

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості
(№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК

 Д.М.Крицький

« _____ » _____ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вимірювальні перетворювачі
(назва навчальної дисципліни)

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

Спеціальність: 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
153 "Мікро- та наносистемна техніка"-
(код та найменування спеціальності)

Освітні програми: "Інтелектуальні інформаційно-вимірювальні системи",
"Метрологічне забезпечення випробувань та якості
продукції", "Мікро- та наносистемна техніка", "Якість,
стандартизація, сертифікація "
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти:
перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Кошовий М.Д., професор кафедри, д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри інтелектуальних
вимірювальних систем та інженерії якості
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 27 » 08 2021р.

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


(підпис)

В.П.Сіроклін
(ініціали та прізвище)

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4,5	<p>Галузь знань <u>15 "Автоматизація та приладобудування"</u> (шифр та найменування)</p> <p>Спеціальність <u>152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка"</u> (код та найменування)</p> <p>Освітня програма <u>"Інтелектуальні вимірювальні системи", "Метрологічне забезпечення випробувань та якості продукції", "Мікро- та наносистемна техніка "</u> (найменування) <u>"Якість, стандартизація, сертифікація "</u></p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	вибіркова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2021/ 2022
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 64/135		5 - й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4,44		Лекції ¹⁾
	<u>32</u> години	
	Практичні, семінарські ¹⁾	
	<u>16</u> годин	
	Лабораторні ¹⁾	
	<u>16</u> годин	
Самостійна робота		
<u>71</u> годин		
Вид контролю		
Модульний контроль, іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: $64/71 = 0,9$;

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: навчити виконувати вибір вимірювального перетворювача при заданих умовах експлуатації.

Завдання: дати знання та сформувати вміння по проектуванню основних типів вимірювальних перетворювачів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких компетентностей:

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.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК3. Здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки.

ФК20. Здатність використовувати інформацію про принципи роботи, побудови, особливості конструкції, схеми включення вимірювальних перетворювачів та вміння розраховувати основні їх параметри під час проектування засобів вимірювальної техніки.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки.

Перереквізити: фізика, метрологія та теорія вимірювання, загальна електротехніка, електронні пристрої вимірювальної техніки.

Кореквізити: електронна та мікропроцесорна техніка, авіаційні вимірювально-обчислювальні комплекси, основи конструювання ЗВТ, методи та пристрої вимірювання параметрів.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Вимірювальні перетворювачі з цифровим виходом.

Тема 1. Вступ. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані. Принципи побудови перетворювачів кутових і лінійних переміщень у цифровий код. Класифікація первинних перетворювачів переміщень (ППП). Метод послідовної лічби та метод зчитування. Методи підвищення точності та перешкодозахищеності. Перетворення коду Грея в позиційний двійковий код.

Тема 2. Індуктивні та трансформаторні перетворювачі кута повороту в код. Принципи побудови та загальні вимоги до конструювання таких перетворювачів. Перетворювач кута в код на магнітному барабані.

Тема 3. Перетворювачі інтервалів часу в код. Методи побудови

перетворювачів часового інтервалу в код. Особливості перетворення однократних інтервалів малої тривалості в код.

Тема 4. Перетворювачі фаза – код. Класифікація перетворювачів фаза – код. Перетворювачі фаза – код з вимірюванням миттєвого значення фази. Перетворювачі фаза – код з постійним часом вимірювання.

Тема 5. Фотоелектричні перетворювачі переміщень (ФПП). ФПП з перекриванням світлового потоку. Растрові ФПП. ФПП з кодовими масками. Волоконно-оптичні функціональні перетворювачі.

Тема 6. П'єзоелектричні перетворювачі з цифровим виходом. Фізичні основи та сфера використання п'єзоелектричних перетворювачів. П'єзоелектричні перетворювачі сили, тиску та прискорення.

Тема 7. Цифрові прилади з напівпровідниковими перетворювачами. Класифікація таких приладів. Принципи побудови датчиків тиску. Вимірювач постійного струму з використанням датчика Холла.

Тема 8. Перетворювачі частоти в код. Методи перетворення частоти в код. Цифровий частотомір прямого перетворення. Перетворювач частоти в код на інтеграторах з послідовним переносом.

Тема 9. Цифро-аналогові перетворювачі код – напруга. Перетворювачі паралельного та послідовного двійкового коду в напругу.

Тема 10. Аналого-цифрові перетворювачі напруга – код (ПНК). Перетворювачі напруги в код, що побудовані за методами послідовної лічби. ПНК порозрядного кодування. ПНК зчитування. Послідовно-паралельні ПНК.

Модульний контроль.

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Вимірювальні перетворювачі з частотним виходом.

Тема 1. Класифікація перетворювачів з частотним виходом.

Автогенераторні перетворювачі. Датчики зі струнними та стержневими резонаторами.

Тема 2. Перетворювачі з вібруючим циліндром. Схеми таких перетворювачів, призначення, основні характеристики та особливості їх проектування.

Тема 3. П'єзоелектричні перетворювачі з частотним виходом. П'єзрезонансні перетворювачі та вимірювальні перетворювачі, основані на використанні поверхневих акустичних хвиль (ПАХ).

Тема 4. Лазерні вимірювальні системи. Оптичні інтерферометри. Лазерні акселерометри частотного типу.

Тема 5. Сучасні п'єзрезонансні перетворювачі. Сучасні п'єзрезонансні датчики тиску та акселерометри.

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
Змістовий модуль 1					
Вимірювальні перетворювачі з цифровим виходом					
1. Предмет і задачі дисципліни. Принципи побудови перетворювачів кутових і лінійних переміщень у цифровий код	2	2			
2. Індуктивні та трансформаторні перетворювачі кута повороту в код	18	2	6	4	6
3. Перетворювачі інтервалів часу в код	8	2			6
4. Перетворювачі фаза – код	8	2			6
5. Фотоелектричні перетворювачі переміщень	14	2	2	4	6
6. П'єзоелектричні перетворювачі з цифровим виходом	10	2	2		6
7. Цифрові прилади з напівпровідниковими перетворювачами	12	2		4	6
8. Перетворювачі частоти в код	7	2			5
9. Цифро-аналогові перетворювачі код – напруга	8	2			6
10. Аналого-цифрові перетворювачі напруга – код	10	2	2		6
Модульний контроль					
Разом за змістовим модулем 1	97	20	12	12	53
Усього годин	97	20	12	12	53
Змістовий модуль 2					
Вимірювальні перетворювачі з цифровим виходом					

11. Класифікація перетворювачів з частотним виходом	2	2			
12. Перетворювачі з вібруючим циліндром	8	2	2		4
13. П'єзоелектричні перетворювачі з частотним виходом	12	2	2	4	4
14. Лазерні вимірювальні системи	6	2			4
15. Сучасні п'єзорезонансні перетворювачі	10	4			6
Модульний контроль					
Разом за змістовим модулем 2	38	12	4	4	18
Усього годин	135	32	16	16	71

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка принципів схем перетворювачів коду Грея в двійковий код	2
2	Оцінка конструкторських рішень, що використовувались при конструюванні перетворювача кута повороту в код	2
3	Побудова кодових масок для різних кодів	5
4	Побудова волоконно-оптичних перетворювачів	3
5	Розробка функціональної схеми запропонованого вимірювального перетворювача	2
6	Розробка принципової схеми запропонованого вимірювального перетворювача	2
	Разом	16

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вимірювання товщини ізоляційних покриттів металевих деталей	4
2	Вивчення принципу роботи та визначення характеристик тензометричного вимірювального перетворювача	4
3	Індивідуальний датчик з кутовим переміщенням вимірювальної катушки	4
4	Дослідження кварцового термочастотного резонатора	4
	Разом	16

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Індуктивні та трансформаторні перетворювачі кута повороту в код	6
2	Перетворювачі інтервалів часу в код	6
3	Перетворювачі фаза – код	6
4	Фотоелектричні перетворювачі переміщень	6
5	П'єзоелектричні перетворювачі з цифровим виходом	6
6	Цифрові прилади з напівпровідниковими перетворювачами	6
7	Перетворювачі частоти в код	5
8	Цифро-аналогові перетворювачі код – напруга	6
9	Аналого-цифрові перетворювачі напруга – код	6
10	Перетворювачі з вібруючим циліндром	4
11	П'єзоелектричні перетворювачі з частотним виходом	4
12	Лазерні вимірювальні системи	4
13	Сучасні п'єзореzonансні перетворювачі	6
	Разом	71

8. Методи навчання

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

9. Методи контролю

Опитування студентів на практичних заняттях.

Допускове опитування перед виконанням лабораторних робіт.

Поточне тестування і модульний контроль та іспит .

10. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

10.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	4...6	9	36...54
Модульний контроль	7...20	1	7...20
Змістовний модуль 2			
Виконання та захист	4...6	3	12...18

лабораторних і практичних робіт			
Модульний контроль	5...8	1	5...8
Всього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних запитань (по одному з кожного модуля) і задачі (по одному із модулів). За кожне запитання максимальна кількість балів – 30, а за задачу - 40. Перелік теоретичних та практичних запитань наведено у науково-методичному комплексі дисциплін (НМКД).

10.2 Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки необхідно знати:

- основні типи вимірювальних перетворювачів;
- переваги та переліки цих перетворювачів;
- принципи їх дії;
- структуру побудови та схеми включення;
- методики розрахунку.

Для одержання позитивної оцінки необхідно вміти:

- виконувати вибір вимірювальних перетворювачів;
- розраховувати основні параметри вимірювальних перетворювачів;
- проектувати основні типи вимірювальних перетворювачів;

10.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання, відпрацювати та захистити лабораторні роботи. Здати тестування або іспит.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання та здати тестування. Показати вміння виконувати та захищати лабораторні роботи в обумовлений викладачем термін.

Відмінно (90 - 100). В повному обсязі знати основний та додатковий матеріал і вміти застосовувати його. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Бути активним на заняттях. Вміти проектувати основні типи вимірювальних перетворювачів та виконувати розрахунки їх основних параметрів.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою
	Іспит
90-100	Відмінно
75-89	Добре
60-74	Задовільно
0-59	Незадовільно

11. Методичне забезпечення

1. Кошовий М.Д. Проектування вимірювальних перетворювачів: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Харків: ФАКТ – Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2000. – 152 с.

2. Кошевой Н.Д. Проектирование измерительных преобразователей: учеб. пособие. Ч.1. – Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1996 – 92 с.

3. Кошевой Н.Д. Проектирование измерительных преобразователей: учеб. пособие. Ч.2. – Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1997. – 35 с.

4. Кошевой Н.Д. Измерительные преобразователи: лабораторный практикум /Н.Д.Кошевой, Г.А.Черепашук,Е.Е.Калашников, В.П.Сироклы. – Национальный аэрокосмический университет: Изд-во ХНАДУ, 2018. – 76 с.

5. Навчально-методичний комплекс дисципліни "Вимірювальні перетворювачі":

http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/Vvvvvvimiryuval_

Peretvoryuvachi.pdf.

12. Рекомендована література

Базова

1. Брехин Н.И., Кошевой Н.Д. Методы и средства измерения параметров движения самолетов : учебник. – Х.; Факт,2004. – 344с.

2. Датчики: Справочное пособие / В.М. Шарапов, Е.С. Полищук, Н.Д. Кошевой и др. – М.: Техносфера, 2012. – 624 с.

Допоміжна

1. Домрачев В.Г., Матвеевский В.Р., Смирнов Ю.С. Схемотехника цифровых преобразователей перемещений: справ. пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 392 с.

2. Малов В.В. Пьезорезонансные датчики. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 272 с.

13. Інформаційні ресурси

Пошта кафедри kafedraapi@ukr.net, k303@d3.khai.edu.