

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра автоматики та електроустаткування

T7629



ЗАТВЕРДЖЕНО

Заступник директора з
навчальної роботи

к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ І ЕЛЕКТРИЧНИХ ВИМІРІВ

Fundamentals of metrology and electrical measurements

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи метрології та електричних вимірів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 «Електрична інженерія», спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньо-професійна програма «Експлуатація суднових автоматизованих систем».

«27» серпня 2023 року. – 21 с.

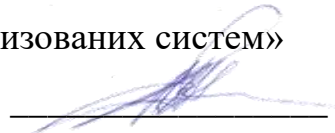
Розробник: Субботкіна О.П., викладач кафедри автоматики та електроустаткування.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи метрології та електричних вимірів» узгоджено з гарантом освітньо-професійної програми

Гарант освітньо-професійної програми

«Експлуатація суднових автоматизованих систем»

канд. техн. наук, доцент



А.В. Надточий

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи метрології та електричних вимірів» розглянуто на засіданні кафедри автоматики та електроустаткування.

Протокол № 01 від «28» серпня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри



А.В. Надточий

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи метрології та електричних вимірів» затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол № 01 від «29» серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК



О.М. Дудченко

© ХННІ НУК, 2023 рік

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисциплін.....	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	12
8. Критерії оцінювання результатів навчання	15
9. Засоби навчання	16
10. Рекомендовані джерела інформації	16
Додаток.....	18

ВСТУП

Анотація

Робочою програмою навчальної дисципліни «Основи метрології та електричних вимірів» підготовки бакалаврів передбачено формування у здобувачів вищої освіти спеціальної компетентності у формі здатності збирати та інтерпретувати інформацію, обирати методи та інструментальні засоби для розв'язання складних професійних задач у сфері електротехніки, електромеханіки, електроніки, автоматики та морської інженерії.

Дисципліна розрахована на студентів, які отримали базові знання з основ електротехніки, та є допоміжною для освоєння спеціалізованих дисциплін, пов'язаних із аналізом роботи суднових електроенергетичних систем та її окремих елементів.

Програма передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язування задач щодо використання основ метрології, конструктивних особливостей приладів і методів вимірювання електричних величин.

Ключові слова: метрологія, вимірювальний прилад, метод вимірювання, електрична величина.

Annotation

The work program of the study discipline "Fundamentals of Metrology and Electrical Measurements" of bachelor's training provides for the formation of special competence in students of higher education in the form of the ability to collect and interpret information, choose methods and tools for solving complex professional problems in the field of electrical engineering, electromechanics, electronics, automation and marine engineering.

The discipline is designed for students who have acquired basic knowledge of the basics of electrical engineering, and is an aid to mastering specialized disciplines related to the analysis of the operation of ship electrical power systems and its individual elements.

The program provides for the comprehensive application of the acquired competences for solving problems related to the use of the basics of metrology, the design features of devices and methods of measuring electrical quantities.

Key words: metrology, measuring device, measurement method, electrical quantity.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 14 – Електрична інженерія	Обов'язкова	
Модулів – 3		Рік підготовки	
Змістових модулів – 3		1-й	1-й
Електронна адреса на сайті ХННІ НУК: http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/Operation-of-ship-automated-systems-b.html	Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітня програма «Експлуатація судових автоматизованих систем»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання - немає		1-й	1-й
Загальна кількість годин - 120		Лекції	
		1-й семестр - 30 год.	4 год.
		Практичні	
		1-й семестр - 30 год.	4 год.
	Лабораторні		
		-	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 1-й семестр – 4; самостійної роботи студента: 1-й семестр – 7,4.	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		1-й семестр - 60 год.	112 год.
		Індивідуальні завдання: год.	
		-	
		Види контролю: 1-й семестр - залік	
		Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Основи метрології та електричних вимірів» є формування у здобувачів вищої освіти відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

1) інтегральну компетентність:

- 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;

2) загальні компетентності:

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

3) професійні компетентності:

ФК13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

ФК14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

ФК19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК22*. Здатність обслуговувати та експлуатувати суднове електроенергетичне, електротехнічне та електромеханічне устаткування і пристрої, використовувати суднові комп'ютери та інформаційні мережі.

ФК 23*. Розуміння сутності та основ керування судновою електроенергетичною системою, електромеханічними системами автоматизації та електроприводами, застосування енергозберігаючих технологій в електромеханічних системах.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти таких результатів навчання:

ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР02. 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.

ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

ПР05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР11. Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань.

ПР12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

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

ПР15. Розуміти та демонструвати добру професійну, соціальну та емоційну поведінку, дотримуватись здорового способу життя.

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

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

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

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПР20*. Вміти застосовувати на практиці інструментальні засоби для реалізації і модернізації суднових електричних мереж, електромеханічних систем автоматизації та електроприводів підприємств морегосподарського комплексу.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основи метрології та обробки результатів вимірювань

Тема 1. Визначення і класифікація засобів вимірювання. Характеристики засобів вимірювання. Види вимірювань. Методи вимірювань.

Джерела інформації: [1, с.7-22].

Тема 2. Імовірнісний опис результатів вимірювань.

Джерела інформації: [1, с. 23-26].

Тема 3. Обробка результатів непрямих вимірювань.

Джерела інформації: [1, с. 27-28].

Тема 4. Обробка результатів сукупних вимірювань.

Джерела інформації: [1, с.29-30].

Тема 5. Обробка результатів груп вимірювань.

Джерела інформації: [1, с. 31-32].

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Вимірювальні перетворювачі та вимірювальні прилади

Тема 6. Міри й компаратори.

Джерела інформації: [1, с. 32-34].

Тема 7. Масштабні вимірювальні перетворювачі.

Джерела інформації: [1, с. 35-38].

Тема 8. Електромеханічні вимірювальні прилади.
Джерела інформації: [1, с. 39-50].

Тема 9. Електронні вимірювальні прилади.
Джерела інформації: [1, с. 51-56].

Тема 10. Реєструючі вимірювальні пристрої. Осцилографи.
Джерела інформації: [2, с. 84-112].

Модуль 3.

Змістовий модуль 3. Вимірювання електричних та магнітних величин

Тема 11. Вимірювання складових повного електричного опору.
Джерела інформації: [1, с. 72-80].

Тема 12. Вимірювання частоти і фази.
Джерела інформації: [1, с. 81-92].

Тема 13. Вимірювання повної, активної та реактивної потужностей.
Джерела інформації: [1, с. 93-96].

Тема 14. Метрологічне забезпечення якості електроенергії.
Джерела інформації: [1, с. 97-100].

Тема 15. Основні принципи вимірювання магнітного поля.
Джерела інформації: [1, с. 101-123].

5.1. Тематичний план навчальної дисципліни

Назва змістових модулів і тем дисципліни	Кількість годин							
	Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
	Разом	у тому числі			Разом	у тому числі		
		Лекції	Практична робота	Самостійна робота		Лекції	Практична робота	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Змістовий модуль 1. Основи метрології та обробки результатів вимірювань								
Тема 1. Визначення і класифікація засобів вимірювання. Характеристики засобів вимірювання. Види вимірювань. Методи вимірювань	8	2	2	4	39	1	1	7
Тема 2. Імовірнісний опис результатів вимірювань	8	2	2	4				7
Тема 3. Обробка результатів непрямих вимірювань	8	2	2	4				7
Тема 4. Обробка результатів сукупних вимірювань	8	2	2	4				8
Тема 5. Обробка результатів груп вимірювань	8	2	2	4				8
Разом за змістовим модулем 1	40	10	10	20	39	1	1	37
Змістовий модуль 2. Вимірювальні перетворювачі та вимірювальні прилади								
Тема 6. Міри й компаратори	8	2	2	4	39	1	1	7
Тема 7. Масштабні вимірювальні перетворювачі	8	2	2	4				7
Тема 8. Електромеханічні вимірювальні прилади	8	2	2	4				7
Тема 9. Електронні вимірювальні прилади	8	2	2	4				8
Тема 10. Реєструючі вимірювальні пристрої. Осцилографи	8	2	2	4				8
Разом за змістовим модулем 2	40	10	10	20	39	1	1	37
Змістовий модуль 3. Вимірювання електричних та магнітних величин								
Тема 11. Вимірювання складових повного електричного опору	8	2	2	4	42	2	2	7
Тема 12. Вимірювання частоти і фази	8	2	2	4				7
Тема 13. Вимірювання повної, активної та реактивної потужностей	8	2	2	4				8
Тема 14. Метрологічне забезпечення якості електроенергії	8	2	2	4				8
Тема 15. Основні принципи вимірювання магнітного поля	8	2	2	4				8
Разом за змістовим модулем 3	40	10	10	20	42	2	2	38
Усього годин	120	30	30	60	120	4	4	112

Примітка: для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання читаються оглядові лекції за темами модулів в обсягах відповідно до таблиці.

5.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Визначення і класифікація засобів вимірювання. Характеристики засобів вимірювання. Види вимірювань. Методи вимірювань	2	1
2	Імовірнісний опис результатів вимірювань	2	
3	Обробка результатів непрямих вимірювань	2	
4	Обробка результатів сукупних вимірювань	2	
5	Обробка результатів груп вимірювань	2	
6	Міри й компаратори	2	1
7	Масштабні вимірювальні перетворювачі	2	
8	Електромеханічні вимірювальні прилади	2	
9	Електронні вимірювальні прилади	2	
10	Реєструючі вимірювальні пристрої. Осцилографи	2	
11	Вимірювання складових повного електричного опору	2	2
12	Вимірювання частоти і фази	2	
13	Вимірювання повної, активної та реактивної потужностей	2	
14	Метрологічне забезпечення якості електроенергії	2	
15	Основні принципи вимірювання магнітного поля	2	
Разом		30	4

5.3. Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1-2 год /1 лекцію	15	15
2	Підготовка до практичних занять	1-2 год/1 заняття	15	17
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 10 (20) год. на 1 захід	20	-
4	Підготовка до заліку		10	20
5	Виконання контрольної роботи	мінімум 20 годин на 1 роботу	-	60
Разом			60	112

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

В якості методів навчання для всіх видів занять використовується:

- робота з літературою, як опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольно-корекційної функції в умовах формальної освіти;
- пояснення, як словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення.

Для лекційних занять застосовується:

- лекція, як усний виклад навчального матеріалу, що характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

– ілюстрування, як показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

– відеометод, як використання відеоматеріалів для активізації наочно чуттєвого сприймання, що забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

Для практичних занять застосовується:

– практична робота, як метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- усні відповіді на практичних заняттях;
- письмовий контроль результатів навчання;
- поточний модульний контроль у формі тестування;
- контрольні роботи (для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання);
- залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку.

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – 40 балів. Право здавати заключний залік дається здобувачу вищої освіти, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного заліку набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль проводиться після вивчення кожного з модулів дисципліни. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт.

Семестровий підсумковий контроль з дисципліни проводиться після закінчення її вивчення у комбінованій формі проведення заліку (тестування та усна компонента).

При виставленні підсумкової оцінки (балів) з навчального курсу враховуються результати поточного контролю.

Виконання контрольної роботи є обов'язковою умовою для здобувачів вищої освіти, що навчаються за заочною формою. Завдання для контрольних робіт добираються з теоретичних питань і тестів, що охоплюють зміст робочої програми дисципліни.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

7.1. Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

Практична робота

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
4	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; в цілому правильно складає звіт та робить висновки. Здобувач вищої освіти відмовляється надавати усні запитання.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складає звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані повні усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Здобувач вищої освіти відмовляється надавати усні запитання.
0	Робота не виконувалася

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань здобувачів вищої освіти у формі тестування (для денної форми навчання)

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

7.2. Узагальнюючі результати поточного контролю знань здобувачів вищої освіти за модулями та формами навчання

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних робіт	6 роб. × 5 балів = 30 балів	6 роб. × 5 балів = 30 балів
Поточний модульний контроль	3 МКР × 10 балів = 30 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	3 роб. × 10 балів = 30 балів
Всього	60	60

Система нарахування рейтингових балів та критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми навчання)

Бал	Критерії оцінювання
10	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти вільно орієнтується в матеріалах
7	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки
0	Роботу не виконано

Підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти у формі комплексного заліку

Підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти складається з тестування, усної відповіді на одне контрольне питання та двох практичних задач.

Критерії оцінювання тестування здобувачів вищої освіти

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Критерії оцінювання задачі здобувачів вищої освіти

Бал	Критерії оцінювання
1	2
10	Рішення представлено повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь правильна
8	Рішення представлено у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь правильна
6	Рішення представлено повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків
4	Рішення представлено у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків
2	Рішення представлено неповне, більш ніж наполовину, правильна відповідь відсутня
0	Рішення не представлено взагалі або неповне, менш ніж наполовину

Критерії оцінювання усної відповіді здобувачів вищої освіти

Бал	Критерії оцінювання
10	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання
7	Відповідь надана повна, ґрунтовна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання
5	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі
3	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі
1	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, не в змозі представити математичні залежності та схемні рішення, а також пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці
0	Відповідь не надана взагалі або абсолютно не відповідає питанню

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т4	Практична робота № 1	5	Практична робота № 1	5
	-	-	-	Контрольна робота	10
ПМК 1			10	-	-
ЗМ 2	Т6	Практична робота № 2	5	Практична робота № 2	5
	Т8	Практична робота №3	5	Практична робота № 3	5
	Т10	Практична робота № 4	5	Практична робота № 4	5
	-	-	-	Контрольна робота	10
ПМК 2			10	-	-
ЗМ 3	Т12	Практична робота № 5	5	Практична робота № 5	5
	Т14	Практична робота № 6	5	Практична робота № 6	5
				Контрольна робота	10
ПМК 3			10		
Підсумковий контроль		Залік, в т.ч.	40	Залік, в т.ч.	40
		Тестування	10	Тестування	10
		Усна відповідь	10	Усна відповідь	10
		Задача	20	Задача	20
Сума			100		100

9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Пальчиков О.О. Основи метрології та електромагнітних вимірювань: навчальний посібник [Текст] / О.О. Пальчиков. – Миколаїв: НУК, 2021. – 160 с.
2. Навчальний посібник з курсу «Основи метрології та електричні вимірювання» [Текст] / С.Ю. Александровський, С.І. Бандура, О.Ю. Кімстач, В.І. Костюченко, С.М. Новогрецький. – Миколаїв: НУК, 2021. – 204 с.
3. Шаповаленко О.Г. Основи електричних вимірювань: Підручник. [Текст] / О.Г. Шаповаленко, В.М. Бондар. – К.: Либідь, 2002. – 320 с.
4. Основи метрології та електричні вимірювання: навчальний посібник [Текст] / М.М. Дорожовець, В.П. Мотало, Б.І. Стадник та ін.; за ред. д-ра техн. наук, проф. Б.І. Стадника. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 372 с.
5. Поліщук Є.С. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин: Підручник. [Текст] / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, Б.І. Стадник та ін.; за ред. Є.С. Поліщука – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. – 618 с.

Допоміжна література

1. Гульчак Ю.П. Процесорні засоби вимірювання та аналізу часових параметрів сигналів. Монографія [Текст] / Ю.П. Гульчак. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 128 с.
2. Вимірювальні перетворювачі (сенсори): Підручник [Текст] / В.М. Ванько, Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, Ю.В. Яцук. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 584 с.
3. Основи метрології та електричних вимірювань : Підручник [Текст] / В.В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко. – Стереотип. вид. – Херсон: Олді-плюс, 2017. – 538 с.
4. Вимірювання імпульсних струмів і напруг при електричному розряді в рідині. Методичні вказівки [Текст] / О.І. Вовченко, В.М. Цуркін. – Миколаїв: УДМТУ, 2004. – 32 с.
5. Електричні вимірювання: Підручник для студентів вищих навчальних закладів [Текст] / за редакцією професора Д. І. Блецкана. – Ужгород: ВАТ «Видавництво «Закарпаття», 2008. – 400 с.

6. Основи метрології та електричних вимірювань : підручник [Текст] / В. В. Кухарчук. В.Ю. Кучерук. Є. Т. Володарський. В. В. Грабко. - Вінниця : ВНТУ, 2012. – 522 с.

7. Швецький Б.І. Електронні цифрові прилади. [Текст] / Б.І. Швецький – К.: Техніка, 1991. – 191 с.

8. Марков Е.Т., Пастухов В.М. Метрологія та електричні вимірювання. Методичні вказівки до лабораторних робіт [Текст] / Е.Т. Марков, В.М.Пастухов. – Миколаїв: МКІ, 1985. – 58с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>.

2. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <http://www.rada.gov.ua>.

3. Офіційний сайт ХННІ НУК. URL: <http://kb.nuos.edu.ua>.

4. Науковий журнал «Вимірювальна техніка та метрологія». Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/istcmtm/vsi-vypusky>.

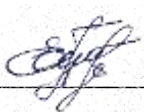
5. Науковий журнал «Метрологія та прилади». Харківський національний університет радіоелектроніки. URL: <https://nure.ua/branch/naukovij-zhurnal-metrologija-tapriladi/arhiv-nomeriv>.

6. Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». Хмельницький національний університет. URL: <https://vottp.khmnpu.edu.ua/index.php/vottp>.

Розробник:

викладач кафедри

автоматики та електроустаткування



Субботкіна О.П.

Питання для модульного контролю знань

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Виведіть основне рівняння вимірювання.
2. Яка основна операція виконується під час вимірювання?
3. Без яких двох метрологічних операцій неможливе вимірювання?
4. Які дві вимоги висувають до результату вимірювання?
5. Що є характерною рисою вимірювання?
6. Аналізуючи аксіому Евдокса-Архімеда, поясніть механізм виникнення похибки вимірювання.
7. Яку сторону явища характеризують вимірювання: якісну чи кількісну?
8. Наведіть основне рівняння вимірювання для струму, напруги, частоти, потужності.
9. Наведіть класифікацію вимірювань і на конкретних прикладах поясніть їх суть.
10. Дайте поняття прямих і непрямих вимірювань.
11. На які три класи поділяють непрямі вимірювання.
12. Які вимірювання називають опосередкованими? Наведіть приклади.
13. В чому суть сукупних вимірювань? Наведіть приклади.
14. Що є результатом сумісних вимірювань?
15. Які вимірювання відносять до статичних, а які до динамічних?
16. Які є відмінності між лабораторними і технічними вимірюваннями?
17. Поясніть суть методу зіставлення.
18. Поясніть суть методу ноніуса.
19. Поясніть суть методу коінциденції.
20. Наведіть структурну схему і поясніть суть диференційного методу.
21. Наведіть структурну схему і поясніть суть нульового методу.
22. Поясніть суть методу заміщення.
23. В якому випадку доцільно реалізувати метод заміщення: коли загальна похибка має систематичний чи випадковий характер?
24. Статичні метрологічні характеристики: функція перетворення, рівняння перетворення, статична характеристика, градувальна характеристика.
25. Статичні метрологічні характеристики: чутливість, поріг чутливості, зона нечутливості, діапазон вимірювання, швидкодія.
26. Похибка взаємодії.
27. Похибки засобів вимірювальної техніки.
28. У чому полягає суть абсолютної, відносної, адитивної, зведеної, мультиплікативної похибок засобів вимірювання?

29. Суть нормування похибок засобів вимірювань у вигляді числа. 7. Методика нормування абсолютної похибки.
30. Методика нормування відносної похибки.
31. Методика нормування зведеної похибки.
32. Нормування похибок засобів вимірювань у вигляді лінійної функції.

Контрольні питання до 2-го модуля

1. Які засоби вимірювальної техніки відносять до засобів вимірювання, а які до вимірювальних пристроїв?
2. В чому суть вимірювальної операції відтворення фізичних величин? Що таке міра?
3. В чому суть вимірювальної операції перетворення фізичної величини? Що таке вимірювальний перетворювач? Наведіть класифікацію вимірювальних перетворювачів.
4. В чому суть вимірювальної операції порівняння ФВ. Що таке компаратор?
5. В чому суть вимірювальної операції масштабного перетворення? Що таке масштабний перетворювач? Наведіть основні три види масштабних перетворювачів.
6. В чому суть операції числового вимірювального перетворення? Що таке числовий вимірювальний перетворювач?
7. Дайте означення і наведіть приклади засобів вимірювання.
8. Дайте поняття аналогового вимірювального приладу і наведіть його узагальнену структурну схему.
9. Які засоби вимірювання відносять до реєструвальних?
10. В чому суттєва відмінність між аналоговими і цифровими засобами вимірювання?
11. Перерахуйте всі засоби вимірювання, які відносять до цифрових.
12. Дайте поняття аналого-цифрового перетворювача.
13. Дайте поняття цифрового вимірювального приладу.
14. Дайте поняття вимірювального каналу.
15. Дайте поняття вимірювальної системи.
16. В чому суттєва відмінність вимірювального каналу і вимірювальної системи.
17. Дайте поняття інформаційно-вимірювальної системи. На які три великі класи поділяють ІВС за видом вихідної інформації?
18. Які є системи електромеханічних приладів та їх умовні позначення?
19. Для чого і як в електромеханічному приладі створюється момент заспокоєння?
20. З чого складається вимірювальний механізм індукційного лічильника?
21. Які моменти діють на диск лічильника?
22. Для чого в будові індукційного лічильника використовується постійний магніт?

23. Як виявляється самохід лічильника?
24. Які причини та шляхи усунення самоходу лічильника?
25. Як визначити відносну похибку лічильника? Яку похибку нормує клас точності лічильника?
26. Які схеми прямого увімкнення однофазного лічильника та через трансформатор струму?
27. Які схеми прямого увімкнення трифазного лічильника та через вимірювальні трансформатори?
28. Яка будова електронно-променевої трубки електронного осцилографа?
29. Від чого залежить чутливість електронно-променевої трубки?
30. Які основні елементи структури електронного осцилографа (ЕО)?
31. Для чого призначена лінії затримки в каналі вертикального відхилення ЕО?
32. Яке призначення ВТС та ВТН?
33. Який нормальний та аварійний режими роботи ВТС та ВТН?
34. Які схеми увімкнення ВТС, ВТН, та ЗВ у вторинну обмотку трансформаторів в однофазному колі?
35. Які схеми увімкнення ВТС, ВТН, та ЗВ у вторинну обмотку трансформаторів в трифазному колі?
36. Що впливає на струмову похибку ВТС?
37. Як розподіляються струм та напруга у ВТН (на прикладі векторної діаграми)?
38. Як розподіляються струм та напруга у ВТС (на прикладі векторної діаграми)?
39. На які два великі класи поділяють аналогові вимірювальні прилади?
40. Дайте поняття електромеханічного вимірювального приладу. Які дві основні частини входять до його складу?
41. Які функції виконує вимірювальне коло?
42. Яким елементом необхідно доповнити амперметр, щоб він виконував функції вольтметра?
43. Наведіть структурну схему і поясніть принцип дії магнітоелектричного вольтметра.
44. Сформулюйте сутність фізичного ефекту, який покладено в основу роботи електромагнітних вимірювальних перетворювачів.
45. Наведіть структурну схему і поясніть принцип дії електромагнітного вимірювального перетворювача.
46. Наведіть структурну схему і поясніть принцип дії електродинамічного вимірювального перетворювача.
47. Наведіть схему і поясніть принцип дії електродинамічного амперметра.
48. Виведіть рівняння перетворення електродинамічного амперметра.
49. Поясніть принцип одержання нерухомого зображення на екрані електронно-променевої трубки.

50. Наведіть структурну схему електронно-променевого осцилографа. Розкрийте призначення кожного блока осцилографа.

51. Який елемент виконує функції розгортки? Покажіть форму сигналу на виході генератора розгортки.

52. Наведіть методику вимірювання тривалості імпульсу, періоду, частоти, різниці фаз, амплітуди за допомогою осцилографа.

53. Наведіть структурну схему і поясніть принцип дії світлопроменевого осцилографа.

54. Який елемент виконує функції розгортки в цьому осцилографі?

55. До якої системи електромеханічних вимірювальних перетворювачів відносять осцилографічний гальванометр?

56. Які переваги і недоліки світлопроменевого осцилографа порівняно з електронно-променевим?

57. Наведіть методику вимірювання амплітуди, тривалості імпульсу і паузи, періоду і частоти за допомогою осцилографа.

Контрольні питання до 3-го модуля

1. Поясніть призначення шунта в електровимірювальній техніці.
2. Перетворювачем якої електричної величини в електричну є шунт?
3. Наведіть схему під'єднання шунта.
4. Що характеризує коефіцієнт шунтування?
5. Наведіть формулу, за якою визначають значення опору шунта.
6. Сформулюйте правило включення магнітоелектричного ВМ, що б він реалізував функції вольтметра. Поясніть призначення додаткового резистора в електровимірювальній техніці.
7. Перетворювачем якої електричної величини в електричну є додатковий резистор?
8. Наведіть схему під'єднання додаткового резистора.
9. Що характеризує коефіцієнт шунтування?
10. Наведіть формулу, за якою визначають значення опору додаткового резистора.
11. Як визначити ціну поділки і чутливість вимірювального механізму до приєднання додаткового резистора?
12. Метод одного ватметра в симетричному чотирипровідному колі.
13. Вимірювання активної потужності в симетричному трипровідному колі.
14. Метод трьох ватметрів при вимірюванні активної потужності в несиметричному чотирипровідному колі.
15. Метод трьох ватметрів при вимірюванні активної потужності в несиметричному трипровідному колі.
16. Метод двох ватметрів в трифазному трипровідному колі. Дві схеми включення ватметрів.
17. Вимірювання реактивної потужності трьома ватметрами.
18. Вимірювання реактивної потужності двома ватметрами.