

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

Кафедра інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості  
(№ 303)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Керівник проектної групи

 М.Д.Кошовий

« 30 » 08 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА 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

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: "Інтелектуальні інформаційно-вимірювальні системи",  
"Метрологічне забезпечення випробувань та якості  
продукції", "Якість, стандартизація, сертифікація"

(найменування освітньої програми)

**Форма навчання денна**

**Рівень вищої освіти:**  
перший (бакалаврський)


**Харків 2019 рік**

Робоча програма нормативної, навчальної дисципліни "Вимірювальні перетворювачі"

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка" освітніх програм "Інтелектуальні інформаційні вимірювальні системи", "Метрологічне забезпечення випробувань та якості продукції", "Якість, стандартизація, сертифікація"

« 22 » червня 2019 р., – 10 с.

Розробник:  Кошовий М.Д., завідувач 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 « 28 » 08 2019 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

М.Д.Кошовий

(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 – 4/5	<p style="text-align: center;"><b>Галузь знань</b>  <u>15 "Автоматизація та приладобудування"</u>  <small>(шифр та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Спеціальність</b>  <u>152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка"</u>  <small>(код та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Освітня програма</b>  <u>"Інтелектуальні вимірювальні системи", "Метрологічне забезпечення випробувань та якості продукції", "Якість, стандартизація, сертифікація"</u>  <small>(найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Рівень вищої освіти:</b>                      перший (бакалаврський)</p>	Цикл загальної (професійної) підготовки <i>(вказати який цикл)</i> вибіркова
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістових модулів – 2		2019/ 2020
Індивідуальне завдання _____ <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – <i>кількість годин аудиторних занять<sup>1)</sup>/ загальна кількість годин</i> 64/135		5 - й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4,44		<b>Лекції<sup>1)</sup></b>
		_32_ години
		<b>Практичні, семінарські<sup>1)</sup></b>
	_16_ годин	
	<b>Лабораторні<sup>1)</sup></b>	
_16_ годин		
<b>Самостійна робота</b>		
_71_ годин		
<b>Вид контролю</b>		
модульний контроль іспит		

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

<sup>1)</sup> 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.

**Міждисциплінарні зв'язки:** фізика, хімія, математика, електротехніка, матеріалознавство, схемотехніка.

**Результати навчання:** у результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** основні типи вимірювальних перетворювачів. Принцип дії, структуру побудови, особливості конструкції, схеми включення, основні параметри вимірювальних перетворювачів. Методики розрахунку та обґрунтування вибору вимірювальних перетворювачів;

**вміти:** розрахувати основні параметри вимірювальних перетворювачів. Проектувати основні типи вимірювальних перетворювачів.

## 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 перекиванням 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.

## 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'єзорезонансні 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'єзорезонансні перетворювачі. Сучасні п'єзорезонансні датчики тиску та акселерометри.

## 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
<b>Змістовий модуль 1</b>					
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
Разом за змістовим модулем 1	97	20	12	12	53
<b>Усього годин</b>	97	20	12	12	53
<b>Змістовий модуль 2</b>					
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
Разом за змістовим модулем 2	38	12	4	4	18
<b>Усього годин</b>	120	32	16	16	71

## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка принципових 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
	<b>Разом</b>	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
	<b>Разом</b>	<b>16</b>

## 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
	<b>Разом</b>	<b>71</b>

## 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
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	4...6	9	36...54
Модульний контроль	7...20	1	7...20
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	4...6	3	12...18
Модульний контроль	5...8	1	5...8
<b>Всього за семестр</b>			<b>60...100</b>

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.

*Навести кількість запитань (теоретичних та практичних) та максимальну кількість балів за кожне питання (сума – 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.

### 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.

### 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](mailto:kafedraapi@ukr.net), k303@d3.khai.edu.