Львів: Афіша, 2003 –272с.
2. Саранча Г.А. Метрологія, стандартизація, відповідальність,

акредитація та управління якістю. -К.: Центр навчальної літератури, 2007.

Додаткова:

1. Головка Д.Б., Рого К.Г., Скрипник Ю.О. Основи метрології та вимірювань.-Київ.: Либідь, 2001. - 408 с.

2. Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості. – Київ, «Аграрна освіта», 2001.

3. Резніченко Т.П., Рубан О.В., Дашенко В.Г. Контрольно-вимірювальні прилади. (Лабораторний практикум) Вид. НАУ К., 1996 - 130 с.

Законодавчі та нормативні документи:

1. Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність"

2. Декрет Кабінету Міністрів України "Про стандартизацію і сертифікацію" К.: Держстандарт України, 1998.

3. ДСТУ 2681-94 Метрологія, Терміни та визначення К.: Держстандарт України, 1994.

4. ДСТУ 2682-94 Метрологічне забезпечення, Основні положення К.: Держстандарт України, 1998.

5. ДСТУ 2708-94 Повірка засобів вимірювань, Організація і порядок проведення К.: Держстандарт України, 1998.

3. 6. ДСТУ 3215-95 Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки, Організація та порядок проведення К.: Держстандарт України, 998.

Методичне забезпечення:

Якубінська Л.Г. Вимірювання неелектричних величин в агропромисловому виробництві: Навчальний посібник.- Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2015. – 180с.

Інформаційні ресурси:

1. Державне підприємство «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів» (ДП «Укрметртестстандарт») засноване на державній власності і входить до сфери управління Мінекономрозвитку України. Електронний ресурс. Веб-сайт.- Київ. Режим доступу: <http://csm.kiev.ua/>.

2. Український науковий журнал «Метрологія і прилади». Електронний ресурс. Веб-сайт.- Харків. Режим доступу: <http://ua.amu.in.ua/journal1>