

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


(підпис)

М.Д. Кошовий
(ініціали та прізвище)

«___» _____ 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ЦИФРОВІ ЗАСОБИ 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: «Інформаційні вимірювальні системи»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2019 рік

Робоча програма «Цифрові засоби вимірювань»
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна
техніка»
освітньою програмою «Інформаційні вимірювальні системи»
(найменування освітньої програми)

« 24 » червня 2019 р., – 19 с.

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 «28» серпня 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 – 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>«Інформаційні вимірювальні системи»</u> (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u></p> | Цикл професійної підготовки (за вибором) |
| Кількість модулів – 2 | | Навчальний рік |
| Кількість змістовних модулів – 5 | | 2019/2020 |
| Індивідуальне завдання - | | Семестр |
| Загальна кількість годин – 72/150 | | <u>7</u> -й |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5 | | Лекції ¹⁾ |
| | | <u>56</u> годин |
| | | Практичні, семінарські ¹⁾ |
| | - | |
| | Лабораторні ¹⁾ | |
| | <u>16</u> годин | |
| | Самостійна робота | |
| | <u>78</u> годин | |
| | Вид контролю | |
| | модульний контроль, іспит | |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 72/78

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 по методології побудови, функціонуванню й оцінюванню характеристик засобів вимірювання з перетворенням вимірювальної інформації у цифровий код.

Завдання дисципліни: дати знання принципів вимірювального перетворення фізичних величин в цифровий код, методів побудови функціональних і принципових схем цифрових засобів вимірювань (ЦЗВ) і вибору основних параметрів ЦЗВ.

Міждисциплінарні зв'язки: фізика, математика, електротехніка, основи метрології, вимірювальні перетворювачі, метрологія та теорія вимірювань, засоби вимірювань і контролю якості, електронні пристрої вимірювальної техніки, методи вимірювань, автоматизація вимірювань.

Результати навчання: У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні принципи перетворення фізичних величин в цифровий код;
- принципи функціонування типових блоків ЦЗВ;
- принципові схеми типових функціональних блоків ЦЗВ;
- метрологічні характеристики, що нормуються ЦЗВ;
- функціональні схеми ЦЗВ для вимірювання фізичних величин: електричних, механічних, параметрів рушення, радіотехнічних;
- методику проектування ЦЗВ і вибору параметрів ЦЗВ;
- методику аналізу характеристик ЦЗВ;

вміти:

- вибирати принцип перетворення для вимірювання конкретної фізичної величини;
- аналізувати і оцінювати метрологічні характеристики ЦЗВ;
- на основі вимог до якості вимірювань вибирати блоки ЦЗВ і скласти функціональну схему ЦЗВ для вимірювання;
- проектувати ЦЗВ для вимірювання необхідної фізичної величини.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Загальна характеристика ЦЗВ.

Тема 1. Класифікація ЦЗВ. Ознаки класифікації. Характеристики класів ЦЗВ. Коди, що застосовуються в ЦЗВ.

Тема 2. Принципи перетворення безперервних фізичних величин (ФВ) в цифровий код. Характеристики принципів перетворення.

Тема 3. Основні технічні і метрологічні характеристики ЦЗВ. Класифікація характеристик, призначення, зміст і нормування характеристик ЦЗВ. Статичні і динамічні похибки ЦЗВ.

Тема 4. Вибір числа розрядів (рівнів квантування) ЦЗВ. Вибір частоти дискретизації і швидкодії ЦЗВ. Оцінювання сумарної похибки ЦЗВ. Перспективні напрями розвитку ЦЗВ.

Модульний контроль.

Змістовний модуль 2. Допоміжні структурні елементи ЦЗВ.

Тема 5. Узагальнена структура ЦЗВ, призначення блоків і функції, що виконуються. Основні типові блоки і елементи ЦЗВ. Цифрові пристрої індикації. Узагальнена структура пристрою індикації. Принципи роботи цифрових індикаторів, їх класифікація і характеристики.

Тема 6. Перетворювачі кодів, класифікація, основні характеристики і схеми. Регістри, їх характеристики, схеми, принципи побудови і функціонування в складі ЦЗВ. Динамічна індикація, принцип функціонування, основні схеми і характеристики.

Тема 7. Джерела опорної напруги. Призначення, функціональні схеми. Основні характеристики джерел. Пристрої формування інтервалів часу і генератори опорної частоти. Основні схеми і характеристики. Пристрої порівняння – компаратори. Функціональні схеми, характеристики, функціональні схеми типових компараторів. Амплітудні і часові селектори. Призначення, функціональні схеми, основні характеристики, принципові схеми типових селекторів.

Тема 8. Вимірювальні підсилювачі, призначення, основні характеристики, принципові схеми типових вимірювальних підсилювачів. Джерела живлення ЦЗВ. Вимоги до джерел живлення, основні схеми і блоки джерел живлення. Характеристики джерел живлення, принципові схеми типових блоків джерел живлення і характеристики джерел.

Модульний контроль.

Модуль 2.

Змістовний модуль 3. ЦЗВ часових величин.

Тема 9. Цифрові засоби вимірювань часових фізичних величин: частоти, періоду, часових інтервалів, фази.

Тема 10. Цифрові частотоміри, принципи вимірювання частоти, функціональні схеми, характеристики, похибки.

Тема 11. Цифрові засоби вимірювань періоду та випадкових часових інтервалів, принципи побудови, функціональні схеми, характеристики, похибки.

Тема 12. Цифрові засоби вимірювань миттєвого зсуву фаз. Принципи вимірювання, функціональні схеми, характеристики, похибки.

Тема 13. Цифровий засіб вимірювань середнього зсуву фаз. Принцип вимірювання, функціональна схема, характеристики, похибки.

Модульний контроль.

Змістовний модуль 4. ЦЗВ напруги.

Тема 14. Цифрові засоби вимірювань напруги – вольтметри. Класифікація цифрових вольтметрів (ЦВ), узагальнена структурна схема ЦВ. Складові блоки, їх призначення і основні характеристики.

Тема 15. Вхідні пристрої ЦВ, призначення, характеристики, схеми побудови. Похибки, що вносяться цифровими вхідними пристроями. Характеристики заводозахисту ЦВ і забезпечення заводозахисту ЦВ.

Тема 16. Перетворювачі змінної напруги в постійну. Основні принципи перетворення, схеми типових перетворювачів, їх характеристики, похибки, що вносяться перетворювачами.

Тема 17. Перетворювачі напруги в код. Класифікація перетворювачів, основні принципи перетворення, функціональні схеми, основні блоки і елементи перетворювачів.

Тема 18. Аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП). Принципи перетворення, класифікація АЦП, метрологічні характеристики АЦП, що нормуються.

Тема 19. АЦП часо-імпульсного перетворення. Принцип перетворення, основні схеми, характеристики, похибки.

Тема 20. АЦП інтегруючого перетворення. Принцип перетворення, основні схеми, характеристики, похибки. Інтегруючий перетворювач напруга-частота-код.

Тема 21. АЦП кодо-імпульсного перетворення. Принцип перетворення, основні схеми, характеристики, похибки.

Тема 22. Перетворювачі код-напруга. Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП), призначення, функціональні схеми, характеристики, похибки.

Модульний контроль.

Змістовний модуль 5. Мікропроцесорні ЦЗВ. Цифрові засоби вимірювань фізичних величин.

Тема 23. Мікропроцесорні АЦП. Функціональні схеми, характеристики. Сигма-дельта АЦП, функціональні можливості, основні характеристики. Мікро-процесорній сигма-дельта АЦП AD7730, його технічні та метрологічні характеристики.

Тема 24. Устрій та принципи роботи АЦП AD7730, його заводостійкість.

Тема 25. Цифрові мости (ЦМ). Класифікація ЦМ. ЦМ для вимірювання опорів і відхилень опорів. Процентний міст. Мости для вимірювання індуктивності, добротності, ємності і $\text{tg } \delta$. Основні схеми, характеристики похибок.

Тема 26. ЦЗВ з первинними чисельними перетворювачами. Основні функціональні схеми і їх характеристики. Цифрові термометри, функціональні схеми, характеристики, похибки. Цифрові засоби вимірювань сили і маси, функціональні схеми, характеристики, похибки. Цифрові ватметри і лічильники електричної енергії, функціональні схеми, характеристики, похибки.

Тема 27. Цифрові засоби вимірювань декременту загасання і децибелметри, функціональні схеми, характеристики, похибки. Цифрові тахометри, функціональні схеми, характеристики, похибки.

Тема 28. ЦЗВ з просторовим кодуєм перетворенням, функціональні схеми, характеристики, сфера застосування, похибки. Етапи проектування ЦЗВ. Обґрунтування метрологічних характеристик ЦЗВ.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістовних модулів і тем | Кількість годин | | | | |
|---|-----------------|--------------|---|------|-------|
| | Усього | У тому числі | | | |
| | | л | п | лаб. | с. р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Модуль 1 | | | | | |
| Змістовний модуль 1. Загальна характеристика ЦЗВ. | | | | | |
| Тема 1. Класифікація ЦЗВ. Ознаки класифікації. Характеристики класів ЦЗВ. Коди, що застосовуються в ЦЗВ. | 3 | 2 | | | 1 |
| Тема 2. Принципи перетворення безперервних фізичних величин (ФВ) в цифровий код. Характеристики принципів перетворення. | 3 | 2 | | | 1 |
| Тема 3. Вибір числа розрядів (рівнів квантування) ЦЗВ. Вибір частоти дискретизації і швидкодії ЦЗВ. Оцінювання сумарної похибки ЦЗВ. Перспективні напрями розвитку ЦЗВ. | 3 | 2 | | | 1 |
| Тема 4. Вибір числа розрядів (рівнів квантування) ЦЗВ. Вибір частоти дискретизації і швидкодії ЦЗВ. Оцінювання сумарної похибки ЦЗВ. Перспективні напрями розвитку ЦЗВ. | 4 | 2 | | | 2 |
| Модульний контроль | 5 | | | | 5 |
| Разом за змістовним модулем 1 | 18 | 8 | | 0 | 10 |
| Змістовний модуль 2. ЦЗВ часових величин. | | | | | |
| Тема 1. Узагальнена структура ЦЗВ, призначення блоків і функції, що виконуються. | 3 | 2 | | | 1 |

| | | | | | |
|--|---|---|--|--|---|
| <p>Основні типові блоки і елементи ЦЗВ. Цифрові пристрої індикації. Узагальнена структура пристрою індикації. Принципи роботи цифрових індикаторів, їх класифікація і характеристики.</p> | | | | | |
| <p>Тема 2. Перетворювачі кодів, класифікація, основні характеристики і схеми. Регістри, їх характеристики, схеми, принципи побудови і функціонування в складі ЦЗВ. Динамічна індикація, принцип функціонування, основні схеми і характеристики.</p> | 3 | 2 | | | 1 |
| <p>Тема 3. Джерела опорної напруги. Призначення, функціональні схеми. Основні характеристики джерел. Пристрої формування інтервалів часу і генератори опорної частоти. Основні схеми і характеристики. Пристрої порівняння – компаратори. Функціональні схеми, характеристики, функціональні схеми типових компараторів. Амплітудні і часові селектори. Призначення, функціональні схеми, основні характеристики, принципові схеми типових селекторів.</p> | 4 | 2 | | | 2 |
| <p>Тема 4. Вимірювальні підсилювачі, призначення, основні характеристики, принципові схеми типових вимірювальних підсилювачів. Джерела живлення ЦЗВ. Вимоги до джерел живлення, основні схеми і блоки джерел живлення. Характеристики джерел живлення, принципові схеми типових блоків джерел</p> | 4 | 2 | | | 2 |

| | | | | | |
|--|----|----|--|---|----|
| живлення і характеристики джерел. | | | | | |
| Модульний контроль | 6 | | | | 6 |
| Разом за змістовним модулем 2 | 20 | 8 | | 0 | 12 |
| Усього годин | 38 | 16 | | 0 | 22 |
| Модуль 2 | | | | | |
| Змістовний модуль 3. ЦЗВ часових величин. | | | | | |
| Тема 1. Цифрові засоби вимірювань часових фізичних величин: частоти, періоду, часових інтервалів, фази. | 3 | 2 | | | 1 |
| Тема 2. Цифрові частотоміри, принципи вимірювання частоти, функціональні схеми, характеристики, похибки. | 5 | 2 | | 2 | 1 |
| Тема 3. Цифрові засоби вимірювань періоду та випадкових часових інтервалів, принципи побудови, функціональні схеми, характеристики, похибки. | 6 | 2 | | 2 | 2 |
| Тема 4. Цифрові засоби вимірювань миттєвого зсуву фаз. Принципи вимірювання, функціональні схеми, характеристики, похибки. | 4 | 2 | | | 2 |
| Тема 5. Цифровий засіб вимірювань середнього зсуву фаз. Принцип вимірювання, функціональна схема, характеристики, похибки. | 4 | 2 | | | 2 |
| Модульний контроль | 7 | | | | 7 |
| Разом за змістовним модулем 3 | 29 | 10 | | 4 | 15 |
| Змістовний модуль 4. | | | | | |
| ЦЗВ напруги. | | | | | |
| Тема 1. Цифрові засоби вимірювань напруги – вольтметри. Класифікація цифрових вольтметрів (ЦВ), узагальнена структурна схема ЦВ. Складові блоки, їх призначення і основні характеристики. | 6 | 2 | | 2 | 2 |

| | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|
| Тема 2. Вхідні пристрої ЦВ, призначення, характеристики, схеми побудови. Похибки, що вносяться цифровими вхідними пристроями. Характеристики заводозахисту ЦВ і забезпечення заводозахисту ЦВ. | 6 | 2 | | 2 | 2 |
| Тема 3. Перетворювачі змінної напруги в постійну. Основні принципи перетворення, схеми типових перетворювачів, їх характеристики, похибки, що вносяться перетворювачами. | 6 | 2 | | 2 | 2 |
| Тема 4. Перетворювачі напруги в код. Класифікація перетворювачів, основні принципи перетворення, функціональні схеми, основні блоки і елементи перетворювачів. | 6 | 2 | | 2 | 2 |
| Тема 5. Аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП). Принципи перетворення, класифікація АЦП, метрологічні характеристики АЦП, що нормуються. | 4 | 2 | | | 2 |
| Тема 6. АЦП часо-імпульсного перетворення. Принцип перетворення, основні схеми, характеристики, похибки. | 4 | 2 | | | 2 |
| Тема 7. АЦП інтегруючого перетворення. Принцип перетворення, основні схеми, характеристики, похибки. Інтегруючий перетворювач напруга-частота-код. | 4 | 2 | | | 2 |
| Тема 8. АЦП кодо-імпульсного перетворення. Принцип перетворення, основні схеми, характеристики, похибки. | 4 | 2 | | | 2 |
| Тема 9. Перетворювачі код-напруга. Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП), призначення, функціональні | 5 | 2 | | | 3 |

| | | | | | |
|--|----|----|--|---|----|
| схеми, характеристики, похибки. | | | | | |
| Модульний контроль | 8 | | | | 8 |
| Разом за змістовним модулем 4 | 53 | 18 | | 8 | 27 |
| Змістовний модуль 5. Мікропроцесорні ЦЗВ. Цифрові засоби вимірювань фізичних величин. | | | | | |
| Тема 1. Мікропроцесорні АЦП. Функціональні схеми, характеристики. Сигма-дельта АЦП, функціональні можливості, основні характеристики. Мікропроцесорній сигма-дельта АЦП AD7730, його технічні та метрологічні характеристики. | 4 | 2 | | | 2 |
| Тема 2. Устрій та принципи роботи АЦП AD7730, його завадостійкість. | 4 | 2 | | | 2 |
| Тема 3. Цифрові мости (ЦМ). Класифікація ЦМ. ЦМ для вимірювання опорів і відхилень опорів. Процентний міст. Мости для вимірювання індуктивності, добротності, ємності і $\text{tg } \delta$. Основні схеми, характеристики похибок. | 7 | 2 | | 4 | 1 |
| Тема 4. ЦЗВ з первинними чисельними перетворювачами. Основні функціональні схеми і їх характеристики. Цифрові термометри, функціональні схеми, характеристики, похибки. Цифрові засоби вимірювань сили і маси, функціональні схеми, характеристики, похибки. Цифрові ватметри і лічильники електричної енергії, функціональні схеми, характеристики, похибки. | 3 | 2 | | | 1 |
| Тема 5. Цифрові засоби вимірювань декременту | 3 | 2 | | | 1 |

| | | | | | |
|---|-----|----|--|----|----|
| загасання і децибелметри, функціональні схеми, характеристики, похибки. Цифрові тахометри, функціональні схеми, характеристики, похибки. | | | | | |
| Тема 6. ЦЗВ з просторовим кодуєм перетворенням, функціональні схеми, характеристики, сфера застосування, похибки. Етапи проектування ЦЗВ. Обґрунтування метрологічних характеристик ЦЗВ. | 3 | 2 | | | 1 |
| Модульний контроль | 6 | | | | 6 |
| Разом за змістовним модулем 5 | 30 | 12 | | 4 | 14 |
| Усього годин | 112 | 40 | | 16 | 56 |
| Іспит | | | | | |
| Усього годин | 150 | 56 | | 16 | 78 |

5. Теми практичних занять

Не передбачені

6. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Принципи роботи цифрових мостів | 4 |
| 2 | Дослідження цифрового частотоміра ЧЗ-34 | 4 |
| 3 | Дослідження часо-імпульсних вольметрів | 4 |
| 4 | Дослідження заводозахищеності інтегруючих ЦВ | 4 |
| | Разом | 16 |

7. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Тема 1. Класифікація ЦЗВ. Ознаки класифікації. Характеристики класів ЦЗВ. Коди, що застосовуються в ЦЗВ | 2 |
| 2 | Тема 2. Принципи перетворення безперервних фізичних величин (ФВ) в цифровий код. Характеристики принципів перетворення. | 2 |

| | | |
|----|---|---|
| 3 | Тема 3. Основні технічні і метрологічні характеристики ЦЗВ. Класифікація характеристик, призначення, зміст і нормування характеристик ЦЗВ. Статичні і динамічні похибки ЦЗВ. | 3 |
| 4 | Тема 4. Вибір числа розрядів (рівнів квантування) ЦЗВ. Вибір частоти дискретизації і швидкодії ЦЗВ. Оцінювання сумарної похибки ЦЗВ. Перспективні напрями розвитку ЦЗВ. | 3 |
| 5 | Тема 5. Узагальнена структура ЦЗВ, призначення блоків і функції, що виконуються. Основні типові блоки і елементи ЦЗВ. Цифрові пристрої індикації. Узагальнена структура пристрою індикації. Принципи роботи цифрових індикаторів, їх класифікація і характеристики. | 3 |
| 6 | Тема 6. Перетворювачі кодів, класифікація, основні характеристики і схеми. Регістри, їх характеристики, схеми, принципи побудови і функціонування в складі ЦЗВ. Динамічна індикація, принцип функціонування, основні схеми і характеристики. | 3 |
| 7 | Тема 7. Джерела опорної напруги. Призначення, функціональні схеми. Основні характеристики джерел. Пристрої формування інтервалів часу і генератори опорної частоти. Основні схеми і характеристики. Пристрої порівняння – компаратори. Функціональні схеми, характеристики, функціональні схеми типових компараторів. Амплітудні і часові селектори. Призначення, функціональні схеми, основні характеристики, принципіві схеми типових селекторів. | 3 |
| 8 | Тема 8. Вимірювальні підсилювачі, призначення, основні характеристики, принципіві схеми типових вимірювальних підсилювачів. Джерела живлення ЦЗВ. Вимоги до джерел живлення, основні схеми і блоки джерел живлення. Характеристики джерел живлення, принципіві схеми типових блоків джерел живлення і характеристики джерел. | 3 |
| 9 | Тема 9. Цифрові засоби вимірювань часових фізичних величин: частоти, періоду, часових інтервалів, фази. | 3 |
| 10 | Тема 10. Цифрові частотоміри, принципи вимірювання частоти, функціональні схеми, характеристики, похибки. | 3 |
| 11 | Тема 11. Цифрові засоби вимірювань періоду та випадкових часових інтервалів, принципи побудови, функціональні схеми, характеристики, похибки. | 3 |
| 12 | Тема 12. Цифрові засоби вимірювань миттєвого зсуву фаз. Принципи вимірювання, функціональні схеми, характеристики, похибки. | 3 |
| 13 | Тема 13. Цифровий засіб вимірювань середнього зсуву фаз. Принцип вимірювання, функціональна схема, характеристики, похибки. | 3 |
| 14 | Тема 14. Цифрові засоби вимірювань напруги– вольтметри. Класифікація цифрових вольтметрів (ЦВ), узагальнена структурна схема ЦВ. Складові блоки, їх призначення і основні характеристики. | 3 |
| 15 | Тема 15. Вхідні пристрої ЦВ, призначення, характеристики, схеми побудови. Похибки, що вносяться цифровими вхідними пристроями. Характеристики заводозахисту ЦВ і забезпечення заводозахисту ЦВ. | 3 |

| | | |
|----|--|----|
| 16 | Тема 16. Перетворювачі змінної напруги в постійну. Основні принципи перетворення, схеми типових перетворювачів, їх характеристики. Похибки, що вносяться перетворювачами. | 3 |
| 17 | Тема 17. Перетворювачі напруги в код. Класифікація перетворювачів, основні принципи перетворення, функціональні схеми, основні блоки і елементи перетворювачів. | 3 |
| 18 | Тема 18. Аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП). Принципи перетворення, класифікація АЦП, метрологічні характеристики АЦП, що нормуються. | 3 |
| 19 | Тема 19. АЦП часо-імпульсного перетворення. Принцип перетворення, основні схеми, характеристики, похибки. | 3 |
| 20 | Тема 20. АЦП інтегруючого перетворення. Принцип перетворення, основні схеми, характеристики, похибки. Інтегруючий перетворювач напруга-частота-код. | 3 |
| 21 | Тема 21. АЦП кодо-імпульсного перетворення. Принцип перетворення, основні схеми, характеристики, похибки. | 3 |
| 22 | Тема 22. Перетворювачі код-напруга. Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП), призначення, функціональні схеми, характеристики, похибки. | 3 |
| 23 | Тема 23. Мікропроцесорні АЦП. Функціональні схеми, характеристики. Сигма-дельта АЦП, функціональні можливості, основні характеристики. Мікропроцесорній сигма-дельта АЦП AD7730, його технічні та метрологічні характеристики. | 3 |
| 24 | Тема 24. Устрій та принципи роботи АЦП AD7730, його завадостійкість. | 3 |
| 25 | Тема 25. Цифрові мости – ЦМ. Класифікація ЦМ. ЦМ для вимірювання опорів і відхилень опорів. Процентний міст. Мости для вимірювання індуктивності, добротності, ємності і $\text{tg } \delta$. Основні схеми, характеристики, похибки. | 2 |
| 26 | Тема 26. ЦЗВ з первинними чисельними перетворювачами. Основні функціональні схеми і їх характеристики. Цифрові термометри, функціональні схеми, характеристики, похибки. Цифрові засоби вимірювань сили і маси, функціональні схеми, характеристики, похибки. Цифрові ватметри і лічильники електричної енергії, функціональні схеми, характеристики, похибки. | 2 |
| 27 | Тема 27. Цифрові засоби вимірювань декременту загасання і децибелметри, функціональні схеми, характеристики, похибки. Цифрові тахометри, функціональні схеми, характеристики, похибки. | 2 |
| 28 | Тема 28. ЦЗВ з просторовим кодуєм перетворенням, функціональні схеми, характеристики, сфера застосування, похибки. Етапи проектування ЦЗВ. Обґрунтування метрологічних характеристик ЦЗВ. | 2 |
| | Разом | 78 |

8. Індивідуальні завдання

Не передбачені

9. Методи навчання

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

10. Методи контролю

Вибіркове опитування студентів на лекційних заняттях.

Допускове опитування перед виконанням лабораторних робіт.

Оцінювання здачі лабораторних робіт.

За пропущені лабораторні заняття нараховуються штрафні бали:

6 балів за невідпрацьоване заняття;

3 бали за відпрацьоване заняття.

За пропущені лекційні заняття нараховуються штрафні бали:

2 бали за невідпрацьоване заняття;

1 бал за відпрацьоване заняття.

Для розрахунку підсумкової оцінки сума штрафних балів за семестр віднімається від суми балів за модулі.

Модульний контроль, диф. залік та іспит.

11. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

11.1. 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 | | | |
| Робота на лекціях | 0...0,5 | 4 | 0...2 |
| Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт | 2...3 | 0 | 0 |
| Модульний контроль | 10...14 | 1 | 6...9 |
| Змістовний модуль 2 | | | |
| Робота на лекціях | 0...0,5 | 4 | 0...2 |
| Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт | 2...3 | 0 | 0 |
| Модульний контроль | 10...14 | 1 | 7...9 |
| Змістовний модуль 3 | | | |
| Робота на лекціях | 0...0,5 | 5 | 0...2,5 |
| Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт | 2...3 | 1 | 2...6 |

| | | | |
|---|----------------------------|---|-----------------|
| Модульний контроль | 10...14 | 1 | 7...9 |
| | Змістовний модуль 4 | | |
| Робота на лекціях | 0...0,5 | 9 | 0...4,5 |
| Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт | 2...3 | 2 | 4...6 |
| Модульний контроль | 11...14 | 1 | 7...10 |
| | Змістовний модуль 5 | | |
| Робота на лекціях | 0...0,5 | 6 | 0...3 |
| Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт | 2...3 | 1 | 2...3 |
| Модульний контроль | 11...15 | 1 | 7...10 |
| Всього за семестр | | | 60...100 |

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

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

11.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки: основні принципи перетворення фізичних величин в цифровий код; принципи функціонування типових блоків ЦЗВ; принципові схеми типових функціональних блоків ЦЗВ; метрологічні характеристики, що нормуються ЦЗВ; функціональні схеми ЦЗВ для вимірювання фізичних величин: електричних, механічних, параметрів рушення, радіотехнічних; методики проектування ЦЗВ і вибору параметрів ЦЗВ; методики аналізу характеристик ЦЗВ.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки: вибирати принцип перетворення для вимірювання конкретної фізичної величини; аналізувати і оцінювати метрологічні характеристики ЦЗВ; на основі вимог до якості вимірювань вибирати блоки ЦЗВ і складати функціональну схему ЦЗВ для вимірювання; проектувати ЦЗВ для вимірювання необхідної фізичної величини; правильно виконувати вимірювання та перевірку ЦЗВ для забезпечення потрібної точності.

11.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

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

Добре (75 - 89). Твердо знати 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 основні принципи перетворення фізичних величин в цифровий код; принципи функціонування типових блоків ЦЗВ; принципові схеми типових функціональних блоків ЦЗВ; метрологічні характеристики, що нормуються ЦЗВ; функціональні схеми ЦЗВ для вимірювання фізичних величин.

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 цифрових засобів вимірювань і їхні метрологічні характеристики, основні методи цифрового вимірювання фізичних величин, методика проектування ЦЗВ і вибору параметрів ЦЗВ; методика аналізу характеристик ЦЗВ. 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 |

12. Методичне забезпечення

1. Абрамов Л.А., Сердюк И.В. Цифровые мосты постоянного и переменного тока. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы. Харьков: “ХАИ”, 2002.

2. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Дослідження цифрового частотоміра ЧЗ-34»

3. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Дослідження часо-імпульсних вольметрів»

4. Черепашук Г.А., Сердюк И.В. Интегрирующие цифровые измерительные приборы и исследование их помехозащищенности.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы. Харьков: «ХАИ», 2002.

5. Быкова Т.В., Черепашук Г.А. Интеллектуальные средства измерительной техники. Харьков: «ХАИ», 2006.

6. Бикова Т.В., Потильчак О.П., Черепашук Г.О. Сучасні інтерфейси для вимірювальної техніки. Навчальний посібник до курсового та дипломного проектування. Харків, «ХАИ», 2009.

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

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

13. Рекомендована література

Базова

1. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы. – Киев: Вища школа, 1980. – 560 с.

2. Кончаловский В. Ю. Цифровые измерительные устройства – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с.

3. Мирский Г. Я. Электронные измерения М.: Радио и связь, 1986. – 440 с.

4. Малиновский В. Н. Цифровые измерительные мосты. – М.: Энергия, 1976. – 192 с.

5. Шляндин В. М. Цифровые измерительные приборы и преобразователи. М.: Высшая школа, 1973. – 280 с.

6. Дорожовець М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т.- Львів: «Львівська політехніка», 2005.

Допоміжна

1. Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка. – Львів: «Бескід Біт», 2003. - 540 с.

2. Куликовский К. А., Купер В. Я. Методы и средства измерений. – М.: Энергоиздат, 1986. - 450 с.

3. Раннев Г.Г. Интеллектуальные средства измерений. М.: Издательский центр «Академия», 2011.

4. Проектирование микропроцессорных измерительных приборов и систем / В.Д. Циделко и др./ К.: Техника, 1984.

5. Теоретические основы информационно-измерительных систем: Учебник / В. П. Бабак, С. В. Бабак, В. С. Еременко и др.; под ред. В. П. Бабака / - К., 2014.

14. Інформаційні ресурси

1. <http://www.analog.com/ru/index.html>
2. <http://www.chipdip.ru/>.