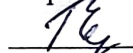


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Інтелектуальні вимірювальні системи та інженерія якості» (№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Г.О.Черепашук
(ініціали та прізвище)

« 31 » _____ 08 _____ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Метрологічне забезпечення випробувань та якості продукції»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

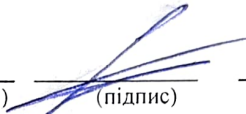
Розробник: Черепашук Г.О. професор каф.303, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри № 303
«Інтелектуальні вимірювальні системи та інженерія якості»
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 27 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

В.П. Сіроклин
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 8	Галузь знань <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»</u> (код та найменування) Освітня програма <u>«Метрологічне забезпечення випробувань та якості продукції»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	<i>Вибіркова</i>
Кількість модулів – 3		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2021/2022
Індивідуальне завдання - <u>дослідне</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 96/240		<u>6</u> -й
		Лекції ¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи здобувача – 8		<u>40</u> годин
		Практичні, семінарські ¹⁾
		<u>24</u> годин
		Лабораторні ¹⁾
	<u>32</u> годин	
	Самостійна робота	
	<u>108+36</u> годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, диф. залік, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 96/144

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування знань сучасних принципів, методів і засобів вимірювання фізичних величин, засвоєння методології аналізу та вибору принципу і метода вимірювання фізичних величин.

Завдання: дати знання основ побудови засобів вимірювальної техніки і їхніх метрологічних характеристик, основних методів вимірювання геометричних величин, принципів побудови засобів вимірювань геометричних величин та їх метрологічного забезпечення.

Компетентності, які набуваються:

ЗК1. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.
ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК6. Навички здійснення безпечної діяльності.
ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК9. Здатність бути критичним і самокритичним.
ФК2. Здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи.
ФК5. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів.
ФК9. Здатність до здійснення налагодження і дослідної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах.
ФК16. Здатність використовувати загальні принципи теорії побудови систем вимірювання різних величин.

Очікувані результати навчання:

ПРН1. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки.
ПРН2. Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту.
ПРН4. Вміти вибирати, виходячи з технічної задачі, стандартизований метод оцінювання та вимірювального контролю характерних властивостей продукції та параметрів технологічних процесів.
ПРН5. Вміти використовувати принципи і методи відтворення еталонних величин при побудові еталонних засобів вимірювальної техніки (стандартних зразків, еталонних перетворювачів, еталонних засобів вимірювання).
ПРН10. Вміти встановлювати раціональну номенклатуру метрологічних характеристик засобів вимірювання для отримання результатів вимірювання з заданою точністю.
ПРН12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.

Пререквізити – фізика, хімія, математика, електротехніка, основи метрології, вимірювальні перетворювачі, метрологія та теорія вимірювань.

Кореквізити – засоби вимірювань і контролю якості, цифрові засоби вимірювань, автоматизація вимірювань.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Методи вимірювань електричних величин.

Тема 1. Методи вимірювань постійних струмів і напруг. Загальна характеристика вимірюваних величин. Методи безпосередньої оцінки. Схеми включення приладів у ланцюг вимірювання струму. Методична похибка вимірювань струму. Застосування шунтів для вимірювань великих струмів. Компенсація температурної похибки приладу. Метод непрямого визначення струму. Вимірювання малих струмів методом порівняння. Метод вимірювань постійних напруг. Схеми включення приладів при вимірюванні напруг. Методична похибка. Компенсаційні методи вимірювань малих напруг. Похибки методів. Метод вимірювань високих напруг з використанням масштабних перетворювачів. Схеми включення перетворювачів. Методи вимірювань перемінних струмів і напруг. Загальна характеристика вимірюваних величин. Методи безпосередньої оцінки для вимірювання струмів промислової частоти. Методи вимірювання струмів на високих частотах з використанням випрямних і термоелектричних перетворювачів. Методи вимірювань великих струмів з використанням секційних котушок і вимірювальних трансформаторів. Методи вимірювань перемінних напруг. Методи безпосередньої оцінки для вимірювання напруг. Методи одночасного і різночасного порівняння.

Тема 2. Методи вимірювання електричної потужності й енергії. Загальна характеристика вимірюваних величин. Методична похибка. Метод амперметра і вольтметра. Прямі методи вимірювання потужності й енергії. Модуляційні методи вимірювання потужності. Вимірювання потужності методом порівняння з опорним сигналом. Вимірювання потужності з використанням термоелектричного перетворювача. Вимірювання імпульсної потужності з використанням детектора. Вимірювання потужності й енергії в трифазних ланцюгах перемінного струму промислової частоти. Методи одного, двох і трьох приладів.

Тема 3. Методи вимірювання частоти і часових інтервалів. Загальні знання про вимірювання частоти. Метод порівняння. Гетеродинний метод. Метод збігів. Метод вимірювання частоти шляхом перезаряду конденсатора. Резонансний метод. Загальні знання про вимірювання часу. Методи вимірювання з використанням електронних осциллографів: за допомогою каліброваного розгорнення, каліброваних часових міток, способом порівняння з еталонним часом затримки розгорнення осциллографа. Метод послідовного рахунка. Метод затриманих збігів. Метод із проміжним перетворенням.

Тема 4. Методи вимірювань різниці фаз електромагнітних коливань. Загальна характеристика вимірюваної величини. Методи вимірювань різниці фаз з використанням електронних осциллографів: способами лінійного, синусоїдального і кругового розгорнення, яркостних міток, двох осцилограм. Метод виміру різниці фаз з використанням перетворення її в часовий інтервал.

Метод вимірювання різниці фаз з використанням сумарних і різницевих напруг. Метод порівняння і компенсації. Цифровий метод вимірювань різниці фаз.

Тема 5. Методи вимірювань лінійних компонентів ланцюгів із зосередженими параметрами. Характеристики і параметри лінійних компонентів ланцюгів. Метод безпосередньої оцінки. Метод амперметра і вольтметра. Метод порівняння з мірою з використанням мостів і компенсаторів. Резонансний метод.

Модульний контроль.

Модуль 2

Змістовний модуль 2. Методи вимірювань радіотехнічних та магнітних величин.

Тема 6. Методи вимірювань добротності. Загальні знання про добротність резонансних ланцюгів. Резонансний метод. Метод порівняння напруг. Метод розстроєння коливального контуру. Метод ударного збудження.

Тема 7. Методи вимірювань амплітудно-частотних характеристик чотириполюсників. Загальні знання про АЧХ чотириполюсників. Метод панорамного зображення АЧХ.

Тема 8. Метод виміру спотворень форми сигналу. Характеристики і параметри спотворень форми сигналів. Фільтровий метод вимірювань коефіцієнта нелінійних спотворень (КНС). Компенсаційний метод вимірювань КНС.

Тема 9. Методи вимірювань параметрів спектра сигналів. Характеристики і параметри спектра сигналів. Метод фільтрації. Спектроаналізатори послідовної і паралельної дії. Дисперсійно-часовий метод.

Тема 10. Методи вимірювань параметрів складних сигналів. Характеристика і параметри складних сигналів. Метод вимірювань коефіцієнта амплітудної модуляції за допомогою осциллографа. Демодуляційний метод визначення параметрів амплітудної модуляції. Гетеродинний метод вимірювань параметрів частотної модуляції. Визначення індексу частотної модуляції методом зникаючої несущої.

Тема 11. Методи вимірювань статистичних характеристик випадкових сигналів. Характеристики і параметри випадкових сигналів. Вимірювання маточікування методом усереднення реалізацій. Вимірювання маточікування методом усереднення вибірок. Визначення функції розподілу методом рівнів. Визначення функції розподілу методом дискретних вибірок. Методи вимірювань енергетичних характеристик випадкових сигналів. Вимірювання дисперсії методом квадратування. Вимірювання кореляційних функцій методом множення досліджуваних процесів кореляційних функцій методом апроксимації.

Тема 12. Методи вимірювання параметрів магнітних полів і матеріалів. Загальна характеристика параметрів магнітних полів. Метод зрівноважування і компарування. Метод вимірювань з використанням індуктивних перетворювачів. Методи вимірювань параметрів магнітних матеріалів. Загальна

характеристика параметрів магнітних матеріалів. Синхронні методи вимірювань магнітних полів. Метод безпосередньої оцінки магнітної проникності. Визначення магнітної проникності з використанням непрямих вимірів питомих втрат методом порівняння.

Модульний контроль.

Модуль 3

Змістовний модуль 3. Методи аналітичних вимірювань.

Тема 13. Методи вимірювань кількості і витрати рідини, газу і пари. Загальні знання. Об'ємні лічильники. Швидкісні лічильники. Витратоміри перемінного перепаду тиску (дросельні витратоміри). Витратоміри обтікання. Витратоміри перемінного рівня.

Тема 14. Методи вимірювань рівня рідини. Загальні знання. Візуальні засоби вимірювань рівня. Поплавкові засоби вимірювань рівня. Буйкові засоби вимірювань рівня. Гідростатичні засоби вимірювань рівня.

Тема 15. Електрохімічні методи вимірювань концентрації речовин. Кондуктометричний метод вимірювань концентрації електролітів, газів. Кулонометричний метод вимірювань концентрації речовин у рідині і газоподібних середовищах.

Тема 16. Електрофізичні методи вимірювань концентрації речовин. Тепловий метод вимірювання концентрації речовин. Магнітний метод вимірювання концентрації речовин. Магнітний і діелкометричний методи вимірювань концентрації речовин.

Тема 17. Методи вимірювань вологості. Вимірювання абсолютної вологості газів методом точки роси. Вимірювання відносної вологості газів психрометричним методом.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Методи вимірювань електричних величин.					
1. Вступ до навчальної дисципліни	2	1			1
2. Методи вимірювання електричних струмів та напруг.	16	3	4	4	5
3. Методи вимірювання електричних потужності та енергії	13	3	4	2	4
4. Методи вимірювання частоти та часових інтервалів	12	2	4	2	4

5. Методи вимірювання різниці фаз електромагнітних коливань	14	2	4	4	4
6. Методи вимірювання лінійних компонентів ланцюгів із зосередженими параметрами	10	2	2	2	4
Модульний контроль	8				8
Разом за змістовним модулем 1	75	13	18	14	30
Усього годин	75	13	18	14	30
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Методи вимірювань радіотехнічних та магнітних величин.					
1. Методи вимірювання добротності	12	2	2	4	4
2. Методи вимірювань амплітудно-частотних характеристик чотириполюсників.	6	1	1		4
3. Метод виміру спотворень форми сигналу.	11	2	1	4	4
4. Методи вимірювань параметрів спектра сигналів.	12	2	1	4	5
5. Методи вимірювань параметрів складних сигналів	11	2	1	4	4
6. Методи вимірювань статистичних характеристик випадкових сигналів.	7	2			5
7. Методи вимірювання параметрів магнітних полів та магнітних матеріалів	8	2		2	4
Модульний контроль	8				8
Разом за змістовним модулем 2	75	13	6	18	38
Усього годин	75	13	6	18	38
Модуль 3					
Змістовий модуль 3. Методи аналітичних вимірювань					
14. Методи вимірювань кількості і витрати рідини, газу і пари	6	2			4
15. Методи вимірювань рівня рідини.	6	2			4
16. Електрохімічні методи вимірювань концентрації речовин	7	3			4
17. Електрофізичні методи вимірювань концентрації речовин	7	3			4
18. Методи вимірювань вологості речовин.	8	4			4
Модульний контроль	8				8
Разом за змістовним модулем 3	42	14			28
Усього годин	42	14			28
Індивідуальне завдання	36				36
Іспит	12				12
Усього годин	240	40	24	32	144

5. Теми семінарських занять

Не передбачені.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи вимірювання електричних струмів та напруг	4

2	Методи вимірювання електричних потужності та енергії	4
3	Методи вимірювання частоти та часових інтервалів	4
4	Методи вимірювання різниці фаз електромагнітних коливань	4
5	Методи вимірювання лінійних компонентів ланцюгів із зосередженими параметрами та добротності	4
6	Методи вимірювань амплітудно-частотних характеристик чотириполіусників та спотворень форми сигналу	2
7	Методи вимірювань параметрів спектра сигналів та параметрів складних сигналів	2
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вимірювання потужності ВЧ і НВЧ коливань.	2
2	Аналіз спектрів періодичних сигналів.	4
3	Вимірювання параметрів АМ і ЧМ сигналів.	4
4	Вимірювання параметрів напруги різної форми.	4
5	Методи вимірювання добротності	4
6	Методи вимірювань різниці фаз електромагнітних коливань	4
7	Методи виміру спотворень форми сигналу.	4
8	Методи вимірювання параметрів магнітних полів та магнітних матеріалів	2
9	Вивчення гетеродинного методу вимірювання частоти	2
10	Метрологічна повірка моста постійного струму	2
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи вимірювання електричних струмів, напруг, частоти, часових інтервалів та фаз електромагнітних коливань.	46
2	Вимірювання АЧХ та спектру сигналів.	54
3	Методи вимірювань кількості і витрати рідини, газу і пари.	44
	Разом	144

9. Індивідуальні завдання

Виконання курсової роботи згідно з семестровими планами на тему «Розробка і дослідження метода вимірювань і контролю якості».

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, практичних занять, консультації за розкладом кафедри, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, підсумковий контроль у вигляді диф. заліку та іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	7	0...3,5
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	0...2	9	0...18
Модульний контроль	0...18,5	1	0...18,5
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	6	0...3
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	0...2	8	0...16
Модульний контроль	10...19	1	0...19
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	7	0...3,5
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	0...2	-	0
Модульний контроль	0...18,5	1	0...18,5
Всього за семестр			0...100

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного запитання. Максимальна кількість балів за кожне теоретичне запитання - 35, за практичне запитання - 30 (сума – 100 балів).

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти самостійно давати характеристику існуючих засобів вимірювань, правильно виконувати вимірювання та перевірку засобів вимірювання фізичних для забезпечення потрібної точності.

Добре (75 - 89). Твердо знать мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти пояснювати принципи вимірювання основних електричних та радіотехнічних величин, методи побудови засобів аналітичних вимірювань і вибору основних параметрів засобів вимірювання фізичних величин при проектуванні.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти пояснювати методи та алгоритми обробки результатів вимірювань і контролю якості продукції, принципи побудови засобів вимірювань і їхні метрологічні характеристики, основні методи вимірювання фізичних величин, принципи побудови засобів вимірювань електричних, радіотехнічних та магнітних величин. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Сборник задач и упражнений по метрологии и измерительной технике./ Т.В. Быкова, А.М. Наumenко, Т.В. Чебыкина, Г.А. Черепашук. - Харьков: ХАИ, 2007.-116 с.

2. Наumenко А. М., Черепашук Г.А. Измерение электрических и неэлектрических величин. Методическое пособие для выполнения лабораторных работ.- Харьков: ХАИ, 1987.

3. Капашин С. А. Методы и средства измерений геометрических величин. Учебное пособие.- Харьков: ХАИ, 1994.-75 с.

4. Черепашук Г.А., Калашников Е.Е., Потыльчак А.П., Назаров А.И. Методы и средства измерения геометрических величин. Лабораторный практикум.- Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2018.-108 с.

5. Кошевой Н. Д., Черепашук Г.А., Калашников Е. Е., Сироклын В. П. Измерительные преобразователи. Лабораторный практикум. -Х.: ХНАДУ, 2018.-78 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Куликовский К.А., Купер В.Я. Методы и средства измерений.-М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. Электрические измерения электрических и неэлектрических величин./ Под ред. Е.С. Полищука.- К.: Вища школа, 1984.
3. Спектор С.А. Электрические измерения физических величин. Методы измерения.- Л.: Энергоатомиздат, 1987.
4. Фарзани Н.Г. и др. Технологические измерения и приборы.-М.: Высшая школа, 1989.
5. Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка. – Львів: «Бескід Біт», 2003. - 540 с.
6. Измерения электрических и неэлектрических величин / Под ред. Н.Н. Евтихьева.- М.: Энергоатомиздат, 1990.
7. Дорожовець М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т.- Львів: «Львівська політехніка», 2005.
8. Линейные и угловые измерения / Г. Д. Бурдун и др.- М.: Изд-во стандартов, 1977.
9. Белкин И. М. Средства линейно-угловых измерений.-М.: Машиностроение, 1987.
10. Васильев А. С. Основы метрологии и технические измерения. - М.: Машиностроение, 1988.
11. Оптико-электронные приборы для научных исследований. Уч. пособие / Л. А. Новицкий и др.- М.: Машиностроение, 1986.

Допоміжна

1. Боднер В.А., Алферов А.В. Измерительные приборы. В 2-х томах.- М.: Изд-во стандартов, 1986.
2. Измерения в промышленности. Справочник в 3- х книгах.-М.: Металлургия, 1990.
3. Виглеб Г. Датчики: пер. с нем. – М.: Мир. – 1989. – 196 с.
4. Якушев А. И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1986 .

15. Інформаційні ресурси

1. https://studme.org › tovarovedenie › kontrol_geometricheskih_parametrov
2. <https://cyberleninka.ru › article › osobennosti-izmereniya-i-kontrolya-geo...>
3. files.lib.sfu-kras.ru › ebibl › umkd › u_course