

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"
Кафедра інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості
(№303)

Гарант освітньої програми

 О.М.Чугай

« ____ » _____ 2022 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вимірювальні перетворювачі

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність: 153 Мікро- та наносистемна техніка

Освітня програма: Мікро- та наносистемна техніка

Форма навчання денна

Рівень вищої освіти:

Перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Семестр в якому викладається дисципліна – 5

Обсяг дисципліни: 4,0 кредити ЄКТС/120 годин, у тому числі аудиторних – 56 год., самостійної роботи здобувачів – 64 год.

Форма здобуття освіти – денна

Дисципліна – вибіркова

Види навчальної діяльності – *лекції – 32, практичні заняття – 16, лабораторні роботи – 8*

Види контролю – *модульний контроль, іспит*

Мова викладання – *українська*

Перереквізити – *фізика, загальна електротехніка, електронні пристрої, метрологія та теорія вимірювань, електронна та мікропроцесорна техніка*

Кореквізити – *основи конструювання, цифрові засоби вимірювань.*

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: ознайомити з принципами побудови, особливостями конструкції, схемами включення фотоелектричних, п'єзоелектричних, волоконно-оптичних, лазерних та інших вимірювальних перетворювачів

Завдання: навчити розраховувати основні параметри вимірювальних перетворювачів та виконувати вибір вимірювального перетворювача при заданих умовах експлуатації.

Компетентності, які набуваються:

ЗК1. Здатність застосовувати знання й уміння у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.

ФК2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ФК6. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці приладів фізичного та біомедичного призначення.

Очікувані результати навчання:

ПРН1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації.

ПРН3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ПРН6. Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти

використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Вимірювальні перетворювачі з цифровим виходом.

Тема 1.

- Форма занять: *лекція.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *2 години*

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.

- Форма занять: *лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- Теми практичних занять: *розробка принципових схем перетворювачів коду Грея в двійковий код; побудова кодових масок для різних кодів.*
- Тема лабораторних робіт: *індивідуальний датчик з кутовим переміщенням вимірювальної катушки.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *12 годин.*
- Обсяг самостійної роботи: *6 годин.*
- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних та лабораторних занять.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): *персональний комп'ютер (ПК), обладнання.*

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.

- Форма занять: *лекції, самостійна робота.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *2 години.*
- Обсяг самостійної роботи: *6 годин.*

- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): *ПК.*

Перетворювачі інтервалів часу в код. Методи побудови перетворювачів часового інтервалу в код. Особливості перетворення однократних інтервалів малої тривалості в код.

Тема 4.

- Форма занять: *лекції, самостійна робота.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *2 години.*
- Обсяг самостійної роботи: *6 годин.*
- Питання самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): *ПК.*

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

Тема 5.

- Форма занять: *лекції практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- Тема практичних занять: *побудова волоконно-оптичних перетворювачів.*
- Тема лабораторних робіт: *вимірювання товщини ізоляційних покриттів металевих деталей.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *8 годин.*
- Обсяг самостійної роботи: *6 годин.*
- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних та лабораторних занять.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструмент): *ПК, обладнання.*

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

Тема 6.

- Форма занять: *лекції практичні заняття, самостійна робота.*
- Тема практичних занять: *розробка функціональної схеми запропонованого вимірювального перетворювача.*

- Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.
- Обсяг самостійної роботи: 6 годин.
- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструмент): *ПК.*

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

Тема 7.

- Форма занять: *лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- Тема лабораторних робіт: *вивчення принципу роботи та визначення характеристик тензометричного вимірювального перетворювача.*
- Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.
- Обсяг самостійної роботи: 6 годин.
- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних занять.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструмент): *ПК, лабораторне обладнання.*

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

Тема 8.

- Форма занять: *лекції, самостійна робота.*
- Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.
- Обсяг самостійної роботи: 5 годин.
- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструмент): *ПК.*

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

Тема 9.

- Форма занять: *лекції, самостійна робота.*
- Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.
- Обсяг самостійної роботи: 6 годин.

- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструмент): *ПК.*

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

Тема 10.

- Форма занять: *лекції, практичні заняття, самостійна робота.*
- Тема практичних занять: *Оцінка конструкторських рішень, що використовувалися при конструюванні перетворювача кута повороту в код.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *4 години.*
- Обсяг самостійної роботи: *6 годин.*
- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструмент): *ПК.*

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 11.

- Форма занять: *лекції.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *2 години.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): *ПК.*

Класифікація перетворювачів з частотним виходом.

Автогенераторні перетворювачі. Датчики зі струнними та стержневими резонаторами.

Тема 12.

- Форма занять: *лекції, практичні заняття, самостійна робота.*
- Тема практичних занять: *розробка функціональної схеми запропонованого вимірювального перетворювача.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *4 години.*
- Обсяг самостійної роботи: *4 години.*
- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного*

матеріалу, підготовка до практичних занять.

- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструмент): *ПК.*

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

Тема 13.

- Форма занять: *лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- Тема практичного заняття: *розробка принципової схеми запропонованого вимірювального перетворювача.*
- Тема лабораторних робіт: *дослідження кварцового термочастотного резонатора.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *8 годин.*
- Обсяг самостійної роботи: *4 години.*
- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних та лабораторних занять.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструмент): *ПК, лабораторне устаткування.*

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

Тема 14.

- Форма занять: *лекції, самостійна робота.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *2 години.*
- Обсяг самостійної роботи: *4 години.*
- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструмент): *ПК.*

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

Тема 15.

- Форма занять: *лекції, самостійна робота.*
- Обсяг аудиторного навантаження: *4 години.*
- Обсяг самостійної роботи: *6 годин.*
- Питання до самостійного вивчення: *опрацювання лекційного матеріалу.*

- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструмент): *ПК*.

Сучасні п'єзореzonансні перетворювачі. Сучасні п'єзореzonансні датчики тиску та акселерометри.

Модульний контроль.

4. Індивідуальні завдання

Відповідно до вимог вивчення дисципліни індивідуальні завдання передбачають самостійну роботу у вигляді виконання робіт навчально-розрахункового характеру, які мають на меті поглиблене вивчення вимірювальних перетворювачів.

5. 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).

6. Методи контролю

Опитування студентів на практичних заняттях.

Допускове опитування перед виконанням лабораторних робіт. Поточне тестування і модульний контроль та іспит.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

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	0...6	9	0...54
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	0...6	3	0...18
Модульний контроль	0...8	1	0...8
Всього за семестр			0...100

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.

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.

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 вобумовлений 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

8. Політика навчального процесу

У разі невиконання навчального плану (відсутності на лекціях, практичних чи лабораторних роботах) студент зобов'язаний опрацювати матеріал лекцій, практичних чи лабораторних робіт через підручники та методичну літературу. Контроль якості опрацювання здійснюється через написання рефератів або виконання додаткових завдань у терміни, передбачені консультаціями викладача та у передсесійний період.

9.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.Сироклын. – Национальный аэрокосмический университет: Изд-во ХНАДУ, 2018. – 76 с.

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

http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/Vimiryuval_Peretvoryuvachi.pdf.

10. 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. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин. За ред. Є.С.Поліщука – Львів: Вид. «Бескид Біт». 2008. – 618 с.

2. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. Первинні вимірювальні перетворювачі фізичних величин: Навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ, 2018. - 311 с.

11. Інформаційні ресурси

Інформаційний портал кафедри 303: <https://k303/khai.edu/>